

GLOBALNÍ ZMĚNY KLIMATU A DRUHOVÉ SLOŽENÍ LESŮ

Doc. Ing. Antonín Buček, CSc.

Abstrakt: *Klimatologické prognostické scénáře předpokládají, že možné globální změny klimatu, způsobené zvyšováním obsahu skleníkových plynů v zemské atmosféře v důsledku spalování fosilních paliv by se na území České republiky projevily zvýšením teploty o 1-2^oC. Klimatická změna by se projevila posunem vegetačních stupňů do vyšších nadmořských výšek. Výrazně by se proto snížil podíl ploch s příznivými klimatickými podmínkami pro pěstování smrku ztepilého, dnes hlavní dřeviny lesů ČR. Prognostický scénář posunu vegetačních stupňů v důsledku oteplování klimatu lze verifikovat pouze dlouhodobým sledováním lesních společenstev na trvalých výzkumných plochách.*

Klíčová slova: *globální změny klimatu, scénáře prognostické, vegetační stupně, trendy posunu, verifikace hypotéz*

1 Globální klimatické změny a jejich důsledky pro dřeviny

V zemské atmosféře dochází ke zvyšování koncentrace plynů, vyvolávajících skleníkový efekt. Koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší, která na počátku průmyslové revoluce kolem roku 1700 činila 280 ppm, se v současnosti zvýšila na 381 ppm. Naprostá většina odborníků se shoduje na tom, že antropicky podmíněné zvyšování obsahu plynů, vyvolávajících skleníkový efekt může vyvolávat globální klimatické změny /1, 2, 6, 8/. Současné poznatky o průběhu antropogenních změn klimatu shrnuje např. Bengtsson /3/, který konstatuje, že předpokládané zdvojnásobení koncentrace skleníkových plynů v atmosféře v období 2030-2040 způsobí globální oteplení o 1,9^oC a že v období 1990-2100 lze očekávat celkové oteplení o 3,5^o C. Pro předpovědi globálních změn vegetace jsou používány především nedynamické korelativní modely, založené na poznatcích o vztazích mezi současným klimatem a typy vegetace. Tyto modely neumožňují předpovídat rychlost změn vegetace v důsledku změny klimatu. Pro řešení otázky charakteru změn terestrických ekosystémů jsou hledány analogie v paleoekologických poznatcích o vztahu změn klimatu a vývoje vegetace v kvartéru, zvláště v postglaciálním holocenním období. Velkým problémem je ovšem rychlost antropogenních změn klimatu, která zřejmě v postglaciálním období nemá analogii. Pro středoevropské podmínky se podle scénáře vzrůstu teploty o 1-2^oC do roku 2030 posunují izotermy k severu přibližně rychlostí 6-7 km ročně. Přitom populace dřevin, hlavních edifikátorů přirozených středoevropských biocenóz, migrují v závislosti na migračních schopnostech do vzdálenosti 0,1-0,4 km ročně. K obdobným závěrům došel i podrobný rozbor problematiky globálních změn klimatu a lidských vlivů na lesní ekosystémy v kontextu postglaciálního vývoje, současné situace a budoucích trendů ve střední Evropě /10/. Autoři konstatují, že předpokládaná rychlost oteplení je 15-40x větší, než rychlost, která ovlivňovala středoevropské lesní ekosystémy v postglaciálu. Na rozdíl mezi rychlostí posunu biologického optima dřevin v důsledku oteplení a jejich migrační schopností upozorňuje i studie změn potenciálních lesních typů v Nové Anglii. Výsledky prognostického modelu ukázaly, že pro více než polovinu dřevin se biologické optimum posune o více než 100 km, pro sedm dřevin dokonce o 250 km, zatím co historicky zjištěná rychlost migrace se v závislosti na druhu pohybuje mezi 10 až 50 km za sto let. Regionální specifika rizik změn klimatu na území ČR a návrh strategie jejich snížení shrnuje monografie

vydaná Národním klimatickým komitétem /8/, na kterou navazují studie o vlivu možných klimatických změn na zemědělství a lesy.

Důsledky vlivů změn klimatu na vegetaci se nejdříve projeví tam, kde ekologické gradienty vytvářejí ostré hranice vegetačních formací, např. na přirozené hranici lesa. Významné změny lze očekávat na hranici tundry a tajgy, podle některých modelů lze očekávat při zdvojnásobení obsahu CO₂ v atmosféře snížení rozlohy tundrového biomu na dvě třetiny současného stavu. Studium posunu stromové hranice v jižní části pohoří Skandy ve Švédsku v průběhu 20. století vedlo k závěru, že stromová hranice různých druhů dřevin se posunula vzhůru o 100-165 m, v případě borovice lesní (*Pinus sylvestris*) se jedná o nejvyšší polohu v posledních 4000 letech. Posun stromové hranice je vysvětlován oteplováním klimatu v průběhu 20. století, hlavní část posunu proběhla do roku 1950, další posun byl zjištěn v 90. letech.

2 Tvorba modelu změn vegetační stupňovitosti na území ČR

Vhodným prostorovým rámcem pro hodnocení vlivů možných klimatických změn na přírodu jsou vegetační stupně, které jako nadstavbové jednotky geobiocenologické typizace krajiny vyjadřují závislost bioty na dlouhodobém působení výškového a expozičního klimatu, především na teplotách ovzduší a množství a rozložení atmosférických srážek, včetně srážek horizontálních. Geobiocenologická typizace krajiny je založena na teorii typu geobiocenu a v tomto pojetí tedy vegetační stupně zahrnují soubor potenciálních přírodních a do různého stupně změněných současných geobiocenóz až geobiocenoidů. Takto jsou současné rozdíly ekotopu, bioty a antropogenních vlivů v rámci vegetačních stupňů popsány v charakteristikách nadstavbových jednotek geobiocenologické typizace /4/. Vegetační stupně jsou nazvány podle hlavních dřevin potenciálních přírodních lesních geobiocenóz (v závorce procentický podíl z území ČR a podíl z plochy současných lesů):

1. dubový (3,46%, 1,47%)
2. bukodubový (12,06%, 4,78%)
3. dubobukový (18,21%, 14,27%)
4. bukový, včetně dubojehličnaté varianty (43,07%, 41,96%)
5. jedlobukový (19,52%, 29,14%)
6. smrkojedlobukový (2,53%, 5,55%)
7. smrkový (1,0%, 1,5%)
8. klečový (0,1%, 0,1%)

Vegetační stupně jsou důležitými rámci možností pěstování zemědělských plodin (např. vinná réva má nejlepší podmínky v 1. dubovém vegetačním stupni) i lesních dřevin (např. smrk ztepilý má nejlepší podmínky v 5.-7. vegetačním stupni). Podle současných názorů se nynější vegetační stupňovitost v průběhu postglaciálního vývoje bioty střední Evropy postupně ustálila v období staršího subatlantika, které začíná 800-500 let př.n.l.. Rozložení geobiocenóz jednotlivých vegetačních stupňů v krajině tedy odráží charakter orograficky podmíněných rozdílů klimatických podmínek a jejich fluktuací v období podstatně delším, než je doba, pro kterou jsou k dispozici výsledky měření základních klimatických charakteristik.

Východiskem úvah o vlivu globálních klimatických změn na přírodu na území ČR byl regionální scénář klimatické změny na území ČR /8/. Při jeho tvorbě vycházeli klimatologové z globálních scénářů a modelů. Pro růst emisí skleníkových plynů byl použit scénář BaU (Business as Usual), který je založen na uvažovaném zdvojnásobení koncentrací skleníkových plynů oproti předindustriálnímu období již kolem roku 2030. Tento scénář předpokládá, že nedojde k realizaci významnějších

opatření na snižování emisí skleníkových plynů. Prozatím se zdá, že se tento scénář postupně naplňuje. Z modelů globálních klimatických změn byly využity především modely GISS (Godard Institute of Space Studies) a GFDL (Geophysical Fluids Dynamics Laboratory). Tyto modely předpokládají v roce 2030 zvýšení ročního průměru teploty o 1.9 - 2.6⁰ C oproti roku 1990. Je potřeba zdůraznit, že se nejedná o předpověď časového vývoje klimatu. Stanovit přesné časové změny teploty a dalších charakteristik klimatu v následujících desetiletích není dosud možné, a proto se přistupuje k vytváření různých scénářů klimatické změny, ke stanovení několika různých možných variant stavu klimatu, odpovídajících změně určitých klimatotvorných faktorů. Tyto scénáře globálního oteplování pak dávají odpověď na otázku, co se s klimatem může stát, zvýší-li se koncentrace skleníkových plynů v atmosféře o konkrétně předpokládanou hodnotu, specifickou pro daný scénář.

3 Trendy posunu vegetačních stupňů

Podle regionálního scénáře trendu změn vegetační stupňovitosti /3,4/ bude v ČR v roce 2030 nejrozšířenější území s podmínkami 1.dubového vegetačního stupně, které bude zaujímat takřka třetinu plochy (29,44%) oproti současným 3,46%. Plocha území s podmínkami 2.bukodubového stupně se zvýší ze současných 12,06% na 17,11% a plocha území s podmínkami 3.dubobukového stupně vzroste z 18,11% na 27,40%. Rozsah území v současné době v ČR nejrozšířenějšího 4.bukového vegetačního stupně klesne v roce 2030 na polovinu, ze současných 43,07% na 20,07%. Velmi výrazně poklesne rozsah území s podmínkami 5. jedlobukového stupně, ze současných 19,52% na 4,77% v roce 2030. Plocha 6.smrkojedlobukového, 7.smrkového a 8.klečového vegetačního stupně se sníží ze současných 3,68% území ČR na 1,22%. Klimatické podmínky výskytu biocenóz 5.vegetačního stupně a vyšších horských vegetačních stupňů zůstanou podle regionálního scénáře v roce 2030 zachovány pouze v nejvyšších hraničních pohořích, v Čechách v Krušných horách, Slavkovském lese, Českém lese, na Šumavě, v Novohradských horách, v Krkonoších, Jizerských a Orlických horách a na Kralickém Sněžníku, na Moravě jen v Hrubém Jeseníku a v Moravskoslezských Beskydech.

4 Interpretace výsledků regionálního scénáře trendů změn vegetační stupňovitosti

Aplikace principu předběžné opatrnosti vede k tomu, že přes všechny nejistoty a neurčitosti, které doprovázejí modelování globálních klimatických změn a jejich regionálních důsledků, přes pochyby o tom, lze-li vůbec v oblasti chaotických systémů počasí a klimatu navrhnout scénáře odpovídající realitě je třeba zabývat se interpretací výsledků prognostických scénářů. Na základě výsledků takřka desetiletého vytváření modelů změn vegetační stupňovitosti s využitím databáze registru biogeografie lze konstatovat, že v případě, že dojde k naplnění předpokladů scénářů změn klimatu, budou ekologické projevy těchto změn odpovídat s velkou pravděpodobností regionálnímu scénáři trendu změn vegetační stupňovitosti.

Důsledky prognózovaných trendů změn vegetační stupňovitosti pro současné biocenózy kulturní krajiny lze dokumentovat na změně podmínek pro pěstování smrku ztepilého (*Picea abies*), v současné době nejrozšířenější dřeviny lesů ČR /4/.

Podíl ploch lesní půdy s klimatickými podmínkami zcela nevhodnými pro pěstování smrku (1. a 2.vegetační stupeň) se podle regionálního scénáře v ČR zvýší ze současných 6,25% na 31,65% v roce 2030. Podíl ploch lesní půdy s málo příznivými podmínkami pro pěstování smrku (3.vegetační stupeň) vzroste

ze současných 14,27% na 28,32%. Podíl ploch lesní půdy s příznivými podmínkami pro pěstování smrku (4.vegetační stupeň) klesne ze současných 41,95% na 26,85% a podíl ploch s velmi příznivými klimatickými podmínkami (5.-7. vegetační stupeň) se sníží ze současných 37,17% na 13,17% plochy lesní půdy v roce 2030. Zastoupení smrku ztepilého v současných lesních porostech činí 54,1% oproti 11,2% v přirozené dřevinné skladbě a 36,5% v dřevinné skladbě doporučené (ÚHÚL 2001). Ještě v roce 1990 činil podíl smrku na umělé obnově lesa 57,9%, v 90. letech začal sice tento podíl postupně klesat, přesto však smrkem bylo ještě v roce 2000 zalesňováno 43% uměle obnovovaných lesních porostů. V současné době vysazované smrkové porosty nebudou v roce 2030 ani v polovině obmýtní doby. Důsledky prognózovaných změn klimatických podmínek pro pěstování smrku podle scénáře trendu posunu vegetačních stupňů k roku 2030 vedou v podstatě k závěru, že dobré a velmi dobré klimatické podmínky pro smrk ztepilý zůstanou zachovány pouze v oblastech jeho přirozeného rozšíření. Výsledky modelování změn vegetační stupňovitosti lze z hlediska využití smrku při obnově lesa interpretovat takto :

- v územích, kde podle scénáře budou v roce 2030 zcela nevhodné klimatické podmínky pro pěstování smrku, je z hlediska principu předběžné opatrnosti lépe neuvažovat se smrkem ztepilým jako s hlavní porostotvornou dřevinou; a to ani tam, kde jsou v současné době klimatické podmínky vhodné
- v územích s málo vhodnými klimatickými podmínkami v roce 2030 lze smrk pěstovat pouze jako příměs, především na plochách ovlivněných přídatnou vodou
- v územích, kde v roce 2030 zůstanou dobré klimatické podmínky, je možné podíl smrku v nově zakládáných porostech zvýšit, ale ani zde by neměl smrk být jedinou hlavní porostotvornou dřevinou
- hlavní porostotvornou dřevinou může smrk zůstat v územích, kde budou podle scénáře zachovány velmi dobré klimatické podmínky. Jedná se o horské polohy Novohradských hor, Šumavy, Slavkovského lesa, Krušných hor, Jizerských hor, Krkonoš, Orlických hor, Hrubého Jeseníku a Moravskoslezských Beskyd.

V přirozené dřevinné skladbě lesů ČR by měl nejvyšší zastoupení buk lesní (*Fagus sylvatica*) - 40,2 %, přitom současné zastoupení činí pouze 6,0 %. Buk se v přirozených lesích začíná vyskytovat od 2.bukodubového vegetačního stupně, ekologické a produkční optimum má ve 4.bukovém vegetačním stupni a jako jedna z hlavních porostotvorných dřevin se vyskytuje do 6.smrkojedlobukového stupně. Vyhodnocení scénářů trendu posunu vegetačních stupňů z hlediska klimatických podmínek pro pěstování buku /4/ ukazuje, že k roku 2030 budou zcela nevhodné podmínky pro buk především v těch oblastech, kde se i v současné době vyskytuje jen výjimečně anebo zde v lesních porostech zcela chybí. Lze konstatovat, že ani případný posun vegetačních stupňů podle scénáře k roku 2030 by neznamenal katastrofické zhoršení podmínek pro existenci buku, ani výrazné omezení rozsahu území, kde buk může tvořit porostotvornou dřevinu v lesních porostech. Došlo by ovšem k omezení kompetiční schopnosti buku a snížení produkce. Katastrofické zhoršení by se neprojevovalo v žádném z typických „bukových“ biogeografických regionů v karpatské části Moravy ani v žádném z „bukových“ nadregionálních biocenter.

5 Verifikace hypotéz

V souvislosti s vyhodnocováním vlivů možných změn klimatu na ekosystémy a krajinu je důležité zvažovat hierarchii procesů v ekosystémech v závislosti na prostorových a časových rámcích. Zatímco průběh a změny fyziologických

procesů jedinců organismů lze zjišťovat ve velmi krátkých časových rámcích (v řádu hodin, dní, týdnů až měsíců), materiálové koloběhy v ročních cyklech, projevují se změny procesů a jejich důsledky na úrovni ekosystémů a krajiny v řádu desetiletí až staletí /10/. Rozbor důsledků možných globálních klimatických změn v boreálních lesích v 21. století vedl k závěru, že v případě překročení mezí resilience současných ekosystémů mohou být změny vegetace velmi rychlé a neočekávané, často vedoucí ke vzniku ekosystémů velmi odlišných.

Hypotézu o vlivu možných globálních klimatických změn na biocenózy a krajinu lze ověřit jedině dlouhodobým sledováním dynamiky přirozených společenstev v územích, kde se neprojevují jiné přímé antropogenní vlivy. Pro takto zaměřený monitoring má prioritní význam síť rezervací s dlouhodobě se samovolně vyvíjejícími klimaxovými lesními biocenózami. Proto je třeba postupně založit reprezentativní soustavu výzkumných polygonů s trvalými geobiocenologickými plochami a periodicky hodnotit trend jejich vývoje. Nejcenější výsledky poskytují plochy založené v minulosti, umožňující již dnes srovnávat vývoj v delších časových řadách. Z tohoto hlediska má výjimečný význam síť trvalých výzkumných polygonů a ploch, založená ve 30. letech prof. A. Zlatníkem na území dnešní Zakarpatské Ukrajiny, a také geobiocenologické plochy, založené v některých lesních rezervacích na území Školního lesního podniku „Masarykův les“ ve Křtinách.

Opakovaná šetření na výzkumných polygonech prof. A. Zlatníka ve Východních Karpatech byla započata v 90. letech 20. století a vyhodnocování výsledků přináší cenné poznatky o dynamice přirozených lesních geobiocenóz. Některá pozorování na výzkumném polygonu č.11 v pohorí Pop Ivan Maramurešský a v jeho okolí vedla k závěru, že se projevuje posun výškového rozšíření dřevin, především buku, jedle a smrku do vyšších poloh. Tyto první předběžné výsledky sice dosud není možné považovat za objektivní důkaz dlouhodobých vlivů oteplení klimatu, ale ukazují, že v každém případě je nutno v opakovaných šetřeních pokračovat a pečlivě vyhodnocovat výsledky všech výzkumů, které mohou pomoci v objasnění důsledku vlivů klimatických faktorů a jejich případných změn na ekosystémy a krajinu.

Začne-li se v některých regionech projevovat nástup druhů nižších vegetačních stupňů do lokalit, náležejících v současné době vyšším stupňům, bude to znamenat, že vlivy globálního oteplení opravdu působí. Na změny trvalých ekologických podmínek nejrychleji reaguje živočišná složka geobiocenóz. Proto má zásadní význam sledování stavu a proměn populací bioindikálně významných modelových skupin, které jsou dlouhodobě podrobněji studovány v rámci nadstavbových jednotek geobiocenologické typologie, např. masařek, měkkýšů, stěvlíkovitých a pisivek.

Neměli bychom výsledky prognostických scénářů podceňovat. Již v současné době je účelné dbát principu předběžné opatrnosti a přizpůsobit využití krajiny tak, aby případné změny klimatu neměly katastrofální důsledky. Dosavadní zkušenosti s vyhodnocováním varovných geoekologických prognóz totiž ukazují, že se obvykle naplňují.

6 Kontrolní otázky:

1. O kolik procent se již v atmosféře zvýšil obsah oxidu uhličitého?
2. Jaké zastoupení má smrk ztepilý v současných lesních porostech na území ČR?
3. O kolik procent se zvýší v ČR podíl lesních ploch se zcela nevhodnými a příznivými podmínkami pro pěstování v případě, že se naplní prognostický posunu vegetačních stupňů?

7 Použitá literatura a WWW odkazy

1. ACOT, P. (2005): Historie a změny klimatu. Karolinum Praha. 240 s.
2. BARROS, V.(2006): Globální změna klimatu. Mladá fronta Praha. 168 s.
3. BENGTON, L.(1997) : A numerical simulation of anthropogenic climate change. *Ambio*, 26 : 1 : 56-65
4. BUČEK, A., KOPECKÁ, V. (2001): Globální klimatické změny a vegetační stupně na území ČR. *Veronica*, roč. 15, čís. 1, s.10-14.
5. BUČEK, A., KOPECKÁ, V.(2004): Možná globální změna klimatu a vegetační stupně. In: Polehla, P. (ed): Hodnocení stavu a vývoje lesních geobiocenóz. *Geobiocenologické spisy*, sv.9, MZLU v Brně. Str.73-88.
6. BUČEK, A., LACINA, J. (1999): *Geobiocenologie II*. MZLU v Brně. 249 s.
7. HOUGHTON, J. (1998): Globální oteplování. Academia Praha. 204 s.
8. KALVOVÁ, J., BRÁZDIL, R.(1993) : Změny klimatu. In : Moldán, B. /ed./ : Rizika změny klimatu a strategie jejich snížení. ČHMÚ Praha. s. 48-91
9. LEGGETT, J./ed./ (1992): Nebezpečí oteplování země. Academia Praha. 360 s.
10. PUHE, J., ULRICH, B. (2001): Global climate change and human impacts on forest ecosystems : postglacial development, present situation, and future trends in Central Europe. *Ecological Studies* 143. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 592 pp.

© Doc. Ing. Antonín Buček, CSc., Mendelova zemědělská a lesnická universita, Ústav lesnické botaniky, dendrologie a geobiocenologie, Zemědělská 3, 613 00 Brno, tel. 545 134 044, bucek@mendelu.cz

Citace:

BUČEK, A.: Globální změny klimatu a druhové složení lesů. Učební text pro Univerzitu 3. věku. MZLU v Brně, 2006. 6 s.