

Trend posunu vegetačních stupňů v důsledku možných globálních změn klimatu.

Antonín Buček

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav lesnické botaniky, dendrologie a typologie, Zemědělská 3, 613 00 Brno, e-mail : bucek@mendelu.cz

1. Globální klimatické změny a jejich důsledky

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 0,0280% (Houghton 1998), se v současné době zvýšila na 0,0365%. V současné době se naprostá většina odborníků shoduje na tom, že antropicky podmíněné zvyšování obsahu skleníkových plynů může vyvolávat globální klimatické změny. Současné poznatky o průběhu antropogenních změn klimatu shrnuje např. Bengtsson (1997), který konstatuje, že předpokládané zdvojnásobení koncentrace skleníkových plynů v atmosféře v období 2030-2040 způsobí globální oteplení o 1,9⁰C a že v období 1990-2100 lze očekávat celkové oteplení o 3,5⁰ C. Problematiku globálních a regionálních důsledků vlivů globálního oteplení na vegetaci a krajinu shrnuje Walker (1994). Pro předpovědi globálních změn vegetace jsou používány především nedynamické korelativní modely, založené na poznacích 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 poznacích o vztahu změn klimatu a vývoje vegetace v kvartéru, zvláště v postglaciálním holocenním období (Street-Perrot 1994). Velkým problémem je ovšem rychlost antropogenních změn klimatu, která zřejmě v postglaciálním období nemá analogii. Pro středoevropské podmínky se podle scénáře vzrůstu teploty o 1-2⁰C 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 (Csaba 1997). Regionální specifika rizik změn klimatu na území ČR a návrh strategie jejich snížení shrnuje monografie vydaná Národním klimatickým komitétem (Moldan 1993), na kterou navazují studie o vlivu možných klimatických změn na zemědělství (Brázdil-Rožnovský 1996) a lesy (Vinš 1996).

Důsledky vlivů změn klimatu na vegetaci se nejdříve projeví tam, kde ekologické gradienty vytvářejí ostré hranice vegetačních formací, např. na přirozené hranici lesa. 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 (Kullman 2001).

2. Scénáře změn vegetační stupňovitosti na území ČR

Východiskem úvah o vlivu globálních klimatických změn na přírodu na území ČR byl regionální scénář klimatické změny na území ČR (Kalvová-Brázdil 1993). Při jeho tvorbě vycházeli klimatologové z globálních scénářů a modelů. Pro růst emisí skleníkových plynů byl použit scénář BaU (Business as Usual), předpokládající 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. Podkladem pro prognózu trendů změn vegetační stupňovitosti se staly mapy izolinií průměrných ročních teplot a průměrných ročních úhrnů atmosférických srážek, zjištěných za období 1960-1990 a předpovězených pro roky 2010 a 2030 podle regionálního scénáře klimatických změn pro 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 geobiocénu a v tomto pojetí tedy vegetační stupně zahrnují soubor potenciálních přírodních a do různého stupně změněných současných geobiocenóz až geobiocenoidů. Rozdíly ekotopu, bioty a antropogenních vlivů v rámci vegetačních stupňů jsou popsány v nově zpracovaných charakteristikách (Buček-Lacina 1999). 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. (Jankovská 1997).

Pro prognózování důsledků globálních klimatických změn na přírodu České republiky byl v letech 1994-1999 vytvořen model, využívající databázi registru biogeografie, spravovaného v současné době v širším rámci Informačního systému ochrany přírody ISOP, vedeného Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR (Kopecká-Buček 1999). Registr biogeografie obsahuje informace o zastoupení nadstavbových jednotek geobiocenologické typizace krajiny (vegetačních stupňů a ekologických řad) v takřka 13 000 katastrálních územích ČR. Charakter vegetační stupňovitosti v katastrálních územích vystihuje 26 kategorií (kódovacích jednotek), z nichž sedm je homogenních (katastry s výskytem pouze jednoho vegetačního stupně) a 19 heterogenních (katastry, které zahrnují dva a nebo více vegetačních stupňů). K definičním bodům katastrálních území byly přiřazeny klimatické charakteristiky v jednotlivých časových horizontech (1990, 2010, 2030). Toto přiřazení bylo provedeno pomocí digitalizace map průměrné roční teploty a průměrných ročních srážek. Jako vztahový ukazatel byl použit Langův dešťový faktor, což je poměr ročního úhrnu srážek v mm k průměrné roční teplotě ve ⁰C. Model závislosti vegetační stupňovitosti na klimatických podmínkách umožnil vypracovat celorepublikový a regionální scénář posunu vegetační stupňovitosti v letech 2010 a 2030. Trend posunu vegetační stupňovitosti byl odvozen metodou prostorové analogie, založené na předpokladu, že změně trvalých ekologických podmínek, vyvolané změnou teplot a srážek bude odpovídat i trend posunu vegetačních stupňů. Výsledky modelování potvrdily dříve formulovanou hypotézu, že na území ČR existují regionální rozdíly v klimatických charakteristikách vegetačních stupňů, které se projeví i v trendu posunu vegetační stupňovitosti v důsledku globálního oteplení (Buček-Kopecká 1994). Jako nejvhodnější prostorové rámce pro regionální scénáře byly vybrány biogeografické regiony (Culek 1996). Regionální scénář trendu změn vegetační stupňovitosti na území ČR byl zpracován následujícím postupem :

- byly zjištěny klimatické charakteristiky v katastrálních územích určitého biogeografického regionu podle map izolinií průměrných ročních teplot a srážek z období 1961-1990 a prognostických map 2010 a 2030
- scénář trendu posunu vegetačních stupňů byl zpracován na základě grafu vztahu vegetačních stupňů a hodnot Langova dešťového faktoru v jednotlivých

biogeografických regionech, v případě posunu vegetační stupňovitosti do těch kategorií, které se v současnosti v bioregionu nevyskytují byly použity vztahy odvozené v sousedních regionech, případně i celorepublikové průměry

- jednotlivé regionální modely byly složeny do celorepublikového modelu ČR.

3. Trendy posunu vegetačních stupňů

Podle regionálního scénáře trendu změn vegetační stupňovitosti 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 scénářů trendu změn vegetační stupňovitosti ČR

Vegetační stupňovitost se utvářela za období podstatně delší, než pro jaké jsou dostupné řady klimatických údajů. Druhové složení a dynamika vývoje biocenóz jsou přitom ovlivňovány nejen průměrným chodem počasí, ale velmi výrazně na ně působí – často jako limitující faktor – i okamžité extrémy počasí. Současná vegetační stupňovitost odráží tedy nejen současné klima, ale i kolísání klimatu a extrémy počasí nejméně v posledních dvou tisíciletích. Tyto a další skutečnosti je třeba brát při interpretaci výsledků modelů změn vegetační stupňovitosti. Východiskem modelů jsou klimatické charakteristiky v období 1961-1990, tedy za relativně velmi krátké období. Současné vegetační stupně jsou charakterizovány pouze hodnotami průměrných ročních teplot a srážek a jejich vztahem, který vyjadřuje Langův dešťový faktor. I tyto jednoduché klimatické údaje dostatečně vystihují rozdíly v klimatických podmínkách, které se v krajině projevují vznikem geobiocenóz, odlišných v rámci jednotlivých vegetačních stupňů. Prognostické scénáře jsou založeny na prostorové analogii, nelze proto hovořit přímo o změnách vegetační stupňovitosti, ale o trendu změn vegetační stupňovitosti. Tento trend vyjadřuje směr vývoje bioty v krajině v souvislosti se změnami klimatických podmínek. 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 klimatických změn se nejvýrazněji projeví v biocenózách v ČR nejrozšířenější normální hydrické řady, vázaných na hydrický režim půd, závislý na množství atmosférických

srážek, spadlých na lokalitu. Méně výrazné důsledky budou mít změny klimatických podmínek v biocenózách suché a omezené řady na extrémně teplých a vysychavých lokalitách s převahou xerofilních S-strategů. Také biocenózy zamokřené, mokré a rašeliništní hydrické řady s přídatnou vodou budou ovlivněny méně výrazně.

Prognózovaný trend změn vegetační stupňovitosti se na území ČR projeví výrazným zlepšením podmínek pro xerotermofilní ponticko-panonskou biotu, především pro S-strategie, adaptované na omezené vlhkostní podmínky. Rozsah území s klimatickými podmínkami současného 1.dubového a 2.bukodubového vegetačního stupně se zvýší ze současných 15,51% na 46,55% v roce 2030. Dojde k výraznému omezení plochy území s podmínkami pro existenci druhů stredoevropských listnatých lesů, především C-strategů, vázaných na vyrovnaný teplotní a vlhkostní režim, neboť plocha území s klimatickými charakteristikami 3.- 5.vegetačního stupně se sníží ze současných 80,80% na 52,24%. Obdobně se výrazně zmenší rozsah území s podmínkami pro výskyt horských druhů boreálního rozšíření, vázaných na chladné a vlhčí klima, neboť plocha území 6.smrkojedlobukového a vyšších vegetačních stupňů klesne ze současných 3,68% na 1,22% území ČR.

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. 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 54,6% oproti 11,2% v přirozené dřevinné skladbě. Podíl smrku na obnově lesa začíná sice od počátku 90.let postupně klesat, přesto je však smrkem stále zalesňováno zhruba 50% 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.

V přirozené dřevinné skladbě lesů ČR by měl nejvyšší zastoupení buk lesní (*Fagus sylvatica*) - 40,2 %, přitom současné zastoupení činí pouze 5,8 %. 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 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.

Možné důsledky globálních klimatických změn na přírodu ČR byly hodnoceny na základě předpokládaného trendu odezvy biocenóz, a to od nepatrných až po kritické změny.

Předpokládaná odezva biocenóz byla odstupňována pro klíčové druhy, především pro stromové edifikátory lesních společenstev. Jedná se o pokus integrovaně postihnout důsledky možných klimatických změn jako stresového faktoru biocenóz :

- *nepatrné změny* lze předpokládat tam, kde nedojde k posunu vegetační stupňovitosti
- *malé změny* nastanou tam, kde posun nevybočí z ekologického optima klíčových druhů
- *střední změny* vyvolá posun klimatických podmínek mimo ekologické optimum
- *významné změny* nastanou při posunu klimatických podmínek k mezním hodnotám
- *kritické změny* lze očekávat při posunu klimatických podmínek mimo ekologickou amplitudu klíčových druhů.

Kritické změny lze očekávat především tam, kde dojde k posunu vegetačních stupňů s dominancí mezofilních středoevropských druhů (3.-5. stupeň) do 1. až 2. vegetačního stupně. Bilance předpokládaných trendů odezvy biocenóz v biogeografických regionech ukázala, že v celé řadě bioregionů lze očekávat kritické změny na více než polovině jejich území. Jedná se o následující biogeografické regiony : Mostecký, Litovelský, Verneřický, Křivoklátský, Plzeňský, Ralský, Plánický, Votický, Opavský, Ostravský, Hranický, Jevišovický. Především v těchto biogeografických regionech je účelné sledovat reálné procesy odezvy biocenóz v krajině a případně modifikovat způsoby péče o krajinu.

5. Závěr

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 biomonitoring má prioritní význam síť rezervací s přirozenými lesními biocenózami, kde je dlouhodobě sledováno druhové složení společenstev. 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. 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 geoeologických prognóz totiž ukazují, že se obvykle naplňují.

Literatura:

- Bengtsson, L. (1997) : A numerical simulation of anthropogenic climate change. *Ambio*, 26:1:56-65.
- Brázdil, R.- Rožnovský, J./eds./ (1995) : Dopady možné změny klimatu na zemědělství v České republice. Národní klimatický program ČR – sv.18. ČHMÚ Praha, 140 s.
- Buček, A.- Kopecká,V. (1994) : Využití registru biogeografie ISÚ pro prostorové vyhodnocení změn vegetačních stupňů ČR v důsledku globálních změn klimatu. *Záv.zpr.*, Terplan Praha. 27 s., 15 tab.a kart. příl.
- Buček, A.- Lacina, J. (1999) : Geobiocenologie II. MZLU Brno. 247 s.

- Csaba, M. (1997) : Conservation of genetic resources in a changing world – strategy considerations for temperate forest tree species. Proceed.of the XI. World Forestry Congress, Antalya,vol. 2 : 195-201.
- Culek, M. /ed./ (1996) : Biogeografické členění České republiky . Enigma Praha. 347 s.
- Houghton, J. (1998) : Globální oteplování. Academia Praha. 228 s.
- Jankovská, V. (1997) : Vývoj vegetace střední Evropy. Lesnická práce, 76:11:409-412.
- Kalvová, J.- Brázdil, R. (1993) : Změny klimatu. In : Moldán, B. /ed./ : Rizika změny klimatu a strategie jejich snížení. ČHMÚ Praha. s. 48-91
- Kopecká, V. (1995) : Přehled krajinně ekologických charakteristik biogeografických regionů. Záv.zpr., AOPAK ČR, Praha.
- Kopecká, V. – Buček, A. (1999) : Modelování možných důsledků globálních klimatických změn na území České republiky. Záv.zpr.proj. VaV 610/3/96. AOPAK ČR, Praha. 27 str.,13 kartogramů.
- Kullman, L. (2001) : 20th century climate warming and tree-limit rise in the Southern Scandes of Sweden. *Ambio*, 30 : 2 : 72-80.
- Moldan, B. /ed./ (1993) : Rizika změn klimatu a strategie jejich snížení. Národní klimatický program ČR – sv.10. ČHMÚ Praha. 174 s.
- Street-Perrott, F.A. (1994) : Palaeo-perspectives : changes in terrestrial ecosystems. *Ambio*, 23:1:37-43.
- Vinš, B. /ed./ (1996) : Dopady možné změny klimatu na lesy v České republice. Národní klimatický program – sv. 19. ČHMÚ Praha. 134 s.
- Walker, B. H. (1994) : Landscape to regional scale responses of terrestrial ecosystems to global change. *Ambio*, 23:1:67-73.

Příspěvek byl zpracován v rámci řešení dílčího projektu „Hodnocení stavu a vývoje lesních geobiocenóz „ výzkumného záměru LDF MZLU „Trvale udržitelné obhospodařování lesů a krajiny“ (CEZ: J08/98: 434100005)

Citace:

- BUČEK, A. : Trend posunu vegetačních stupňů v důsledku možných globálních změn klimatu. In: Viewegh, J. (ed.): Problematika lesnické typologie III. Sb. přísp. sem., ČZÚ Praha, s. 12-16, 2001.