

# **Alpinská hranice lesa v Hrubém Jeseníku**

Václav Treml, Marek Banaš

Katedra fyzické geografie a geoekologie PřF UK, Alberov 6, 120 00 Praha 2, [vaclav\\_treml@nature.cz](mailto:vaclav_treml@nature.cz)

Katedra ekologie a životního prostředí, PřF UP, Tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc, [banas@prfnw.upol.cz](mailto:banas@prfnw.upol.cz)

## **Úvod**

Alpinská hranice lesa (AHL) je jednou ze základních biogeografických hranic. Je to linie oddělující nejvyšší lesní stupeň od horské tundry. Tento fenomén je kromě Hrubého Jeseníku vyvinut i v dalších dvou horstvech Vysokých Sudet – Králickém Sněžníku a Krkonoších.

Podobně jako u jiných ekotonů (poznámka: ekoton - přechodový pás mezi dvěma odlišnými prostředími, v tomto případě mezi lesem a alpínskou tundrou) nejde v případě alpínské hranice lesa o ostrou hranici, ale o širší přechodovou zónu. V ní stromové dřeviny ztrácejí na výšce a postupně se zmenšuje jejich zápoj. Primárním faktorem omezujícím růst dřevin a způsobujícím tedy i vznik alpínské hranice lesa je teplota ve vegetačním období. Nízké teploty, jakožto podstatný limitující faktor pro růst stromů, způsobují nedostatečné zabudování asimilátů vyprodukovaných fotosyntézou do rostlinných (kambialních) pletiv (Körner 1999). Stromy díky svému velkému vzrůstu nemohou dostatečně profitovat z radičního oteplení povrchu půdy a zároveň jej zastiňují. Všeobecně přijímaná podmíněnost alpínské hranice lesa teplotními poměry (Tranquillini 1979, Körner 1999) tak přímo vybízí k použití alpínské hranice lesa jako indikátoru klimatických podmínek v prostoru i v čase. Limitujícím faktem takových srovnání je však konzervativnost ekotonu alpínské hranice lesa (Armand 1992), na jeho utváření se podílí jak klima současné, tak klima minulé společně s konkurenčními podmínkami.

V Hrubém Jeseníku je ekoton alpínské hranice lesa specifický zejména přirozenou nepřítomností křovitých formací (Jeník 1961, Alblová 1970), která vyvolávala vždy diskuse ohledně původnosti alpínského bezlesí (Bureš 1976, Jeník et Hampel 1991, Rybníček et Rybníčková 2004). Do značné míry se tak tento ekoton liší od hranice lesa v Krkonoších či v karpatských pohořích.

## **Použité metody**

V příspěvku prezentovaná a hodnocená alpínská hranice lesa vychází z tzv. prahování panchromatických leteckých snímků a následně spojením všech nejvýše ležících lesních ostrůvků větších než 1 ar. V terénu byla ověřována minimální výška stromů v ostrůvcích 5m (u nejvyššího jedince). Takto získaná linie AHL zhruba odpovídá hranici lesa definované v práci Jeník et Lokvenc (1962). Mimo vlastní AHL byla ještě vymezena generalizovaná

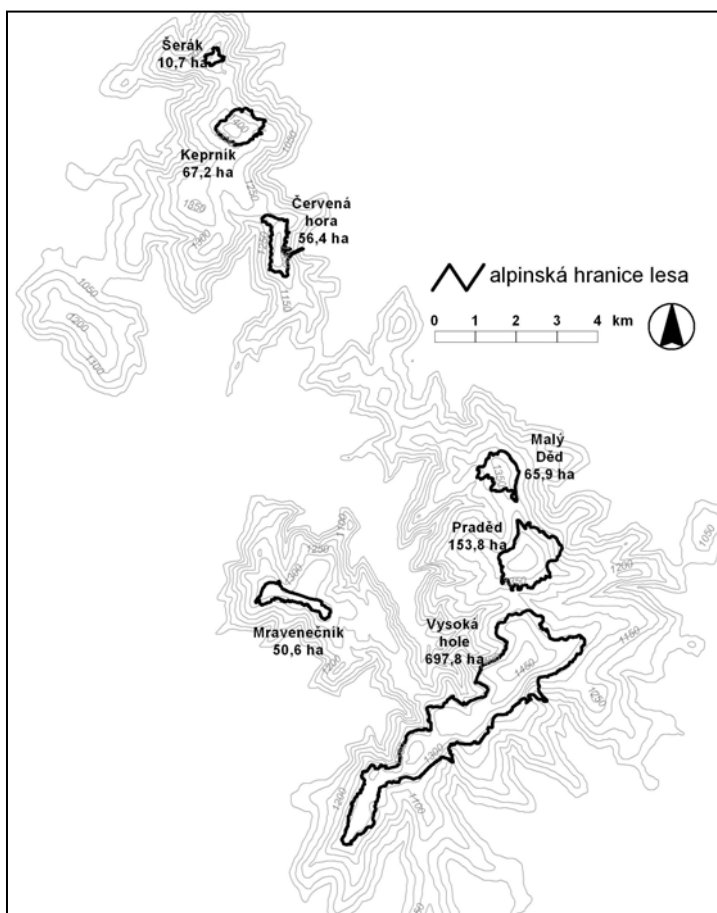
alpínská hranice lesa odpovídající termínu „treeline“ (sensu Körner 1999), tj. spojnice nejvyšších ostrůvků lesa na svahu stejné expozice. Takto vymezená linie eliminuje lokálně podmíněné disturbanční a mikroklimatické vlivy a lépe se hodí pro srovnávání případných expozičních rozdílů nebo rozdílů mezi jednotlivými pohořími. Další hodnocenou charakteristikou byla křivolakost linie AHL, tj. poměr skutečné délky AHL (500 m úseky) a délky vrstevnice probíhající z počátečního bodu úseku AHL po spádnici z koncového bodu úseku AHL. Šířka pásu boje byla z důvodu využití leteckých snímků stanovena jako průměrná vzdálenost mezi AHL a linií spojující stromové ostrůvky o ploše větší než 0,5 ar ve čtverci JTSK. Expoziční a sklonitostní analýzy byly prováděny nad DMR (GRID 10m) vytvořeným z vrstevnic DMU 25.

### Základní údaje o alpínské bezlesí Hrubého Jeseníku

Celková plocha alpínské bezlesí v Hrubém Jeseníku je 1103 ha. Nachází se v šesti oddělených enklávách (Šerák, Keprník, Červená hora, Malý Děd, Praděd, Vysoká hole – Pecný). Maximální výše 1430 m n.m. dosahuje na západním svahu Praděda. Její průměrná výška je 1302 m n.m. Největší část AHL probíhá ve výškovém intervalu 1300 - 1350 m n.m.

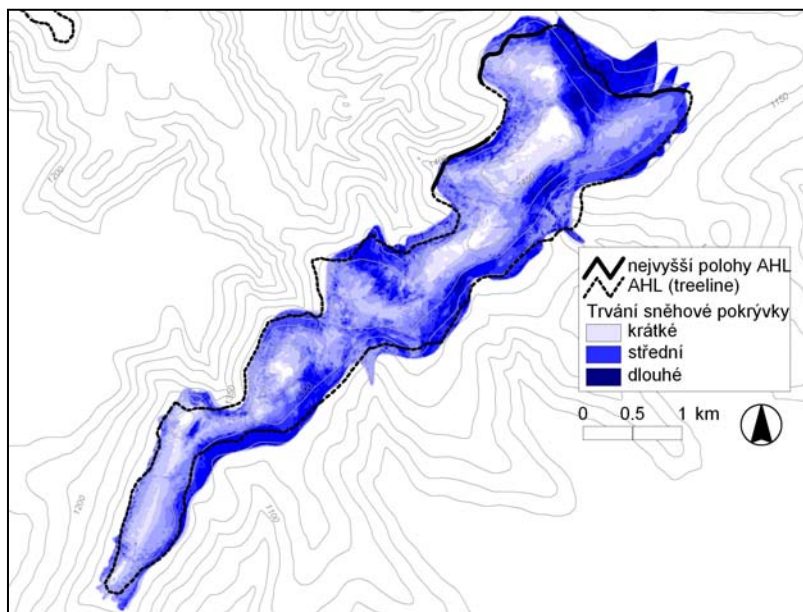
Obr.1: Alpínská hranice lesa v Hrubém Jeseníku

Zjištěná výška stromů (pohybující se kolem 5 – 6 m) v maximálních výškách alpínské hranice lesa dovoluje konstatovat, že se jedná o pozici jež odpovídá klimatu. Nejvyšší polohy alpínské hranice lesa nalézáme v Hrubém Jeseníku na svazích západního kvadrantu (obr. 4). Podle délky trvání sněhové pokrývky (Klimešová 1993) se nejvyšší úseky AHL na jižní části hlavním hřebenu nachází v místech s relativně krátkým trváním sněhové



pokrývky (obr. 2). Ta se vyskytují na vyfoukávaných západně a severozápadně orientovaných svazích. Možným vysvětlením tohoto jevu je prodloužení růstového období smrku v místech s kratším trváním sněhové pokrývky.

Obr. 2: Trvání sněhové pokrývky na hlavním hřebenu v úseku Petrovy kameny – Pecný. Podle Klimešová (1993), upraveno.



Alpínská hranice lesa je v Hrubém Jeseníku typická užším tzv. pásem boje (70% délky AHL má šířku pásu boje do 100 m – tab. 1). Zpravidla zde nacházíme velmi prudký gradient přechodu lesa do

bezlesí a nad AHL se nachází jen ojedinělé solitery nebo stromové skupinky. Relativně malá část AHL je snížena vlivem lavin a přítomností kamenných moří (tab. 2).

Tab. 1: Šířka pásu boje v Hrubém Jeseníku (dle Tremel et Banaš 2000)

Šířka pásu boje (m)	Délka AHL* (km)/%
0 - 50	17,6/ <b>40,4</b>
50 - 100	13,1/ <b>30,3</b>
100 a více	12,6/ <b>29,3</b>
<b>Celkem</b>	<b>43,3/100,0</b>

\*Nebyla zahrnuta oblast Mravenečnicku

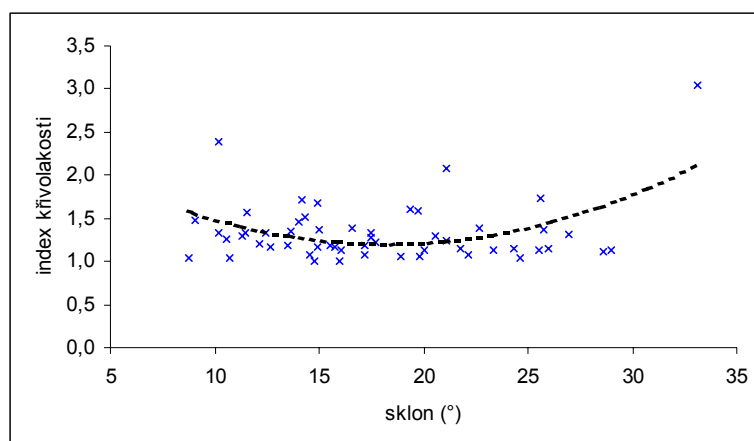
Tab. 2: Délka AHL ovlivněné lavinami a kamennými moři (dle Tremel et Banaš 2000)

Stresový faktor	Délka AHL* (km)/Podíl z celkové délky v %
Lavinové dráhy	2,6/ <b>6,0</b>
Kamenná moře	1,1/ <b>2,6</b>

\*Nebyla zahrnuta oblast Mravenečnicku

Pokud sledujeme kolísání AHL popisované indexem křivolakosti (obr. 3), tak největších hodnot dosahuje logicky na svazích s největším sklonem, ale překvapivě i ve sklonech nízkých. Vysvětlení je takové, že zatímco na vysokých sklonech svahu narušují vyrovnaný průběh AHL svahové procesy, tak na sklonech nízkých je díky nízkému gradientu poklesu teploty s rostoucí nadmořskou výškou ekoton širší, je tu řada stromových ostrůvků a jejich propojením dle uvedené metodiky klasifikace AHL vzniká křivolaká linie.

Obr. 3: Závislost křivolakosti AHL na sklonitosti, proloženo polynomem (korelace nebyly signifikantní)



### Srovnání s ostatními Sudetskými pohořími

Alpínská hranice lesa v Hrubém Jeseníku vykazuje řadu společných znaků s hranicí lesa na Králickém Sněžníku a naopak významné odlišnosti oproti AHL v Krkonoších. Kromě zásadního faktoru přirozené absence borovice kleče v ekotonu (Jeník 1973) je na první pohled patrný převažující užší ekoton ve srovnání s Krkonošemi a méně rozkolísaný průběh AHL. Rovněž je pro alpínskou hranici lesa v Hrubém Jeseníku příznačná přítomnost v průměru nižších stromů než na AHL v Krkonoších a menší rozdíly v jejich výšce. Vysvětlením uvedených jevů je zejména vyšší podíl disturbovaných lokalit v Krkonoších (svahové procesy, kamenná moře) a daleko větší podíl přímo vysazovaných porostů smrku na alpínské hranici lesa v Hrubém Jeseníku (Alblová 1970, Banaš et al. 2001). Ještě dnes zde lze vysledovat na řadě míst společný průběh AHL a tzv. vegetačního chodníku, který rozlišoval bezlesí a k dosazování lesa určené pozemky. Stromové skupinky či solitéry nad zapojeným lesem vnikly zpravidla již generativním resp. vegetativním zmlazením (odlišný věk od zapojených porostů pod AHL).

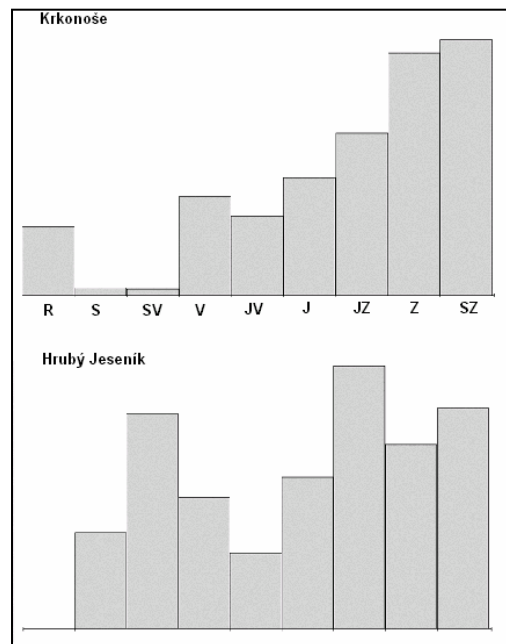
Tab. 3: Základní charakteristiky alpínské hranice lesa ve Vysokých Sudetech

	Krkonoše	Králický Sněžník	Hrubý Jeseník
Průměrná výška (m n.m.)	1230	1305	1302
Maximální výška (m n.m.)	1370	1340	1430
Celková plocha (ha)	5465	65	1103
Šířka pásu boje:	*km/%		km/%
a) 0 – 50m			
b) 50 – 100m	29,8/37,3		17,2/40,4
c) 100 a více	14,0/17,5 37,8/47,2		12,9/30,3 11,9/29,3
Průměrný index křivolakosti	2,07		1,33

\*platí pouze pro českou stranu Krkonoš

Pokud sledujeme výšková maxima, tak v Hrubém Jeseníku i v Krkonoších jsou dosažena na svazích západně až jihozápadně orientovaných. U výškových maxim AHL je možno pro západní a jihozápadní expozice odvozovat lepší teplotní podmínky díky radiačnímu ohřevu povrchu, jižní expozice jsou zpravidla pod vyšším antropickým tlakem (Krkonoše), proto se ve výškových maximech neuplatňují. Zajímavým je fakt, že obě výšková maxima jsou dosažena na úbočí nejvyšších vrcholů sledovaných pohoří. Posuzujeme-li horní kvartil výškových intervalů AHL, tak zde nalézáme výraznou preferenci návětrných západních kvadrantů v Krkonoších a méně výraznou v Hrubém Jeseníku (obr. 4). Možným příčinným faktorem je nižší výška sněhové pokrývky na vyfoukávaných západních svazích a její dřívější tání a tím i prodloužení vegetačního období.

Obr. 4: Expoziční charakteristiky nejvyšších poloh AHL (treeline, horní kvartil výškových intervalů), Krkonoše (nahore) a Hrubý Jeseník (dole), relativní zastoupení délkových úseků AHL, (R – rovina).



### Otázka přirozenosti alpské hranice lesa v Hrubém Jeseníku

V Hrubém Jeseníku je původnost alpské hranice dlouhodobě diskutovaným problémem souvisejícím s otázkou přirozené absence borovice kleče. Většina indicií svědčících pro původnost alpského bezlesí byla obšírně rozebrána v již dříve publikovaných pracích (Jeník et Hampel 1991, Alblová 1970, Bureš 1976, Banaš et al. 2001). Jako důkaz dlouhodobého bezlesí slouží zejména společenstva vyfoukávaných trávníků svazu *Juncion trifidi*, společenstva sněhových výležísek svazu *Salicion herbaceae*, vysokostébelných niv svazu *Calamagrostion arundinaceae* a také na bezlesí vázané druhy motýlů a dalších bezobratlých živočichů (Banaš et al. 2001). Na druhou stranu je nutné připustit, že tato společenstva mohla přežívat i na stanovištně a velikostně omezených lokalitách, ze kterých se mohla po zvětšení alpského bezlesí rozšířit na celé území jejich dnešního výskytu.

Další z indicií je přítomnost zachovalých, kořenovým systémem stromů nerozrušených, periglaciálních tvarů. Zde je opět nutno připomenout, že v Krkonoších dochované strukturní půdy se nachází i v místech dlouhodobě porostlých klečí, a že jesenické tvary celkově nejsou

tak dobře vyvinuté jako tvary v nejvyšších polohách Krkonoš (což je do značné míry petrologicky podmíněno). Důležitou výjimkou z předchozího tvrzení je však lokalita Keprník. Zde se ve vrcholové části nachází mrazové kopečky, ve kterých v současné době v určité omezené míře stále probíhají periglaciální procesy, a které vznikaly v recentním období (blíže viz stať Křížek, Treml, Engel v tomto sborníku). To automaticky předpokládá bezlesé prostředí umožňující fungování periglaciálních procesů. Analogicky je nutno uvažovat o přirozeném bezlesí v recentu i na dalších podobně extrémních lokalitách (Červená hora, Praděd, Petrovy kameny – Kamzičnick).

Pokud uvážíme současné teplotní podmínky vegetačního období (kontinuální období s průměrnými týdenními teplotami  $> 0^{\circ}\text{C}$ , Körner 2004) v maximálních polohách alpinské hranice lesa přepočtené z teplotních údajů ze stanice Praděd (Lednický et al. 1973) nebo přímo měřené v ekotonu AHL (sezóna 2004 – Ovčárna:  $7,55^{\circ}\text{C}$ ), tak docházíme k hodnotám v rozmezí  $6,6 - 7,5^{\circ}\text{C}$ . Ty jsou v souladu s obecně udávaným teplotním rozmezím pro maximální elevace AHL  $5,5^{\circ}\text{C} - 7,5^{\circ}\text{C}$  (Körner 1999). Uvedené hodnoty jsou nižší než naměřené údaje ze severních Alp (cca  $8^{\circ}\text{C}$ , Körner 2004) a plně odpovídají teplotním poměrům na hranici lesa v temperátní zóně. Nelze tedy mluvit o alpinské hranici lesa v Hrubém Jeseníku, jako o nepřirozeném fenomenu. Navíc se dá předpokládat, že i při teplotách ještě o cca  $0,5^{\circ}\text{C}$  vyšších než dnes by stále dlouhodobě existoval prostor pro alpinské bezlesí v nejvyšších polohách Hrubého Jeseníku (nebereme-li v úvahu další faktory ovlivňující růstové podmínky stromů – vítr, laviny, vysoká sněhová pokrývka).

Alpinská hranice lesa je sama o sobě konzervativním ekotonem (díky konkurenčním vztahům, dlouhověkosti stromů, mezo a mikroklimatickým vlivům) a zatímco zlepšení růstových podmínek stromů lze pozorovat při zvýšení teplot vegetačního období rychle, tak celkový posun hranice lesa vzhůru je záležitostí velmi dlouhodobou. Celková změna teplotních podmínek bývá zpravidla doprovázena i změnou srážkových podmínek, a tak paradoxně vyšší standardně měřené sezónní teplotní průměry doprovázené vyšším úhrnem zimních sněhových srážek mohou vést ke zkrácení vegetačního období, ke snížení teplot v růstové zóně kořenů a přízemní části atmosféry a tím i ke zhoršení vzrůstových podmínek stromů (srovnej např. Gamache et Payette 2004). Konzervativnost ekotonu alpinské hranice lesa se projevila relativně malým kolísáním AHL během holocénu potvrzeném z centrálních Alp (maximálně 150 m, Tinner et al. 1996). Pouze malé změny v průběhu AHL v holocénu předpokládají v Krkonoších Hüttemann et Bortenschlager (1987), k relativní stabilitě AHL probíhající pod vrcholovými plošinami v Západních Sudetech se přiklání Jeník et Lokvenc (1962) a Treml (2004). Za významný je pokládán zejména faktor větru na hranách vrcholových plošin a

plošinách samotných (Alblová 1970, Tremel 2004). S tímto vědomím bychom měli přistupovat k rekonstrukci vývoje polohy AHL v Hrubém Jeseníku.

Po klimatickém optimu se v naší části střední Evropy pohybovaly teploty vegetačního období zhruba v dnešní úrovni s výraznějším záporným výkyvem ve středním subboreálu a kladným během středověkého klimatického optima. Během tohoto teplého výkyvu dosahovaly teploty ve vegetačním období stejných nebo i vyšších hodnot než v atlantiku (Davis et al. 2003). Na klimatické oscilace zřejmě určitým způsobem reagovala i alpinská hranice lesa. Rybníček et Rybníčková (2004) kladou horní limit lesa v tomto období (před kolonizací nejvyšších poloh Hrubého Jeseníku) výše než dnes. Počátek intenzivního vlivu člověka na vrcholové oblasti Hrubého Jeseníku je datován do 17. století (Jeník et Hampel 1991). Působení člověka se tak kryje s četnými chladnými výkyvy tzv. Malé doby ledové, které byly spíše omezeny na zimní období (Davis et al. 2003) Intenzivní využití vrcholových poloh synergicky působilo s klimatickým zhoršením růstových podmínek stromů. Na přelomu 18. a 19. století bylo bezlesí mnohem rozsáhlejší než dnes a byly propojeny prakticky všechny dnes oddělené enklávy bezlesí na severu (Šerák – Červená hora) a na jihu (Malý Děd – Pecný – Mravenečník). Poté došlo masivním zalesňováním k opětovnému zvýšení alpinské hranice lesa (Hošek 1972, Jeník et Hampel 1991).

### **Shrnutí a využití pro ochranářskou praxi**

Alpinské bezlesí v Hrubém Jeseníku je přirozeným fenoménem. Jeho rozloha se s největší pravděpodobností zvětšila ve srovnání s obdobím před kolonizací nejvyšších poloh Hrubého Jeseníku člověkem, a to díky současnému působení nepříznivých klimatických podmínek a činnosti člověka.

Vlastní ekoton alpinské hranice lesa (AHL) je do značné míry poznamenán umělým zalesňováním, výsadby sahají až na samotnou hranici lesa (tzv. cenové kultury) nebo těsně pod ní (výsadby pod tzv. vegetačním chodníkem). Stromové skupinky a solitéry v ekotonu jsou však již zpravidla výsledkem přirozeného vegetativního nebo generativního zmlazení. Na podobě ekotonu AHL se projevuje značný podíl výsadeb v jeho malé šířce a vyrovnaným průběhem.

Na řadě míst ekotonu se nachází zapojené porosty borovice kleče. V Krkonoších je značně menší dynamika AHL v místech, kde se nad ní nachází zapojené porosty kleče ve srovnání s místy, kde je kleč pouze ostrůvkovitě rozšířena (Tremel 2004). Proto chceme-li podpořit přirozené procesy, je nutné postupně odstraňovat kleč i z lokalit, kde se nachází její rozsáhlé zapojené porosty při AHL. Navíc je u ekotonu, který se zčásti již vyvíjí přirozenou cestou nutné zamezit jakýmkoliv lesnickým zásahům, zejména dosazování.

## Citovaná literatura

- Alblová, B. (1970): Die Wald und Baumgrenze im Gebirge Hrubý Jeseník (Hohes Gesenke), Tschechoslowakei. *Folia geobot. Phytotax.* 4/4: 1 – 42 s.
- Armand, A. D. (1992): Sharp and Gradual Mountain Timberlines as a Result of Species Interaction. *Ecological Studies* 92: 360-378 s.
- Banaš, M., Tremel, V., Lekeš, V., Kuras, T. (2001): Několik poznámek k determinaci alpinské hranice lesa ve Východních Sudetech. In: Létal, A., Sczyrba, Z., Vysoudil, M. (eds.) *Česká geografie v období rozvoje informačních technologií*: 109-128 s.
- Bureš, L. (1976): Byly nebo budou hřebeny Jeseníků zalesněny? *Živa* 24/62: 202-204 s.
- Davis, B. A. S., Brewer, S., Stevenson, A.C., Guiot, J. et al. (2003): The temperature of Europe during the Holocene reconstructed from pollen data. *Qua. Sci. Rev.* 22: 1701 – 1716 s.
- Gamache, I., Payette, S. (2004): Height Growth Response of Tree Line Black Spruce to Recent Climate Warming across the Forest-tundra of Eastern Canada. *Journal of Ecology* 92: 835 – 845 s.
- Hošek, E. (1972): Dosavadní vývoj horní hranice lesa v Jeseníkách. *Ochrana přírody* 27: 110-113 s.
- Hüttemann, H., Bortenschlager, S., (1987): Beitrage zur Vegetationsgeschichte Tirols VI: Riesengebirge, Hohe Tatra – Zillertal, Kühtai. *Ber. Nat. – med. Verein Innsbruck*, 74 : 81 – 112 s.
- Jeník, J. (1961): Alpinská vegetace Krkonoš, Králického Sněžníku a Hrubého Jeseníku. *Academia*, 407 s., Praha.
- Jeník, J. (1972): Výšková stupňovitost Hrubého Jeseníku: otázka alpského stupně. *Campanula* 3: 45-52 s.
- Jeník, J. et Hampel, R. (1991): Die waldfreien Kammlagen des Altwatergebirges (Geschichte und Ökologie). *MSSGV*, 104 s., Stuttgart.
- Jeník, J. et Lokvenc, T. (1962): Die alpine Waldgrenze im Krkonoše Gebirge. - *Rozpr. Čs.Akad. věd , Ser. Math. - natur.*, 72/1 : 1-65.
- Klímešová, J. (1993): Rostlinná společenstva alpského stupně se smilkou tuhou (*Nardus stricta*) v Hrubém Jeseníku. II. Vztah mezi smilkovými porosty a sněhovou pokrývkou. *Praha, Preslia*, 65:63-75.
- Körner, Ch. (1999): *The alpine plantlife*. Gustaf Fischer Verlag, 350 s., Stuttgart.
- Körner, Ch., Paulsen, J. (2004): A world-wide study of high altitude treeline temperatures. *J. Biogeogr.* 31: 713 – 732 s.
- Rybníček, K., Rybníčková, E. (2004): Pollen Analyses of Sediments from the Summits of the Praděd Range in the Hrubý Jeseník Mts. (Eastern Sudetes). *Preslia* 76/4: 331 – 348 s.
- Tinner, W., Amman, B., Germain, P. (1996): Treeline Fluctuations Recorded for 12 500 Years by Soil Profiles, Pollen and Plant Macrofossils in the Central Swiss Alps. *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 28/2: 375 – 392 s.
- Tranquilini, W. (1979): *Physiological Ecology of the Alpine Timberline. Tree Existence at High Altitudes with Special References to the European Alps*. *Ecological Studies*, 31, Springer, (1,4,7).
- Tremel, V. (2004): Recent tendencies of Alpine Timberline Shifts in the Krkonoše (Giant) Mts., High Sudetes. In: Drbohlav, D., Kalvoda, J., Voženilek, V. (eds.) *Czech Geography at the Dawn of the Millenium*, UP Olomouc, 151 – 162 s.
- Tremel, V., Banaš, M. (2000): Alpine timberline in the High Sudetes. *Acta Univesitatis Carolinae, Geographica* 15/2: 83-99 s.