

Vliv vysazených klečových porostů na alpskou vegetaci v Hrubém Jeseníku

The impact of dwarf pine plantation on alpine plant communities in
the Hrubý Jeseník Mts.

MIROSLAV ZEIDLER¹, MAREK BANAŠ¹, MARTIN DUCHOSLAV² & MARTINA LEŠKOVÁ¹

¹ Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta
Univerzity Palackého, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc
zeidler@prfnw.upol.cz, banas@prfnw.upol.cz, martinalesinka@centrum.cz

² Katedra botaniky, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého,
Šlechtitelů 11, 783 71 Olomouc, martin.duchoslav@upol.cz

Abstract: Dwarf pine (*Pinus mugo*) is considered as an alien species in the Hrubý Jeseník Mts., it was planted there in the 19th century. The influence of dwarf pine plantation was studied on alpine plant communities represented by wind-swept alpine grasslands (*Juncion trifidi*) and closed alpine grasslands (*Nardo-Caricion rigidae*) at two sites, Keprník and Tabulové kameny. The species composition of stands with different levels of dwarf pine impact (natural stand of alpine communities; dwarf pine plantation; openings in dwarf plantations) were recorded using phytosociological relevés, and Ellenberg's indicator values of plants were calculated for each relevé. Significant influence of dwarf pine on the species composition and Ellenberg's indicator values was found at both sites. The presence of dwarf pine plantation strongly influenced bioindication of relative irradiance intensity, humidity, mean temperature, acidity and available nitrogen. Conditions of vegetation openings in dwarf plantation are intermediate between those found in dense stands of dwarf pine and natural stands of alpine vegetation. The species abundance in the dwarf pine plantation understorey is low because many (often endangered) alpine species cannot survive under dwarf pine stands. Hence, dwarf pine is considered effective invader of alpine grasslands, and under the climate change its driven upward movement may take place quite rapidly. The data also showed that dwarf pine plantation may facilitate establishment of species alien to natural alpine plant communities. The ascertained characteristics and reduction of dwarf pine plantation should be incorporated into protected area management.

Keywords: alpine vegetation, dwarf pine, Hrubý Jeseník Mts., influence, *Pinus mugo*, plantation

Abstrakt: V důsledku specifického postglaciálního vývoje Hrubého Jeseníku lze považovat borovici kleč (*Pinus mugo*) v tomto území za druh nepůvodní.

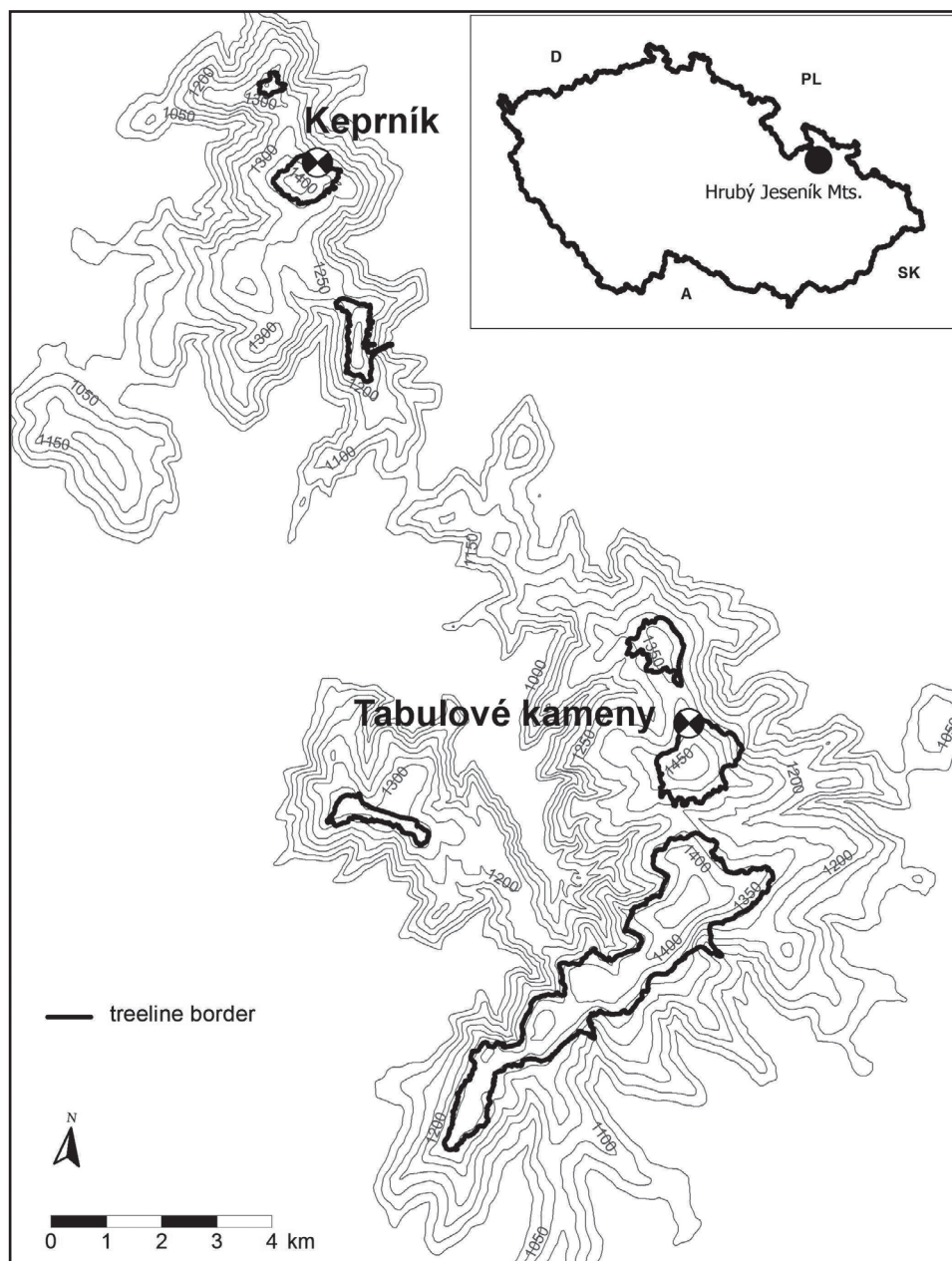
Současné porosty jsou důsledkem umělých výsadeb během 19. a 20. století. Vliv působení těchto porostů na alpínská společenstva rostlin byl zkoumán ve společenstvech vyfoukávaných (*Juncion trifidi*) a zapojených alpínských trávníků (*Nardo-Caricion rigidae*) na dvou lokalitách, Keprníku a Tabulových kamenech. Sledována byla vegetační kompozice na třech stanovištích s rozdílným vlivem klečových porostů (v přirozených porostech alpínských trávníků, na porostních světlinách a v porostech kleče) formou vegetačního snímkování. Pro každý vegetační snímek byla dále spočítána hodnota Ellenbergových indikačních čísel. Byl zjištěn průkazný vliv porostů kleče na bezprostřední okolí a druhové složení vegetace. Přítomnost kleče ovlivňuje teplotní i vlhkostní podmínky, hodnoty relativní ozářenosti, pH a koncentrace dusíku. Prostředí porostních světlin lze označit za přechodové mezi podmínkami klečových porostů a přirozené alpínské vegetace. Pokryvnost bylinného podrostu v klečových porostech je nízká, protože mnoho (často ohrožených) alpínských druhů lze považovat za heliofilní bez schopnosti přežít na stíněných stanovištích. Kleč lze považovat za druh schopný šíření do alpínských trávníků, který v případě dalších klimatických změn může úspěšně kolonizovat i nejvyšší polohy pohoří. Porosty kleče dále umožňují uchycení rostlinných druhů, které v alpínských společenstvech nelze považovat za původní. Na základě zjištěných výsledků je doporučováno redukovat porosty kleče a zjištěná fakta zohlednit při managementu území.

Klíčová slova: alpínská vegetace, Hrubý Jeseník, kleč, *Pinus mugo*, vliv, výsadba

Úvod

Historická nepřítomnost borovice kleče (*Pinus mugo*) a dalších konkurenčně zdatných nanofanerofytů v alpínském stupni Hrubého Jeseníku je dávana do souvislosti se specifickým rozvojem rostlinných druhů, které v postglaciálním období tento druh do určité míry ekologicky nahrazovaly (JENÍK 1973, JENÍK & HAMPEL 1992, RYBNÍČEK & RYBNÍČKOVÁ 2004). V prostoru Východních Sudet tak vznikla jedinečná vegetační struktura, která svými zvláštnostmi jen stěží najde analogii v rámci ostatních oblastí Hercynika (KLIMEŠ & KLIMEŠOVÁ 1991).

V oblasti Vysokých Sudet vytváří kleč přirozené křovité formace nad hranicí lesa pouze v Krkonoších. Do alpínských poloh Hrubého Jeseníku a Králického Sněžníku byla zřejmě poprvé vysazena člověkem ve druhé polovině 19. století (HOŠEK 1964, 1984, JENÍK & HAMPEL 1992). Výsadby na různých místech Hrubého Jeseníku byly úspěšné a kleč na uvedeném území zvolna expanduje na úkor původních reliktních biotopů, včetně rozvolněných smrkových porostů při horní hranici lesa (BANAŠ et al. 2001, BUREŠ et al. 2003, BUREŠ & BUREŠOVÁ 2003, KURAS 2001, 2003).



Obr. 1. Situační mapa území se zaznačením polohy studovaných lokalit.
Fig. 1. The scheme of the study area with research plots.

Jak bylo zjištěno v Krkonoších, prostředí vytvářené zapojenými klečovými porosty se výrazně liší od prostředí alpínské tundry (SVOBODA 2001, SOUKUPOVÁ et al. 2001a). Pro přežívání světlomilných druhů jsou pak důležité dostatečně velké světliny v porostech kleče a mladší věk klečových porostů (SOUKUPOVÁ et al. 2001b, MÁLKOVÁ et al. 2001, WAGNEROVÁ 2001b). Údaje zjištěné v Krkonoších jsou však jen omezeně použitelné v případě Východních Sudet. V Krkonoších je výskyt zapojených porostů *Pinus mugo* většinou autochtonní (KYNCL & ŠTURSA 1995, LOKVENC 2001). Navíc zde kleč roste ve fytoceenózách, které jsou mnohdy druhově značně odlišné od společenstev v Jeseníkách a na Králickém Sněžníku (JENÍK 1961, KLIMEŠ & KLIMEŠOVÁ 1991, CHYTRÝ et al. 2001).

Vliv výsadeb kleče na přirozené alpínské fytoceenózy Hrubého Jeseníku je již několik let vnímán jako negativní (JENÍK 1961, BUREŠ 1973, JENÍK & HAMPEL 1992, BANAŠ et al. 2001, BUREŠ et al. 2003), nicméně konkrétní doklady chybí. Zvláštní pozornost byla z tohoto pohledu věnována pouze lokalitám karů a nivačně přemodelovaným údolním uzávěrům (BUREŠ 1974a, 1974b, BUREŠ & BUREŠOVÁ 1989, 1990, 1991, GERŽA 2001a). Naopak, konkrétní údaje o vlivu kleče na alpínské trávníky svazu *Juncion trifidi* ve vrcholových partiích prakticky chybí (GERŽA 2001b).

Cílem provedeného výzkumu bylo zjištění rozdílů ve složení vegetace mezi porosty přirozené vyfoukávané tundry (svazů *Juncion trifidi* a *Nardo-Caricion rigidae*), zapojenými klečovými porosty a různě velkými porostními světlinami v nezapojených klečových výsadbách. Snahou bylo zodpovědět otázky:

Jaký vliv má přítomnost porostů kleče na rostlinné druhy alpínské tundry Hrubého Jeseníku?

Jak se liší složení vegetace mezi přirozenou alpínskou tundrou, světlinami v porostech kleče a zapojenými porosty kleče?

Materiál a metody

Zájemové území prováděného výzkumu bylo situováno do vrcholových partií Hrubého Jeseníku. Konkrétně se jedná o dvě lokality. První jsou Tabulové kameny na západ od vrcholu Pradědu v nadmořské výšce 1450–1465 m. Druhou je území severovýchodně od vrcholu Keprníku v nadmořské výšce 1395–1420 m (obr. 1). Obě studované lokality představují biotopy silně deflačních alpínských trávníků ve vrcholové části anemo-orografického systému (sensu JENÍK 1961) s mozaikovitým výskytem porostů svazu *Juncion trifidi* Krajina 1933 (asociace *Cetrario-Festucetum supinae* Jeník 1961), svazu *Nardo-Caricion rigidae* Nordhagen 1937 (asociace *Carici fyllae-Nardetum* (Zlatník 1928) Jeník 1961), a druhotných zapojených klečových porostů svazu *Pinion mughi* Pawłowski in Pawłowski et al. 1928 (asociace *Myrtillo-Pinetum mughi* Hadač 1956) (JENÍK 1961, CHYTRÝ et al. 2001). Jedná se o lokality, kde

se v těsném sousedství vyskytují jak přirozené porosty alpských trávníků, tak klečové výsadby, navíc na obou lokalitách byly klečové porosty alpského původu vysázeny v období 1880–1900 (HOŠEK 1964, 1984).

Na uvedených lokalitách byly během vegetační sezóny 2006 studovány tři typy porostů: přirozené porosty tundry, sekundární porosty kleče, a porostní světliny. Na každé z obou lokalit byly vymezeny vždy dvě výzkumné plochy. V rámci výzkumných ploch byla vegetace v přirozených porostech a v porostech kleče zaznamenána vždy ve dvaceti náhodně vybraných ploškách 2 × 2 m a dále na všech porostních světlinách, které se vyskytují v daném bloku klečových porostů. Za světlinu byla považována plocha obklopená porostem kleče s minimální plochou 4 m². Ve všech případech byl proveden vegetační snímek za užití sedmičlenné Braun-Blanquetovy stupnice (MORAVEC 1994). Na světlinách větších rozměrů byl snímek zhotoven v maximální vzdálenosti od okraje kleče z důvodu okrajového efektu (SOUKUPOVÁ et al. 2001a, b, PAŠTÁLKOVÁ et al. 2001).

Pro účely dalších analýz byly původní hodnoty kombinované stupnice pokryvnosti/početnosti dle Braun-Blanqueta převedeny van der Maarelovou transformací (LEPŠ & ŠMILAUER 2003, VAN DER MAAREL 2005) na číselné hodnoty. Schopnost druhů indikovat stanovištní podmínky byla vyjádřena pomocí Ellenbergových stupňů (ELLENBERG et al. 1992). Pro každý snímek byl vypočten vážený průměr indikačních hodnot druhů pro relativní intenzitu ozáření, teplotu, vlhkost, pH a dusík.

Vliv kleče na druhové složení bylinné vegetace byl testován pomocí redundanční analýzy (RDA) v programu CANOCO 4.5 (TER BRAAK & ŠMILAUER 2002), kde proměnná „kleč“ byla kódována do třech dummy proměnných (kleč, světlina, tundra) a studované lokality figurovaly v modelu jako kovariáty (bloky). Kleč jako rostlinný druh byla vyloučena z analýzy, aby nedošlo ke zkreslení výsledků. Lineární technika byla zvolena jako nejvhodnější na základě předběžné DCA analýzy. Statistická významnost byla testována Monte Carlo permutačním testem s 499 permutacemi. Ellenbergovy indikační hodnoty, celková pokryvnost a pokryvnosti jednotlivých pater (E_2 , E_1 , E_0) byly korelovány s pozicemi vzorků podél prvních dvou kanonických os po provedené RDA.

Výsledky

RDA analýza prokázala rozdílné floristické složení studovaných typů porostů (Monte Carlo permutační test první kanonické osy: $F = 8,26$, $P = 0,002$, test všech kanonických os: $F = 6,25$, $P = 0,002$; obr. 2). Z analýzy je patrné, že prostředí tundry z hlediska abiotických faktorů prostředí poskytuje vhodné podmínky pro světlomilné druhy a druhy upřednostňující vyšší hodnoty pH.

Navíc druhy tohoto biotopu jsou charakteristické svými schopnostmi snášet nízké teploty. Prostředí v porostech kleče, na rozdíl od porostních světlin, vyhledávají druhy náročnější na vlhkost prostředí. Podmínky pro dosažení maximální zjištěné celkové pokryvnosti i pokryvnosti bylinného patra (E_1) se spíše objevují v rámci porostních světlin v kleči. Vyšší pokryvnost mechového patra byla zaznamenána v porostech kleče i tundry, obvykle v prostředí s nízkou pokryvností bylinného patra.

V zapojených porostech kleče se téměř vůbec nevyskytuje přibližně třetina nalezených druhů, přičemž se často právě jedná o druhy diagnostické pro alpská vřesoviště a acidofilní alpské trávníky jako např. *Carex bigelowii*, *Cetraria islandica*, *Calluna vulgaris*, *Empetrum hermaphroditum*, *Hieracium* sp. div., *Huperzia selago*, *Juncus trifidus*. Střed a vnitřní lem klečových keřů bývá osídlen širokolistými a stínomilnými, převážně klonálními druhy rostlin horské tajgy. V našem případě vazbu na toto prostředí vykazovaly především druhy *Dryopteris dilatata*, *Polygonatum verticillatum*, *Rubus idaeus*, *Silene vulgaris*, *Trientalis europaea*, *Veratrum album*. Vegetace porostních světlin je druhově nejméně vyhraněná. Obsahuje zejména prvky na přechodu subalpínských-alpínských vysokostébelných trávníků blízkých svazu *Calamagrostion villosae* (*Luzula luzuloides* subsp. *rubella*, *Anthoxanthum alpinum*) a subalpínských brusnicových porostů blízkých svazu *Vaccinion myrtilli* (*Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtilus*). Ve vegetačních snímcích bylo zaznamenáno celkem šest druhů z červeného seznamu (PROCHÁZKA 2001). Pouze jeden druh tohoto seznamu (*Veratrum album*) byl zaznamenán v porostech kleče, dva druhy (*Ligusticum mutelina*, *Veratrum album*) v porostních světlinách a čtyři (*Empetrum hermaphroditum*, *Hieracium alpinum*, *Huperzia selago*, *Juncus trifidus*) v tundře.

Diskuse

Provedená analýza prokázala, že se od sebe liší vegetace přirozené alpské tundry, vegetace porostních světlin v kleči a vegetace zapojených klečových porostů. Z pohledu abiotických faktorů je prostředí tundry zcela odlišným prostředím od zapojených klečových porostů i porostních světlin. Biotop porostů kleče je charakteristický zapojeností svého keřového patra, které výrazně snižuje hodnotu relativní ozářenosti v podrostu. Kleč má rovněž důležitý vliv na prostorovo-časovou distribuci sněhu (LISTON et al. 2002). Sníh působí jako tepelný izolátor, jenž chrání před příliš nízkými teplotami, teplotními fluktuacemi a v neposlední řadě snižuje vodní stres. Přítomnost kleče tak způsobuje změny v prostorovém ukládání sněhu a rovněž výrazně ovlivňuje časový průběh jeho odtávání. Vznikají tak opakované heterogenity v distribuci sněhu, které mají výrazný vliv na koloběhy látek, kvalitativní

i kvantitativní poměry solární energie, distribuci vody z tajícího sněhu, pedogenezi, dekompozici i mineralizaci a tím i na složení vegetace (BILLINGS & BLISS 1959, HADLEY & SMITH 1987, SEASTEDT & ADAMS 2001, HIEMSTRA et al. 2002, WILD & WILDOVÁ 2002). Vegetační seskupení, jakou kleč je, lze tedy považovat za důležitý řídicí prvek nejen z pohledu distribuce sněhu.

Změny biotopových podmínek se odrážejí v reakcích většiny rostlinných druhů. V Krkonoších bylo potvrzeno, že s rozrůstáním kleče dochází k úbytku až k úplnému vymizení významných heliofilních alpínských druhů (např. *Hypochoeris uniflora*, *Hieracium alpinum*, *Carex bigelowii*). Pod vzrostlou klečí již tyto druhy nebyly nalezeny vůbec (MÁLKOVÁ et al. 2001, WAGNEROVÁ 2001b). V našem případě byla situace obdobná. V zapojených porostech kleče chybí diagnostické druhy pro alpínská vřesoviště a acidofilní alpínské trávníky.

Jehličnany obecně jsou považovány za druhy s okyselujícím vlivem na své prostředí (ZINKE 1962, FISK & SCHMIDT 1995). Jejich vliv na hodnotu půdního pH je však ovlivňován půdní biotou a keře samotné se významným způsobem nepodílejí na změně pH (SEASTEDT & ADAMS 2001). Je sporné, do jaké míry lze zjištěné rozdíly přičítat přirozeným procesům a jak velký podíl má vliv kyselých imisí. Imisní zátěž studované oblasti může činit až $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ v podobě NO_x (SOUKUPOVÁ et al. 1995, FABISZEWSKI & BREJ 2000). Z téhož důvodu je možné pohlížet na mírnou tendenci zvýšeného obsahu živin pod klečovými porosty v porovnání s ostatními biotopy jako na schopnost stálezelených jehličnatých keřů dokonaleji vyčesávat srážky s rozpuštěnými polutanty dusíku oproti travinným společenstvům tundry (ELLENBERG et al. 1986, ELIAS et al. 1995, SOUKUPOVÁ 2001). Závislosti vegetačních změn v porostech kleče na intenzitě imisního zatížení potvrzují i závěry z Krkonoš (PAŠTÁLKOVÁ et al. 2001).

Specifickým prostředím z hlediska tří srovnávaných biotopů jsou světliny v porostech kleče. V Hrubém Jeseníku je není možné na základě podmínek prostředí ani druhového složení jednoznačně přiřadit k biotopu tundry nebo porostů kleče. Lze je tedy pro toto pohoří považovat za samostatný specifický biotop. Teplotními poměry a množstvím dusíku v prostředí jsou světliny na pomezí mezi tundrou a porosty kleče, avšak z uvedených biotopů patří k nejsušším, s nejnižší vlhkostí. Prudkou změnu podmínek prostředí mezi klečí a travinnými společenstvy zmiňují i někteří autoři z Krkonoš (SOUKUPOVÁ et al. 2001a, WILD & WILDOVÁ 2002). Vliv mají především okolní husté porosty kleče, které pozměňují přísun horizontálních srážek a zamezují intenzivnějšímu vzdušnému proudění uvnitř porostního zápoje a na světlinách. Na rozdíl od zapojených porostů nejsou světliny chráněny před přímým slunečním zářením, které prostředí dále zahřívá a vysušuje. Na vnějším okraji ekotonu kleče byly v Krkonoších doloženy příznivé podmínky pro bylinný podrost. Jedná se především o dostatečnou vlhkost, stabilní prostředí z hlediska regelace a nízkou sílu větru, což vytváří vhodné podmínky pro mikrobiální aktivitu a vyšší produkci (JOHNSON et al. 1996, SOUKUPOVÁ et al. 2001a). Jak je patrné z našich výsledků, podmínky prostředí v centrální části světlin se

od podmínek ekotonu v Krkonoších liší. Ze zkoumaných tří typů biotopů je vegetace porostních světlin druhově nejméně vyhraněná. Obsahuje zejména prvky na přechodu subalpínských-alpínských vysokostébelných trávníků blízkých svazu *Calamagrostion villosae* (*Luzula luzuloides* subsp. *rubella*, *Anthoxanthum alpinum*) a subalpínských brusnicových porostů blízkých svazu *Vaccinion myrtilli* Böcher 1943 (*Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtilus*). Porostní světliny v zapojených porostech kleče v Krkonoších vykazují poněkud jiné druhové složení (SOUKUPOVÁ et al. 2001b, WAGNEROVÁ 2001a). Na menších světlinách v Krkonoších výrazně dominoval druh *Nardus stricta*, obvykle s příměsí *Calamagrostis villosa* a *Anthoxanthum alpinum* a druhová kompozice připomíná společenstvo *Myrtillo-Pinetum mughi* Hadač 1956, na větších světlinách spíše *Carici fyllae-Nardetum* (Zlatník 1928) Jeník 1961 (SOUKUPOVÁ et al. 2001a). V Jeseníkách se však podobný typ pod vlivem klečových porostů nevytvořil. V porostních světlinách v kleči na zkoumaných lokalitách, podobně jako v zapojených klečových porostech, prakticky zcela chybí diagnostické druhy alpínských společenstev *Juncion trifidi* a *Nardo-Caricion rigidae*. Zároveň lze předpokládat, že před zahájením klečových výsadb na sledovaných plochách bylo druhové složení vegetace přinejmenším velmi podobné uvedeným alpínským společenstvům.

Jako jediný druh alpínského prostředí, schopný snášet přítomnost porostů kleče, se jeví *Solidago virgaurea* subsp. *minuta*, který je v porostech kleče sporadicky nalézán. Z hlediska ochrany přírody je nutné zdůraznit, že ve vegetačních snímcích na výzkumných plochách byly zaznamenány druhy uvedené v červeném seznamu ČR (PROCHÁZKA 2001). Většina z nich vykazuje vazbu na prostředí alpínské tundry a v prostředí světlin či zapojených porostech kleče se nevyskytuje. Tento fakt bude nutné zohlednit při vytváření managementových opatření ve vztahu k porostům kleče pro oblast alpínské tundry Hrubého Jeseníku.

Jak je patrné z našich výsledků, je schopnost alpínských druhů odolávat konkurenci kosodřeviny velmi malá. Kleč je možné označit za druh s vyššími kompetičními vlastnostmi, který je schopen se dále šířit na úkor druhů původní alpínské tundry. Potvrzují se tak závěry o expanzivitě tohoto druhu v rámci některých středoevropských pohoří. Z Jeseníků je její schopnost expanze uváděna již Burešem (BUREŠ et al. 1992) a z Krkonoš Pašťálkovou (PAŠŤÁLKOVÁ et al. 2001). V oblasti severních Alp je kleč řazena k významným invazním druhům opuštěných subalpínských pastvin (DULLINGER et al. 2003).

Přítomnost porostů kleče může významným způsobem pozměňovat intenzitu herbivorie (GALEN 1990, MÁLKOVÁ et al. 2001), případně změnou podmínek prostředí pozměňovat poměry uchycení či přežívání bylinných druhů podrostu (DONA & GALEN 2007). Může jít i o druhy, které by jinak neměly šanci v podmínkách alpínské tundry přežít. Za takové, navíc konkurenčně zdatné druhy podporované lidskou činností, které vyhledávají ochranu klečových

Obr. 2. RDA ordinační diagramy druhů, faktorů prostředí a dodatečných proměnných zobrazující vliv kleče (přirozená alpinská tundra, porostní světliny kleče, zapojené porosty kleče) na druhové složení vegetace na studovaných lokalitách (parciální RDA; lokality použity jako bloky; test signifikance všech kanonických os: Trace = 0,057; F = 6,25; P = 0,002).

Bylinné patro:

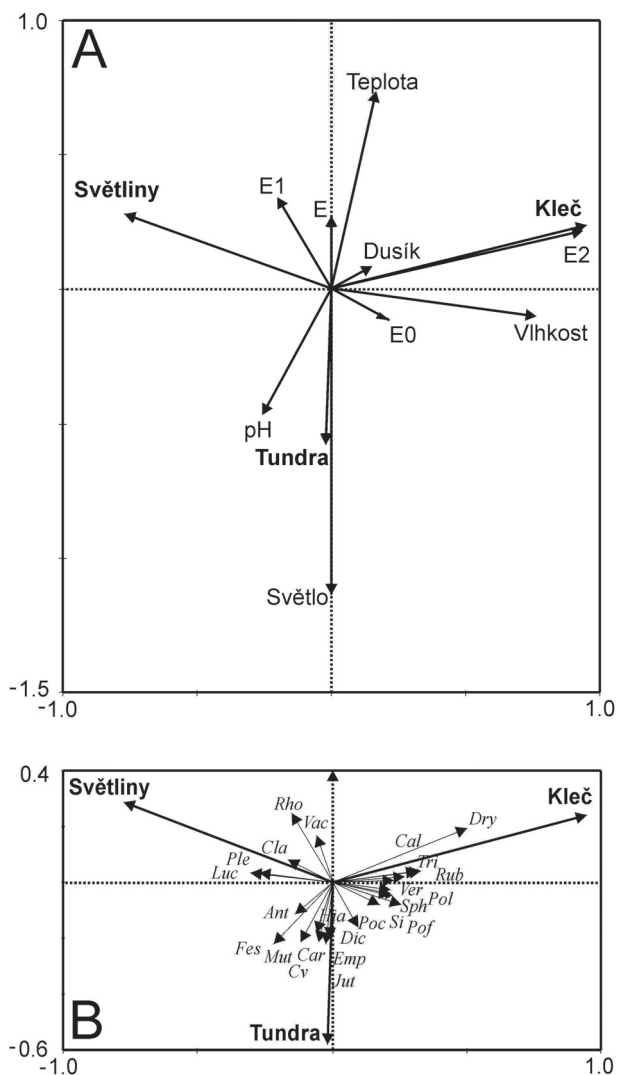
Ant – *Anthoxanthum alpinum*, Cal – *Calamagrostis villosa*, Car – *Carex bigelowii*, Cv – *Calluna vulgaris*, Dry – *Dryopteris dilatata*, Emp – *Empetrum hermaphroditum*, Fes – *Festuca supina*, Hia – *Hieracium alpinum*, Jut – *Juncus trifidus*, Luc – *Luzula luzuloides* subsp. *rubella*, Mut – *Ligusticum mutellina*, Pol – *Polygonatum verticillatum*, Rho – *Vaccinium vitis-idaea*, Rub – *Rubus idaeus*, Si – *Silene vulgaris*, Tri – *Trientalis europaea*, Vac – *Vaccinium myrtillus*, Ver – *Veratrum album* subsp. *lobelianum*.

Mechové patro:

Cla – *Cladonia* sp., Dic – *Dicranum scoparium*, Ple – *Pleurozium schreberi*, Poc – *Polytrichum commune*, Pof – *Polytrichum formosum*, Sph – *Sphagnum* sp.

Fig. 2. RDA diagrams showing influence of krumholz (alpine tundra, dwarf-pine plantation and dwarf-pine openings) on species composition at both study locations (partial RDA; localities used as blocks; test of significance of all canonical axes: Trace = 0.057; F-ratio = 6.25; P-value = 0.002). Species abbreviations see above.

Environmental and supplementary variables: Kleč = dwarf-pine plantation, Světliny = dwarf-pine openings, Tundra = alpine tundra, E, E2, E1, E0 = total cover and cover of scrub, herb and moss layers (%), Ellenberg indicator values: Teplota = temperature, pH = soil reaction, Dusík = nitrogen, Světlo = light conditions, Vlhkost = humidity.



porostů, lze v našem případě považovat *Calamagrostis villosa*, *Rubus idaeus* a *Silene vulgaris* (PROCHÁZKA 1967, BUREŠ et al. 1992). Například druh *Silene vulgaris* ještě nebyl z vrcholu Keprníku Burešem (BUREŠ et al. 1992) uváděn, zatímco při našem snímkování se již ojediněle objevoval v porostech kosodřeviny. Podpora šíření druhů *Avenella flexuosa* a *Anthoxanthum alpinum* v souvislosti s přítomností kleče zmiňovaná z Krkonoš (KYNCL & ŠTURSA 1995) na žádné ze zkoumaných lokalit v Jeseníkách potvrzena nebyla.

Na vnějším okraji porostů kleče se vyskytují podmínky s dostatečnou vlhkostí, stabilním prostředím z hlediska regulačních procesů a bez intenzivního vlivu větru, které zvyšují produktivitu tohoto prostředí (SOUKUPOVÁ 2001a). Vyšší přístupnost živin, především pak dusíku, může být příčinou usnadněného nástupu druhů s vyššími nutričními nároky z nižších poloh, které nejsou běžně v tundře zastoupeny. V našem případě se jedná především o druhy *Dryopteris dilatata*, *Oxalis acetosella*, *Rubus* sp., *Veratrum album*. V souvislosti s dlouhodobou změnou klimatu lze rovněž pod vlivem porostů kleče (*nurse effect*) předpokládat snadnější nástup některých invazních druhů rostlin (KRAJICK 2003, THUILLER et al. 2007).

Zamezení výše uvedených efektů kleče na společenstva alpské tundry lze dosáhnout jen jejím odstraněním z tohoto prostředí. Z hlediska zachování druhového složení společenstev alpské tundry je zcela nezbytná okamžitá eradikace porostů kleče přinejmenším v klíčových partiích alpského stupně Hrubého Jeseníku a striktní zabránění dalšího plošného šíření kompaktních klečových porostů. Za velmi důležitý je nutné považovat nejen monitoring postupu šíření kleče společně s jejím vlivem na podmínky a zdroje v prostředí alpské tundry Jeseníků, ale také sledování šíření nových bylinných druhů do prostředí alpské tundry.

Summary

Natural dwarf pine absence is one of the typical phytogeographical traits of the Hrubý Jeseník Mts. Yet the dwarf pine plantation was established there during 19th and 20th centuries. The influence of dwarf pine plantation as an alien element on alpine plant communities in Hrubý Jeseník Mts. was studied at two sites (Keprník and Tabulové kameny). Plant compositional differences were tested using phytosociological reléves and Ellenberg's indicator values of plants on natural stand of alpine communities, dwarf pine plantation and openings in dwarf pine plantations. The phytosociological reléves were analyzed by RDA that found significantly different plant composition among compared groups. The presence of dwarf pine plantation strongly influenced environmental conditions compared to natural stands. Openings in dwarf pine

plantations show transitional characteristics between those found in dense stands of dwarf pine and natural stands of alpine vegetation. The habitat changes are sensibly reflected by most of alpine (heliophilous) plant species. Plant species of natural alpine communities are displaced by heliophobic plants with higher nutrient requirements such as *Dryopteris dilatata*, *Oxalis acetosella*, *Rubus* sp., *Veratrum album*. Dwarf pine should be considered a strong plant competitor and invader of subalpine area. Much more, it can support recruitment and dispersion of some other strong competitors as *Calamagrostis villosa*, *Rubus idaeus* and *Silene vulgaris* by the nurse effect. The need of dwarf pine eradication in most important part of alpine belt is stated. It is strongly recommended to pay attention to development, expansion and associated effects of dwarf pine plantation on plant and animal communities in the future. The monitoring of alien plant species dispersal is also important.

Poděkování

Tento text byl podpořen projektem VaV/620/15/03 „Vliv rekreačního využití na stav a vývoj biotopů ve vybraných VCHÚ (CHKO Beskydy, Krkonošský národní park, CHKO Jeseníky, Národní park a CHKO Šumava)“ a závěrečné úpravy pak projektem Univerzity Palackého „PřF 2010/1“.

Literatura

- BILLINGS W. D. & BLISS L. C. (1959): An alpine snowbank environment and its effects on vegetation, plant development, and productivity. – *Ecology* 40: 388–397.
- BANAŠ M., TREML V., LEKEŠ V. & KURAS T. (2001): Několik poznámek ke stanovení alpské hranice lesa ve Východních Sudetech. – In: LÉTAL A., SZCZYRBA Z. & VYSOUDIL M. [eds.], *Sborník příspěvků výroční konference České geografické společnosti „Česká geografie v období rozvoje informačních technologií“*, 25.–27.9.2001, pp. 109–128, Univerzita Palackého, Olomouc.
- BUREŠ L. (1973): Pracovní vědecká konference „Ochrana horské přírody Jeseníků na vědeckých základech“. – *Campanula* 4: 7–12.
- BUREŠ L. (1974a): Návrh projektu na experimentální likvidaci části klečového porostu ve státní přírodní rezervaci Malá kotlina. – Ms. [Depon. in: Správa CHKO Jeseníky, Jeseník.]
- BUREŠ L. (1974b): Návrh projektu postupné likvidace kosodřeviny ve státní přírodní rezervaci Velká kotlina. – Ms. [Depon. in: Správa CHKO Jeseníky, Jeseník.]
- BUREŠ L. & BUREŠOVÁ Z. (1989): Geobotanická expertíza k provádění experimentální likvidace kleče v SPR Malá kotlina. – Ms. [Depon. in: Správa CHKO Jeseníky, Jeseník.]

- BUREŠ L. & BUREŠOVÁ Z. (1990): Monitorování změn a zásahů v SPR Malá kotlina. – Ms. [Depon. in: Ekoservis Jeseníky & Správa CHKO Jeseníky, Jeseník.]
- BUREŠ L. & BUREŠOVÁ Z. (1991): SPR Malá kotlina: monitoring a experimenty. – Ms. [Depon. in: Ekoservis Jeseníky & Správa CHKO Jeseníky, Jeseník.]
- BUREŠ L., KLIMEŠ L. & KRÁLÍK J. (1992): Synantropizace květeny vyšších poloh Hrubého Jeseníku. – *Preslia* 64: 63–77.
- BUREŠ L. et al. (2003): Analýza antropických vlivů v nejcennějších částech CHKO Jeseníky: zpráva nultého roku 2003. – Ms. [Depon. in: Ekoservis, Podlesí.]
- BUREŠ L. & BUREŠOVÁ Z. (2003): Komplexní hodnocení vlivů lidských zásahů v NPR Praděd. – Ms. [Závěrečná zpráva dílčího úkolu grantu VaV 610/10/00, AOPK Praha „Vliv hospodářských zásahů na změnu biologické diverzity ve zvláště chráněných územích“, depon. in: Ekoservis, AOPK ČR, Praha.]
- DEMEK J. & KŘÍŽ V. (1994): Terénní cvičení z fyzické geografie (na příkladu Jeseníků a okolí). – Ostravská univerzita, Ostrava.
- DONA A. J. & GALEN C. (2007): Nurse effects of alpine willows (*Salix*) enhance over-winter survival at the upper range limit of fireweed, *Chamerion angustifolium*. – *Arctic Antarctic Alp. Res.* 39: 57–64.
- DULLINGER S., DIRNBÖCK T. & GRABHERR G. (2003): Patterns of shrub invasion into high mountain grasslands of the northern calcareous Alps, Austria. – *Arctic Antarctic Alp. Res.* 35: 434–441.
- ELIAS V., TESAR M. & BUCHTELE J. (1995): Occult precipitation: sampling, chemical analysis and process modelling in the Sumava Mts. (Czech Republic) and in the Taunus Mts. (Germany). – *J. Hydrol.* 166: 409–420.
- ELLENBERG H., MAYER R. & SCHAUERMANN J. [eds.] (1986): Ökosystemforschung. Ergebnisse des Sollingprojekts 1966–1986. – Ulmer, Stuttgart.
- ELLENBERG H., WEBER H. E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W. & PAULISSEN D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – *Scr. Geobot.* 18: 1–260.
- FABISZEWSKI J. & BREJ T. (2000): Contemporary habitat and floristic changes in the Sudeten Mts. – *Acta Soc. Bot. Polon.* 69: 215–222.
- FISK M. C. & SCHMIDT S. K. (1995): Nitrogen mineralization and microbial biomass N dynamics in three alpine tundra communities. – *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 59: 1036–1043.
- GALEN C. (1990): Limits to the distributions of alpine tundra plants: herbivores and the alpine skipper, *Polemonium viscosum*. – *Oikos* 59: 355–358.
- GERŽA M. (2001a): Současný stav vegetace po odstranění kleče (*Pinus mugo*) v Malé kotlině (Hrubý Jeseník). – Ms. [Depon. in: Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc.]
- GERŽA M. (2001b): Změny ve složení porostů *Festuco supinae*-*Nardetum* vyvolané výsadbami kleče (*Pinus mugo*) v Hrubém Jeseníku. – Ms. [Depon. in: Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc]
- HADLEY J. L. & SMITH W. K. (1987): Influence of krummholz mat microclimate on needle physiology and survival. – *Oecologia* 73: 82–90.
- HIEMSTRA C. A., LISTON G. E. & REINERS W. A. (2002): Snow redistribution by wind and interactions with vegetation at upper treeline in the Medicine Bow Mountains, Wyoming, U.S.A. – *Arctic Antarctic Alp. Res.* 34: 262–273.
- HOŠEK E. (1964): Zalesňování horských holí na Králickém Sněžníku a Kepníku kolem r. 1900. – *Čas. Slez. Muz. (C)* 3: 65–73.

- HOŠEK E. (1984): Průzkum dlouhodobého vývoje lesních porostů v oblasti SPR Vrchol Pradědu. – Ms. [Depon. in: Správa CHKO Jeseníky, Jeseník.]
- CHYTRÝ M., KUČERA T. & KOČI M. (2001): Katalog biotopů České republiky. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- JENÍK J. (1961): Alpínská vegetace Krkonoš, Králického Sněžníku a Hrubého Jeseníku. – Academia, Praha.
- JENÍK J. (1973): Alpínské ekosystémy a hranice lesa v Hrubém Jeseníku z hlediska ochrany přírody. – Campanula 4: 35–42.
- JENÍK J. & HAMPEL R. (1992): Die waldfreien Kammlagen des Altwatergebirges (Geschichte und Ökologie). – MSSGV, Stuttgart.
- JOHNSON L. C., SHAVER G. R., GIBLIN A. E., NEDELHOFFER K. J., RASTETTER E. R., LAUNDRE J. A. & MURRAY G. L. (1996): Effects of drainage and temperature on carbon balance of tussock tundra microcosms. – Oecologia 108: 737–748.
- KLIMEŠ L. & KLIMEŠOVÁ J. (1991): Alpine tundra in the Hrubý Jeseník Mts., the Sudeten, and its tentative development in the 20th century. – Preslia 63: 245–268.
- KRAJICK K. (2004): All downhill from here? – Science 303: 1600–1602.
- KURAS T. (2001): Charakteristika alpínských holí pohorí Hrubého Jeseníku z pohledu fauny motýlů (Lepidoptera). – Ms. [Depon. in: Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc.]
- KURAS T. (2003): Inventarizační průzkum motýlů (Lepidoptera) Národní přírodní rezervace Praděd, CHKO Jeseníky). – Ms. [Depon. in: Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc.]
- KYNCL J. & ŠTURSA J. (1995): Krummholz in arctic-alpine tundra. – Opera Corcont. 32: 72–77.
- LEDNICKÝ V., PIVOŇOVÁ E. & UJHÁZY F. (1973): Teplota vzduchu na Pradědu. – Campanula 4: 175–202.
- LEDNICKÝ V. (1977): Zhodnocení klimatických poměrů vrcholových partií Hrubého Jeseníku na příkladu Pradědu pro potřeby rekreace. – In: ŠTURSA J. [ed.], Člověk a horská příroda ve 20. století. Sborník referátů z konference, sv. 3, pp. 175–184, Špindlerův Mlýn.
- LEPŠ J. & ŠMILAUER P. (2003): Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. – Cambridge University Press, Cambridge.
- LISTON G., MCFADDEN J. P., STURM M. & PIELKE R. A. (2002): Modelled changes in arctic tundra snow, energy and moisture fluxes due to increased shrubs. – Global Change Biol. 8: 17–32.
- LOKVENEC T. (2001): History of the Giant Mts. dwarf pine (*Pinus mugo* Turra ssp. *pumilio* Franco). – Opera Corcont. 38: 21–42.
- MÁLKOVÁ J., MATĚJKA K., KYTIČKOVÁ M. & ZIKMUND M. (2001): Vegetation dynamics in dwarf pine ecosystems in the Western Giant Mts. – Opera Corcont. 38: 123–148.
- MORAVEC J. et al. (1994): Fytocenologie. – Academia, Praha.
- PAŠTÁLKOVÁ H., VACEK S., MATĚJKA K. & MÁLKOVÁ J. (2001): Vegetation dynamics in dwarf pine ecosystems in the Western Giant Mts. – Opera Corcont. 38: 89–121.
- PROCHÁZKA F. (1967): Synantropní flóra u hřebenových chat v pohorích východních Sudet. – Čas. Slez. Muz. (A) 16: 165–171.
- PROCHÁZKA F. [ed.] (2001): Černý a červený seznam cévnatých rostlin České republiky (stav v roce 2000). – Příroda 18: 1–166.
- RYBNÍČEK K. & RYBNÍČKOVÁ E. (2004): Pollen analyses of sediments from the summit of the Praděd range in the Hrubý Jeseník Mts (Eastern Sudetes). – Preslia 76: 331–347.

- SEASTEDT T. R. & ADAMS G. A. (2001): Effects of mobile tree islands on alpine tundra soils. – *Ecology* 82: 8–17.
- SOUKUPOVÁ L. (2001): Plant invasions in central European middle-mountains: A result of global change? – In: VISCONTI G., BENISTON M., IANNORELLI E. D. & BARBA D. [eds.], *Global Change and Protected Areas*, pp. 289–299, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht.
- SOUKUPOVÁ L., JENÍK J. & FRANTÍK T. (2001a): Edge effect of krummholz in Giant Mts. tundra, the Sudetes. – *Opera Corcont.* 38: 77–87.
- SOUKUPOVÁ L., FRANTÍK T. & JENÍK J. (2001b): Grasslands versus krummholz in arctic-alpine tundra of the Giant Mountains. – *Opera Corcont.* 38: 63–76.
- SVOBODA M. (2001): The effects of *Pinus mugo* (Turra.) plantations on alpine tundra microclimate, vegetation distribution, and soils in Krkonoše national park, Czech Republic. – *Opera Corcont.* 38: 189–206.
- TER BRAAK C. J. F. & ŠMILAUER P. (2002): CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows Users'guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4. 5). – Microcomputer Power, Ithaca, USA.
- THUILLER W., RICHARDSON D. & MIDGLEY G. (2007): Will climate change promote alien plant invasions? – In: NENTWIG W. [ed.], *Biological invasions*, pp. 197–211, Springer Verlag, Berlin.
- VAN DER MAAREL E. [ed.] (2005): *Vegetation Ecology*. – Blackwell Publishing, Malden, Oxford & Carlton.
- WAGNEROVÁ Z. (2001a): Distribution of protected and phytogeographically important plant species in the area of planted dwarf pines in the Western Giant Mts. – *Opera Corcont.* 38: 181–187.
- WAGNEROVÁ Z. (2001b): Influence of the dwarf pine plantations (of the age 20, 40, 60 and 90 years) on the vegetation cover. – *Opera Corcont.* 38: 163–170.
- WILD J. & WILDOVÁ R. (2002): Interactions between dwarf pine shrubs and grassland vegetation under different management. – *Opera Corcont.* 39: 17–33.
- ZINKE P. J. (1962): The pattern of influence of individual forest trees on soil properties. – *Ecology* 43: 130–133.