

# Společenstva pancířníků (*Acari: Oribatida*) v horských lesích v Krkonoších

Josef Starý<sup>1)</sup>, Karel Matějka<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Biologické centrum v.v.i., Ústav půdní Biologie AVČR, Na sádkách 7, 370 01 České Budějovice

<sup>2)</sup> IDS, Na Komořsku 2175/2a, 143 00 Praha 4

## Úvod

Krkonoše jsou jediné hercynské hory ve Střední Evropě, které výrazně přesahují svou nadmořskou výškou horní hranici lesa tj. cca 1300 m n. m. Mají proto vyvinut výrazný subalpínský a alpínský vegetační stupeň se všemi charakteristickými rysy vysokohorské přírody. Krkonoše tvořily v jednotlivých glaciálech důležitou biogeografickou křižovatku mezi areály rozšíření arktických a alpských druhů organismů, které po ústupu kontinentálního ledovce vytvořily na vrcholech Krkonoš, ale i v nižších partiích například v karech nebo rašeliništích, unikátní ekosystémy jako např. sudetská arko-alpínská tundra (MARŠÁLKOVÁ-NĚMEJCOVÁ ET MIHÁLIK 1977).

V rámci půdní mezofauny tvoří půdní roztoči řádu pancířníci (*Oribatida*) nepochybně jednu z nejpočetnějších skupin. Dominantní skupinou jsou především v lesních biotopech, kde dosahují pravidelně dominance kolem 50 % nebo vyšší (WALLWORK 1976). V otevřených biotopech jsou hodnoty o něco nižší, přesto však i zde pancířníci patří k nejpočetnějším skupinám půdních bezobratlých. Podmínkou jejich výskytu je přítomnost třeba i nepatrného množství organické hmoty v substrátu. Byli zjištěni i ve velmi specifických podmínkách pouští, na výsypkách z hnědouhelných dolů, v rudérálních biotopech v městském prostředí (WEIGMANN 1991). Pancířníci jsou významnými stimulatory kolonizace půdy půdní mikroflórou a hrají významnou roli v sukcesi půdních hub. Významnou roli hrají také v koloběhu fosforu v půdní části ekosystému (MC BRAYER ET REICHLE 1971). Výskyt v široké škále různých prostředí činí pancířníky velmi dobrým referenčním materiálem při srovnávání půdní fauny v různých podmínkách. Z metodického hlediska je důležité, že i v nejhudších biotopech se pancířníci vyskytují většinou velmi pravidelně, i když v nižších počtech (LUXTON 1981a, b, c, d).

První, kdo se zabýval faunou pancířníků Krkonoš, byl VANĚK (1957), který uvádí 18 druhů pancířníků z lokality Dvorská bouda. KUNST (1968) uvádí z Krkonoš celkem 50 druhů pancířníků z 18 lokalit. Poprvé studuje faunu pancířníků arko-alpínské tundry krkonošských vrcholů Vysoké Kolo a Kotel. Studuje též oblast Obřího dolu a Rudníku a poprvé biotopy na vrcholu Sněžky, odkud uvádí 10 druhů pancířníků. Celkem 129 druhů, z toho 77 nových pro Krkonoše, uvádí z 10 lokalit STARÝ (1994). Zabývá se též společenstvy pancířníků lokality V Bažinkách odkud uvádí 65 druhů a kulturní smrčiny v Třídolí odkud uvádí 37 druhů. MATERNA (1999, 2000) studuje společenstva pancířníků saxikolních mechových a lišejníkových nárostů na 8 lokalitách v Krkonoších, odkud uvádí celkem 110 druhů. STARÝ (2005) studuje hlavní biotopy na Sněžce ve výškovém transektu podél lanovky. Na 7 lokalitách zjišťuje celkem 78 druhů pancířníků. Celkem bylo dosud nalezeno na území Krkonoš na 31 prozkoumaných lokalitách 209 druhů pancířníků.

## Materiál a metodika

Celkem byl zpracován materiál 2408 jedinců pancířníků patřících k celkem 72 druhům pancířníků který byl získán na 10 stacionárních plochách. Kvantitativní půdní vzorky byly odebírány ocelovou půdní sondou s vnitřním umělohmotným pláštěm o pracovní ploše 10 cm<sup>2</sup> do hloubky 10 cm. Bylo odebráno vždy 5 kvantitativních půdních vzorků z jedné stacionární plochy v odběrovém termínu. Odebrané vzorky byly v igelitových sáčcích přeneseny do laboratoře, kde z nich byli zástupci mesoedafonu vytrženi pomocí vysoce účinného high-gradient extraktoru po dobu 5 dnů při teplotách 23, 27, 33, 37 a 40 °C. Vytržení pancířníci byli prosvětleni v 80 % kyselelině mléčné v přechodných mikroskopických preparátech. Celkem bylo odebráno 50 kvantitativních vzorků. Veškerý dokladový materiál je uložen v glycerolu ve srovnávací sbírce autora.

## Studované trvalé výzkumné plochy

Ke studiu bylo vybráno 10 trvalých výzkumných ploch, které jsou v Krkonoších dlouhodobě sledovány. Základní popis těchto ploch je uveden v práci VACEK ET AL. (2007). Charakter vegetace a nadmořská výška jsou stručně uvedeny v Tabulce 1.

**Plocha 10 - Pod Vysokým kolem:** Smrkový les, půdní typ - podzol, podklad biotitická žula.

**Plocha 11 - Strmá stráň:** Smrkový les na příkrém svahu, půdní typ - podzol, geologický podklad - biotitická žula.

**Plocha 20 - Pod Liščí horou:** Smrkový les, půdní typ - podzol, geologický podklad - svor a fylit.

**Plocha 21 - Modrý důl:** Smrkový les, půdní typ - podzol, geologický podklad - svor a fylit.

**Plocha 24 - Střední hora:** Smrkový les, půdní typ - podzol, geologický podklad - svor a fylit.

**Plocha 9 - Nad Benzínou:** Smíšený horský les s převahou buku a vtroušeným smrkem, půdní typ - kambizem, geologický podklad - biotitická žula.

**Plocha 22 - Obří důl:** Smrkový les na příkrém svahu, půdní typ - podzol, geologický podklad - svor a fylit.

**Plocha 29 - U bukového pralesa:** Smíšený buko-smrkový les, půdní typ - kambizem, geologický podklad - fylit.

**Plocha 30 - U hadí cesty:** Smíšený buko-smrkový les, půdní typ - kambizem, geologický podklad - metadiabaz.

**Plocha 7 - V bažinkách:** Přírodní rezervace, smíšený horský les s převahou buku a vtroušeným smrkem, východní expozice, půdní typ - kambizem, geologický podklad - rula.

## 2.2 Zpracování dat

Data všech vzorků (počty jedinců jednotlivých druhů) byla zapsána v databázi DBreleve (MATĚJKA 2009), kde byly počítány parametry diversity (druhovú bohatost S, celková druhová diversita hodnocená Shannon-Wienerovým indexem  $H'$  a druhová vyrovnanost e) a celkové abundance druhů na jednotlivých lokalitách. Hierarchická klasifikace vzorků a lokalit byla provedena Wardovou metodou v prostředí PC-ORD. Divisivní klasifikace programem TWINSpan sloužila k identifikaci druhů významných pro odlišení jednotlivých skupin společenstev. Ordinance byla počítána metodou DCA v programu CANOCO, verze 4.5.

Porovnáním průměrné druhové diversity v jednom vzorku (aritmetický průměr  $H_{avg}$ ; průměrná  $\alpha$ -diversita) a druhové diversity dle sloučených pěti vzorků z jedné lokality ( $H_{tot}$ ) je možno vyhodnotit pro každou plochu velikost změny druhové skladby mezi odběrovými místy na dané lokalitě (jako takzvanou  $\beta$ -diversitu) na základě absolutního rozdílu  $dH = H_{tot} - H_{avg}$ . Hodnotu  $\beta$ -diversity lze porovnat rovněž relativně jako podíl  $dH/H_{tot}$ . Obdobně lze počítat i s počtem druhů (S), kdy jsou uváděny indexy  $dS$  a  $dS/S_{tot}$ .

**Tabulka 1.** Průměrné charakteristiky šetřených lokalit a zjištěných společenstev pancířníků. LVS - lesní vegetační stupeň. Uvedeny jsou celkové pokryvnosti vegetačních etáží  $E_0$  (mechová) až  $E_3$  (stromová), klasifikační skupina vegetace a typ porostu sm - *Picea abies*, bk - *Fagus sylvatica*. Ward - klasifikační skupina (viz Obr. 1), S - celkový počet druhů,  $H'$  - Shannon-Wienerův index druhové diversity pro sloučené vzorky, e- odpovídající vyrovnanost, n - celkový počet jedinců,  $dS$  a  $dH$  - indexy  $\beta$ -diversity (míra rozdílnosti vzorků).

Plocha	Nadm. výška (m)	LVS	Vegetace							Společenstvo pancířníků					
			$E_0$ (%)	$E_1$ (%)	$E_2$ (%)	$E_3$ (%)	Classif. group	Stand typ	Ward	S	$H'$	e	n	$dS$	$dH$
10	1240	8	20	95	5	45	*0011	sm	*0000	24	2.7302	0.5955	362	13.60	0.4322
11	1220	8	10	100	5	40	*0011	sm	*00010	21	3.0572	0.6960	272	11.60	0.6571
20	1260	8	3	100	0	55	*0100	sm	*00011	18	3.1728	0.7609	153	10.20	0.7388
21	1230	8	20	85	0	75	*0011	sm	*001	23	3.3340	0.7370	281	12.20	0.6233
24	1250	8	25	90	0	75	*0011	sm	*010	15	2.4715	0.6326	156	8.20	0.2927
9	1170	6	3	75	3	70	*0110	bk-sm	*011	17	2.5092	0.6139	127	10.80	0.8044
22	1160	8	10	80	1	75	*0100	sm	*10	33	3.2894	0.6521	501	20.20	0.7598
29	950	6	1	5	50	85	*1001	bk(sm)	*1100	25	3.2627	0.7026	224	13.60	0.5154
30	790	6	1	100	10	70	*1110	bk	*1101	28	4.0212	0.8365	215	14.80	0.7651
7	940	6	2	55	60	70	*1000	bk-sm	*111	25	3.5518	0.7648	117	16.40	1.0508

## Výsledky a diskuse

### Základní popis a charakteristiky společenstev pancířníků studovaných lokalit

Druhové složení společenstev pancířníků se na jednotlivých plochách značně liší (Tabulka 2). Klasifikace lokalit podle druhové skladby těchto společenstev (Obr. 1) ukazuje na vliv dominantní dřeviny a tedy zřejmě i nadmořské výšky. Základní parametry společenstev pancířníků byly srovnávány s vlastnostmi přítomného rostlinného společenstva (Matějka in VACEK ET AL. 2007, pp. 125-165).

**Plocha 10 - Pod Vysokým kolem:** Společenstvo pancířníků dosahující druhé nejvyšší průměrné abundance a druhé nejnižší druhové diversity a vyrovnanosti mezi zkoumanými plochami. Druh *Tectocephus velatus* zde dosahuje též vysoké eudominance ovšem výrazně nižší než na předešlé ploše. Je doplněn dalšími výraznými dominantami především hygrofilními druhy *Platynothus peltifer* a *Atropacarus striculus*. Na ploše byl nalezen druh *Neonothrus humicolus*, který byl z České republiky dosud uváděn pouze z vyšších poloh karů Krkonoš.

**Plocha 11 - Strmá stráň:** Společenstva pancířníků s většinou průměrnými hodnotami sledovaných parametrů. Dominují zde podobné druhy jako na předešlé ploše 10 jen s jinými hodnotami dominance. Vyskytuje se zde velmi vzácný *Neonothrus humicolus* a také významný borealpinní relikv *Camisia solhoyi*.

**Plocha 20 - Pod Liščí horou:** Druhově poměrně chudé společenstvo pancířníků s podobnou strukturou dominance jako předešlé lokality č. 10 a 11 s výraznou dominancí druhů *Tectocephus velatus*, *Platynothus peltifer* a *Atropacarus striculus*. Za vzácné nálezy můžeme považovat druhy *Heminothus longisetosus* a *Protoribotritia oligotricha*. Ostatní nalezené druhy patří mezi běžné eurytopní a silvikolní druhy.

**Plocha 21 - Modrý důl:** Společenstvo pancířníků obývajících tuto lokalitu se vyznačuje poměrně vysokou průměrnou abundancí, druhovou bohatostí a druhovou diversitou. Druhy s nejvyšší dominancí jsou obdobné jako u většiny sledovaných smrkových lesů *Tectocephus velatus*, *Atropacarus striculus*, *Platynothrus peltifer* a jsou doplněny vysokou dominancí druhu *Phthiracarus* sp. Druhy čeledi *Phthiracaridae* jsou významní makrofytofágové jejich juvenilní stadia minují především opad jehličnatých stromů a tím urychlují jeho dekompozici. Většina ostatních druhů ve společenstvu můžeme zařadit mezi poměrně běžné silvikolní druhy.

**Plocha 24 - Střední hora:** Společenstvo s nejnižší průměrnou abundancí mezi studovanými smrčinami, s absolutně nejnižším celkovým počtem nalezených druhů a nejnižší druhovou diversitou. Stejně jako na ploše 9 můžeme zaznamenat výraznou koncentraci dominance do ubikvistního druhu *Tectocephus velatus*. Vysoká dominance byla zjištěna u hydrofilního druhu *Chamobates borealis*. Ostatní druhové složení odpovídá složení horského smrkového lesa.

**Plocha 9 - Nad Benzinou:** Společenstvo pancířníků s poměrně nízkými všemi srovnávanými parametry druhou nejnižší průměrnou abundancí, nejnižší druhovou bohatostí, nízkým celkovým počtem nalezených druhů druhovou nejnižší druhovou diversitou a vyrovnaností. Extremnost lokality dokumentuje superdominance ubikvistního druhu *Tectocephus velatus* překračující 53 %. Plocha si zaslouží další sledování, zda zde nedochází k antropickému ovlivnění.

**Plocha 22 - Obří důl:** Společenstvo s výrazně nejvyšší průměrnou abundancí a s výrazně nejvyšším počtem nalezených druhů pancířníků. Hlavní dominanty jsou obdobné jako u dalších studovaných smrkových lesů jen chybí druh *Platynothrus peltifer*. Druhové spektrum je doplněno některými vzácnými druhy jako např. *Nanhermannia sellnicki*, borealpinní *Ceratozetella thienemanni*, *Heminothrus longisetosus*, *Paleacarus histricinus* (velmi vzácný velmi primitivní druh pancířníka jehož příbuzné rodu jsou známy jako prvohorní fosilie).

**Plocha 29 - U bukového pralesa:** Společenstvo s nejvyšší průměrnou abundancí mezi studovanými bučinami. Výrazně zde dominuje eurytopní druh *Oppiella nova* a je doplněn také eurytopním mikrofytofágním druhem *Suctobelbella subcornigera*. Vzácným nálezem je druh *Lauroppia neerlandica*.

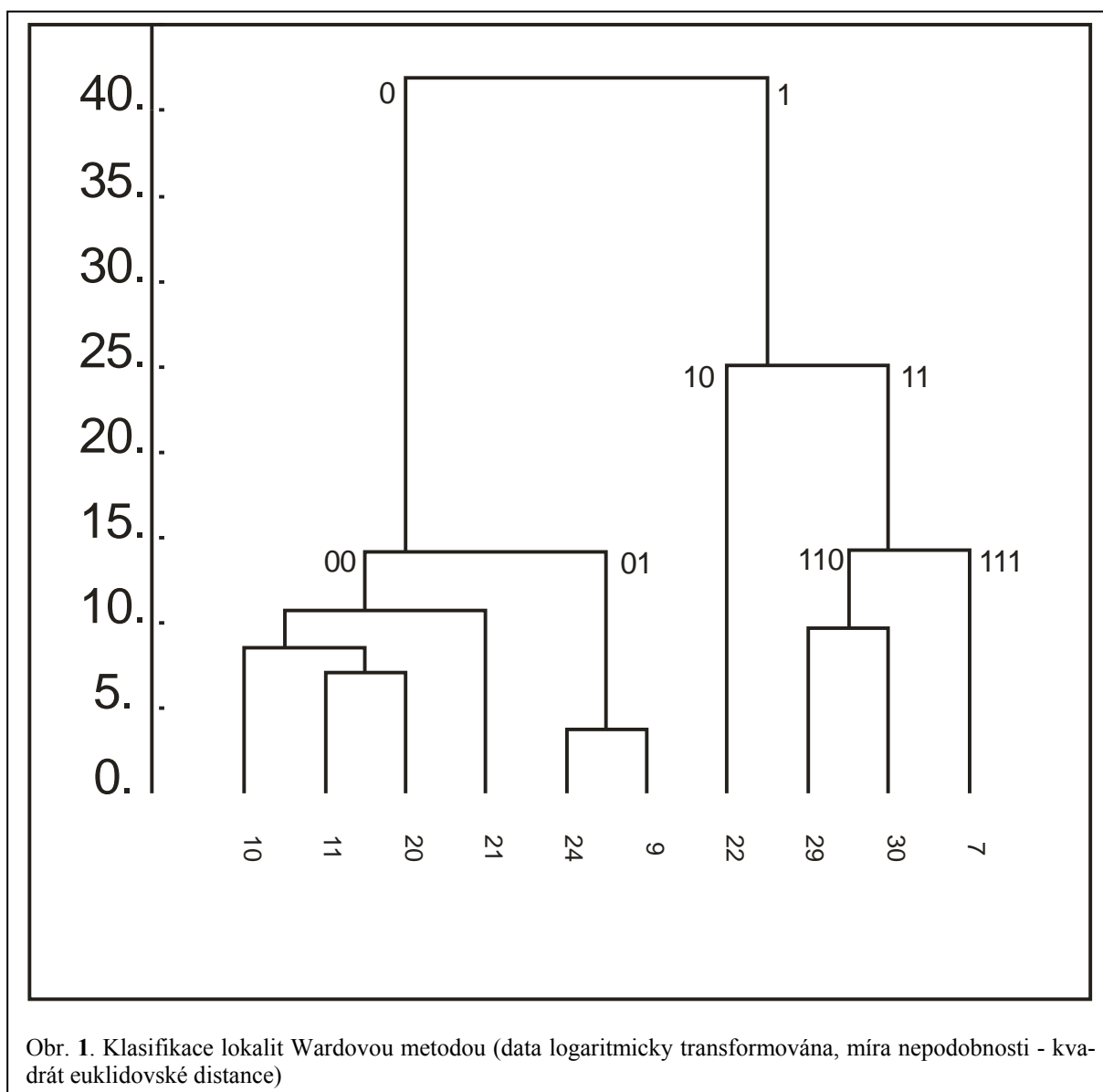
**Plocha 30 - U hadí cesty:** Společenstvo s nejvyšší průměrnou druhovou bohatostí, druhovou diversitou a vyrovnaností. a s nejvyšším počtem nalezených druhů v rámci studovaných bučin. Ve srovnání s předešlou lokalitou 29 zde výrazně snižuje dominanci druh *Oppiella nova*. Mezi vzácné nálezy patří druhy *Ophidiotrichus tectus* a *Sphaerozetes piriformis*.

**Plocha 7 - V bažinkách:** Společenstvo pancířníků na této ploše se vyznačuje nejnižší průměrnou abundancí, poměrně vysokou druhovou diversitou a vyrovnaností. Výrazně zde dominují silvikolní druhy jako *Nanhermannia coronata* a *Notrud silvestris* a eurytopní druh *Oppiella nova*. Jako vzácné a faunisticky významné můžeme hodnotit nálezy druhů *Carabodes tenuis*, *Cepheus dentatus*, *Lauroppia neerlandica* a *Nanhermannia elegantula*.

**Tabulka 2.** Struktura společenstev pancířníků na jednotlivých lokalitách. Uvedeny jsou totální počty jedinců v pěti odebraných vzorcích. Tučně jsou zapsány frekvence vyšší než 25 jedinců nebo více jak 20% jedinců všech druhů.

lokalita	10	11	20	21	24	9	22	29	30	7
nadmořská výška (m)	1240	1220	1260	1230	1250	1170	1160	950	790	940
počet druhů	24	21	18	23	15	17	33	25	28	25
diversita (H)	2.7302	3.0572	3.1728	3.334	2.4715	2.5092	3.2894	3.2627	4.0212	3.5518
vyrovnanost (e)	0.5955	0.696	0.7609	0.737	0.6326	0.6139	0.6521	0.7026	0.8365	0.7648
počet jedinců	362	272	153	281	156	127	501	224	215	117
DCA 1	-1.1439	-0.9503	-1.1747	-0.5311	-0.8516	-0.4811	0.7169	0.8702	0.6849	2.0206
DCA 2	-0.014	-0.2979	0.1146	0.2812	0.1474	-0.3256	1.9828	-1.2011	-1.3425	0.0931
DCA 3	-0.0835	0.6623	-0.0697	-0.4836	-0.1036	0.0936	0.0956	2.2045	-1.7481	-0.3035
klasifikace (Wardova metoda)	0000	00010	00011	001	010	011	10	1100	1101	111
výšková zóna - dominantní dřevina	<i>Picea abies</i>						?	<i>Fagus sylvatica</i>		
<i>Dissorhina ornata</i>	17	10	3				1	1	2	1
<i>Eupelops torulosus</i>		1	1	1		1				
<i>Achipteria coleoptrata</i>				1						
<i>Microppia minus</i>						2				
<i>Suctobelbella palustris</i>				2			1			
<i>Euphthiracarus monodactylus</i>					1					
<i>Liochthonius perfusorius</i>					1					
<i>Carabodes labyrinthicus</i>	3			2	1					
<i>Suctobelba trigona</i>	3	2				1				
<i>Microzetes septentrionalis</i>						1				
<i>Nothrus borrusicus</i>				6						
<i>Liebstadia similis</i>		5	8							
<i>Protoribotritia oligotricha</i>			1							

lokalita	10	11	20	21	24	9	22	29	30	7
<i>Ceratoppia bipilis</i>	2		3		1					
<i>Camisia solhoeyi</i>		1								
<i>Edwardzetes edwardsii</i>	1									
<i>Eupelops plicatus</i>	1									
<i>Melanozetes meridianus</i>	8									
<i>Neonothrus humicolus</i>	1	1								
<i>Platynothrus peltifer</i>	<b>118</b>	<b>79</b>	<b>20</b>	<b>49</b>						
<i>Atropacarus striculus</i>	<b>38</b>	<b>61</b>	15	21	13	16	46	1	2	3
<i>Belba pseudocorynopus</i>	21	3	14	2	8	5	1	2	5	
<i>Liochthonius brevis</i>				3		1	4			
<i>Tectocephus velatus</i>	<b>121</b>	<b>44</b>	<b>56</b>	<b>88</b>	<b>79</b>	<b>68</b>	<b>151</b>	3	8	
<i>Phthiracarus sp.</i>		10	8	<b>26</b>	<b>16</b>	2	1	1		4
<i>Berniniella bicarinata</i>							2			1
<i>Hemileius initalis</i>		6						2		
<i>Chamobates borealis</i>	6	20		16	<b>22</b>	2	22	3	6	
<i>Oribatula tibialis</i>			6		2		3		1	
<i>Heminothrus longisetosus</i>	1		1				1			
<i>Belba compta</i>	2			1			1		1	
<i>Suctobelbella nasalis</i>	1								4	
<i>Berniniella sigma</i>	1		5	14	2		19	2	20	
<i>Suctobelbella similis</i>		2	2	8			5		9	5
<i>Oppiella nova</i>	3	17	2	14	3	3	<b>98</b>	<b>92</b>	10	<b>19</b>
<i>Chamobates voigtsi</i>		1	4	3	4	11	1	11	3	1
<i>Suctobelbella subcornigera</i>	5	4	3	14	2	9	2	<b>28</b>	<b>41</b>	<b>12</b>
<i>Brachychochthonius immaculatus</i>				1			6			
<i>Quadroppia monstrosa</i>	2						2			2
<i>Brachychochthonius zelawaiensis</i>	1						<b>41</b>		2	4
<i>Suctobelbella falcata</i>				2			3	3	2	1
<i>Carabodes rugosior</i>		1		1		2		1	7	2
<i>Suctobelbella subtrigona</i>						1		5		1
<i>Lauroppia neerlandica</i>	3							3		1
<i>Suctobelbella sarekensis</i>	2	2	1	2			1	11	13	2
<i>Porobelba spinosa</i>						1	1		7	
<i>Suctobelba regia</i>		1					1	3	1	
<i>Lauroppia falcata</i>		1			1			<b>12</b>	<b>19</b>	<b>5</b>
<i>Quadroppia quadricarinata</i>				4				7	8	
<i>Carabodes areolatus</i>								1		
<i>Carabodes femoralis</i>								3		
<i>Ceratozetes gracilis</i>									2	
<i>Sphaerozetes piriformis</i>									3	
<i>Medioppia subpectinata</i>	1					1	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>30</b>	<b>1</b>
<i>Damaeobelba minutissima</i>								2		
<i>Liochthonius hystericinus</i>									1	
<i>Ophidiotrichus tectus</i>									6	
<i>Eremaeus hepaticus</i>									1	
<i>Eulohmannia ribagai</i>							1	1		
<i>Nanhermannia elegantula</i>										1
<i>Palaeacarus hystericinus</i>							1			
<i>Carabodes ornatus</i>							6			
<i>Liochthonius evansi</i>							1			1
<i>Ceratozetella thienemanni</i>							5			
<i>Hermannia gibba</i>							2			
<i>Nanhermannia sellnicki</i>							7			
<i>Nothrus silvestris</i>							<b>57</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>13</b>
<i>Hypochthonius rufulus</i>										1
<i>Caleremaeus monilipes</i>										1
<i>Carabodes tenuis</i>										1
<i>Cepheus dentatus</i>										1
<i>Nanhermannia coronata</i>										<b>33</b>

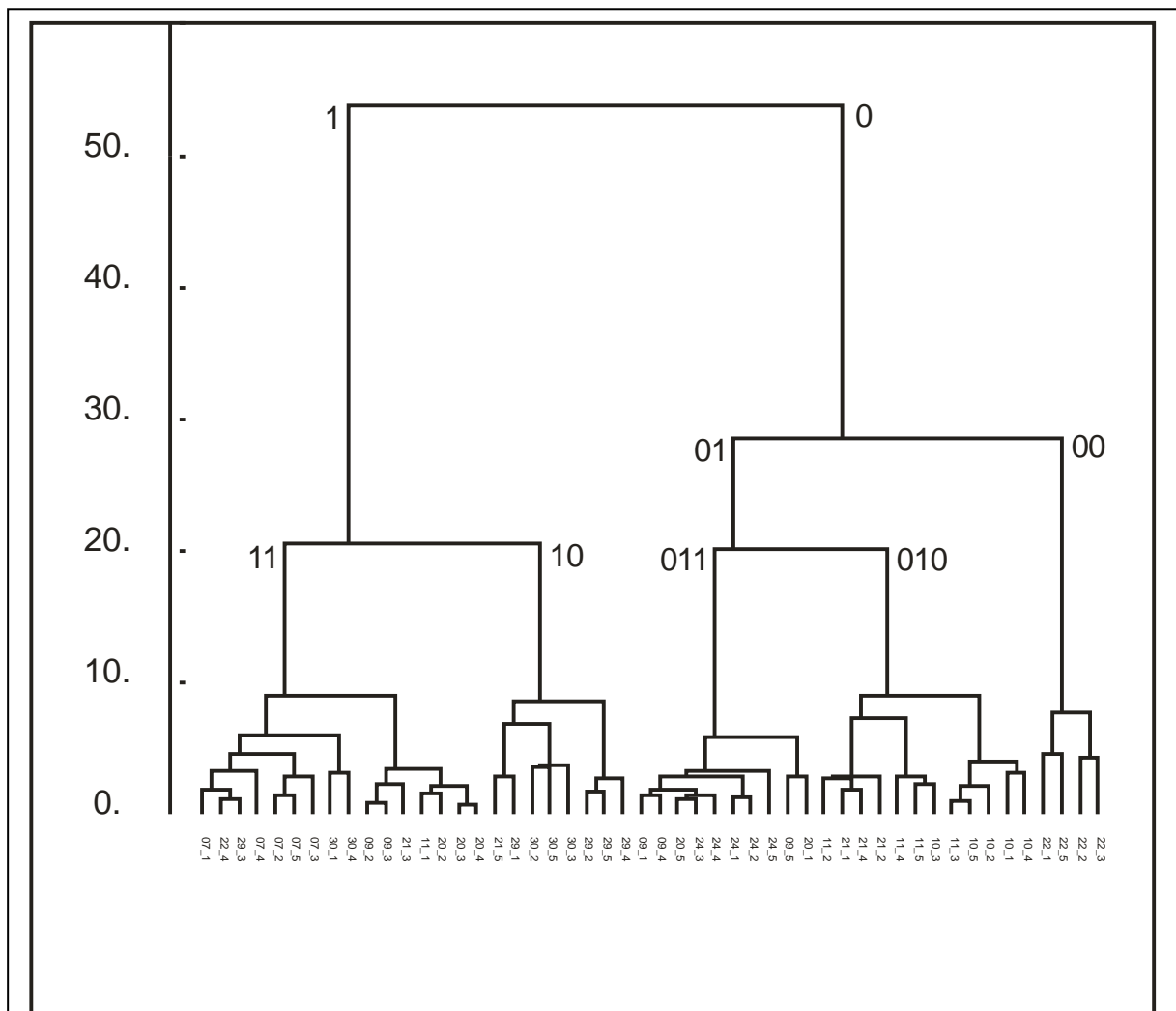


Variabilitu společenstva pancířníků na jednotlivých lokalitách je možno sledovat na základě klasifikace jednotlivých vzorků bez ohledu na jejich výskyt na lokalitě (Obr. 2). Ukazuje se, že pouze tři lokality (10, 24 a 7) jsou z tohoto hlediska uniformní. Z hlediska analýzy druhové bohatosti a diversity (Tabulka 4) se ukazuje jako nejméně proměnlivé společenstvo na ploše 24. Naopak nejvyšší variabilita byla nalezena na atypické lokalitě 22. Další plochou se zvýšenou variabilitou je lokalita 9, kde se nalézá smrko-bukový porost. Mírně vyšší prostorová variabilita druhového složení společenstev pancířníků je vidět v ekosystémech bukových porostů (zvláště pak na lokalitě 7) ve srovnání s ekosystémy klimaxových smrčín ve vyšších nadmořských výškách.

Zdá se, že neexistuje striktní oddělení společenstev pancířníků z bukových a smíšených lesů od společenstev z klimaxových smrčín, respektive ve většině společenstev ze smrčín jsou nalézány vzorky, které jsou velmi podobné vzorkům typicky náležejícím bučinám. V bučinách však schází vzorky obdobné těm, které jsou typicky odebírány v klimaxových smrčínách (Tabulka 3).

**Tabulka 3.** Variabilita vzorků odebraných z jednotlivých lokalit vyhodnocená počtem vzorků klasifikovaných v jednotlivých klasifikačních skupinách.

Lokalita	Klasifikace lokalit (Obr. 1)	Klasifikace vzorků (Obr. 2) - počet vzorků				
		*00	*010	*011	*10	*11
10	*0000		5			
11	*00010		4			1
20	*00011			2		3
21	*001		3		1	1
24	*010			5		
9	*011			3		2
22	*10	4				1
29	*1100				4	1
30	*1101				3	2
7	*111					5



Obr. 2. Klasifikace vzorků Wardovou metodou (data logaritmičsky transformována, míra nepodobnosti - kvadrát euklidovské distance). Vzorky klasifikační skupiny 0 byly odebrány převážně ve smrčínách a vzorky klasifikační skupiny 1 převážně ve smíšených porostech.

**Tabulka 4.** Druhová bohatost (S) a celková diversita (H) společenstev pancířníků a vyhodnocení variability struktury těchto společenstev na jednotlivých lokalitách. Hodnoty jsou srovnány s obdobně zjišťovanými parametry ze smíšených a smrkových lesů na Šumavě (STARÝ ET MATĚJKA 2009)

Plocha	S <sub>tot</sub>	H <sub>tot</sub>	S <sub>avg</sub>	H <sub>avg</sub>	dS	dH	dS/S <sub>tot</sub>	dH/H <sub>tot</sub>
10	24	2.73	10.4	2.30	13.6	0.43	0.567	0.158
11	21	3.06	9.4	2.40	11.6	0.66	0.552	0.215
20	18	3.17	7.8	2.43	10.2	0.74	0.567	0.233
21	23	3.33	10.8	2.71	12.2	0.62	0.530	0.187
24	15	2.47	6.8	2.18	8.2	0.29	0.547	0.118
9	17	2.51	6.2	1.70	10.8	0.80	0.635	0.321
22	33	3.29	12.8	2.53	20.2	0.76	0.612	0.231
29	25	3.26	11.4	2.75	13.6	0.52	0.544	0.158
30	28	4.02	13.2	3.26	14.8	0.77	0.529	0.190
7	25	3.55	8.6	2.50	16.4	1.05	0.656	0.296
<b>průměr</b>	22.9	3.14	9.7	2.48	13.2	0.66	0.574	0.211
<b>Šumava</b>	29.4	3.37	14.3	2.89	15.1	0.48	0.511	0.138

### 3.2 Porovnání struktury společenstev na různých lokalitách

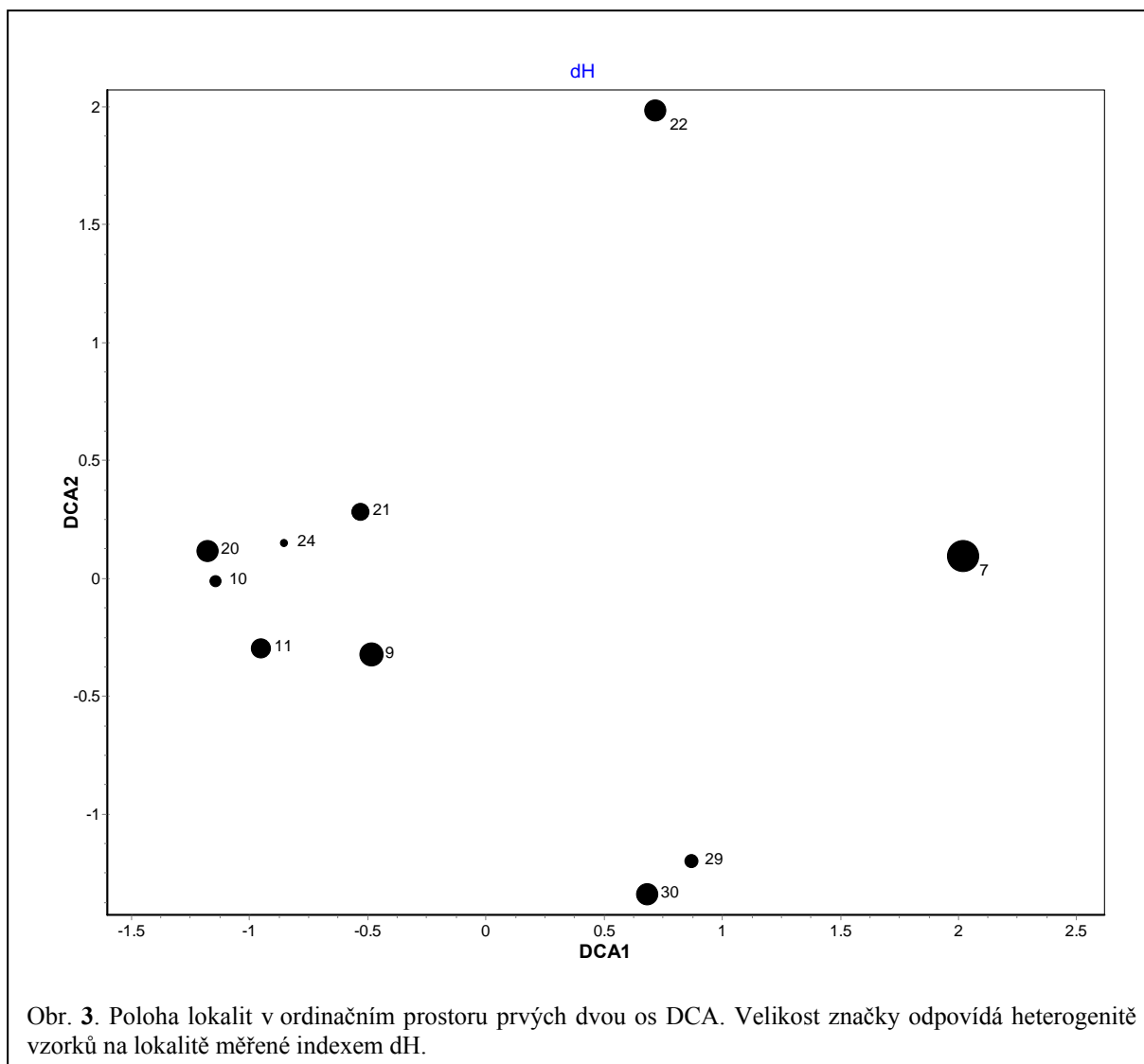
Ordinační analýza vystihuje pro jednotlivé ordinační osy obdobný podíl druhové variability (Tabulka 5), jako tomu bylo ve studovaných lesích na Šumavě (STARÝ ET MATĚJKA 2009). V ordinačním prostoru prvních dvou os DCA (Obr. 1), který byl konstruován na základě druhového složení společenstev pancířníků, můžeme pozorovat poměrně výrazné oddělení ploch smrčin od lokalit v bučinách. Afinitu k smrčinám ukazuje plocha 9, což potvrzuje smíšený charakter tohoto typu bučiny se silným zastoupením mladého smrku na ploše a také to že tato bučina je obklopena vzrostlým smrkovým porostem. Poměrně izolovaná je pozice plochy 22, která je řazena do 8. lesního vegetačního stupně, ale společenstvo pancířníků je více podobné společenstvům z bukových lesů, nežli společenstvům z ostatních smrčin. Proto je zařazení této lokality do smrkového vegetačního stupně zřejmě sporné, což však nevylučuje zřejmou extremitu lokality, možná by bylo vhodné uvažovat o její extrazonalitě.

Nejvzdálenější od smrkových porostů je plocha 7 reprezentující největší a nejzachovalejší fragment bučin v Krkonoších. Zajímavé je také rozdělení smrčin podle typu geologického podloží, plochy na žule (10, 11, a také bučina se smrkem na žule 9) jsou na dolní straně ordinačního prostoru, kdežto smrkové porosty na svoru a fylitu jsou umístěny spíše na horní straně ordinačního prostoru. Zdá se, že druhová diversita pancířníků není přímo závislá na typu společenstva (Obr. 3), ale na některých lokalitách ve smrčinách může diversita podstatně klesat (plochy 10 a 24). Žádná závislost není zřejmá pro abundanci (Obr.4).

Ordinační skóre podél první osy DCA je statisticky průkazně závislé na nadmořské výšce (Obr. 5). Skóre podél druhé a třetí ordinační osy korelují s nadmořskou výškou statisticky neprůkazně ( $r = 0,54$  resp.  $0,17$ ). Druhová diversita společenstev pancířníků klesá s nadmořskou výškou průkazně (Obr. 6). Pokud je sledována závislost druhové diversity v jednotlivých vzorcích na nadmořské výšce, je zajímavé, že nejsilněji je korelována minimální hodnota (vždy z pěti analyzovaných vzorků) diversity ( $r = -0,70$ ), slaběji průměrná hodnota ( $r = -0,65$ ), pro maximální hodnotu je korelace neprůkazná ( $r = -0,42$ ). Ukazuje se tak, že zřejmě i v nejnižší položené klimaxových smrčinách mohou být mikrostanoviště, která jsou příznivá pro rozvoj společenstva pancířníků obdobně, jako je tomu v níže položených bukových lesích, což bylo vlastně dokázáno již na základě výše uvedené klasifikace vzorků.

**Tabulka 5.** Výsledné charakteristiky ordinační analýzy metodou DCA.

Osa	1	2	3
Vlastní číslo	0.379	0.264	0.177
Suma variance druhových dat (%)	22.2	37.7	48.1



Obr. 3. Poloha lokalit v ordinačním prostoru prvních dvou os DCA. Velikost značky odpovídá heterogenitě vzorků na lokalitě měřené indexem dH.

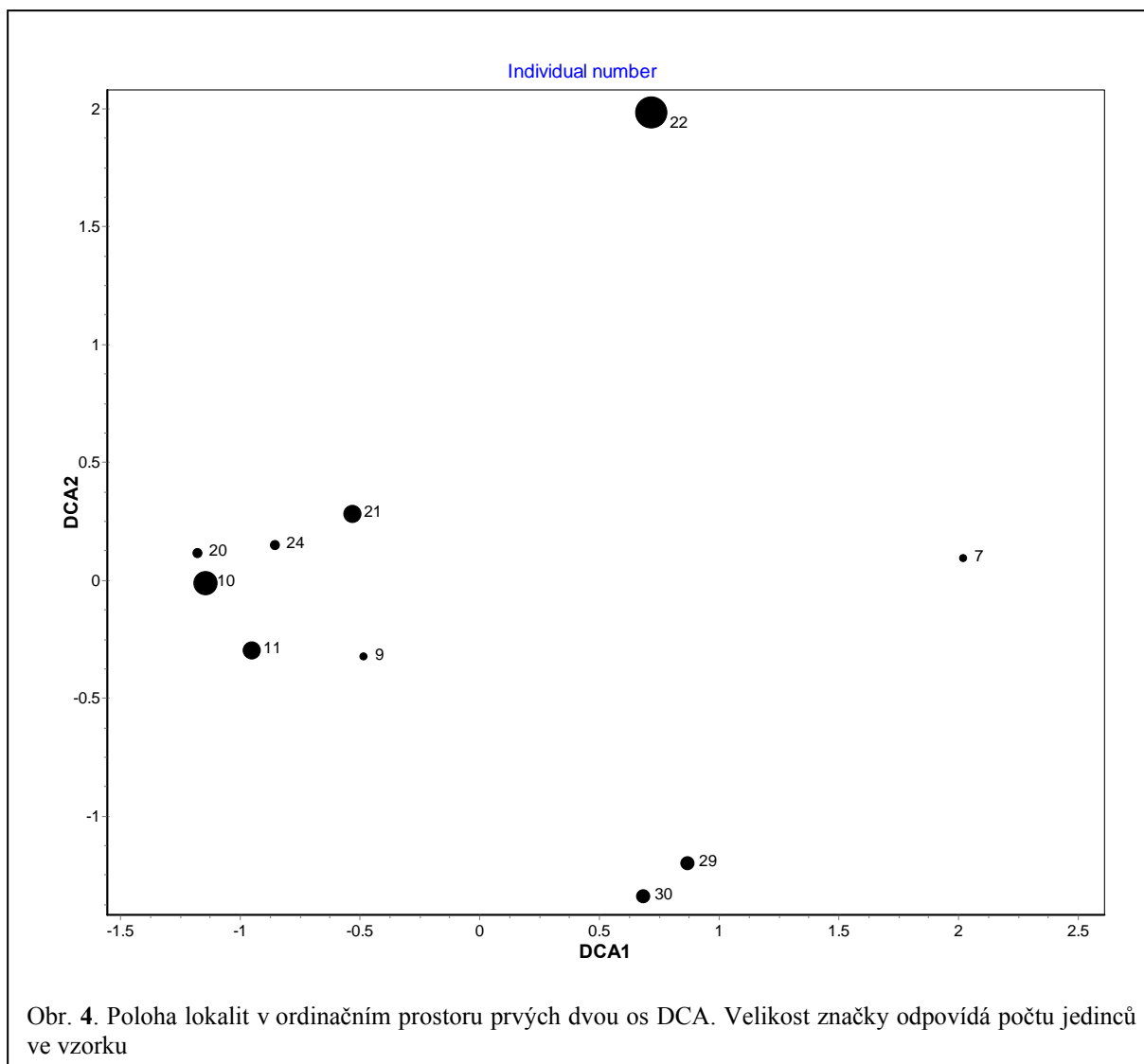
## Diskuse

Naše znalosti o vlivu výškového gradientu na půdní faunu a zvláště pak na společenstva půdních roztočů jsou značně kusé. Tento významný fenomén ukazuje především na vliv změn mikroklimatu na společenstva půdních roztočů. Tento primární vliv je doprovázen mnoha sekundárními vlivy, z nichž nejdůležitějším pro pancířníky jsou změny v nabídce potravy, především půdních hub a řas.

SHEN ET AL. (2005) studovali změny ve společenstvech půdních roztočů podél výškového gradientu z nadmořské výšky 3850 m do výšky 5050 m v jihovýchodním Tibetu. Ve všech vzorcích výrazně dominovali mezi půdními roztoči pancířníci, nebyli však zjištěny signifikantní rozdíly v abundanci pancířníků v různých nadmořských výškách, jejich dominance však s nadmořskou výškou stoupá. Byl zde nalezen též druh *Tectocepheus velatus* jehož dominance i populační hustota se s nadmořskou výškou zvyšuje.

WANG ET AL. (2009) studovali vliv výškového gradientu na půdní mikroarthropody v půdách jihovýchodní Číny na 4 lokalitách od stálezeleného lesa (nadmořská výška 500 m), přes jehličnatý borový les (1150 m), submontánní listnatý les (1750 m) až po alpské louky v nadmořské výšce 2150 m. Průměrná abundance pancířníků se plynule snižovala s narůstající nadmořskou výškou s výjimkou nejnižše položeného vřdyzeleného lesa, kde byla zjištěna nižší abundance než u výše položeného jehličnatého lesa. Pancířníci ani ostatní zástupci půdních roztočů však bohužel nebyli determinováni ani na rodovou úroveň, takže nemůžeme zjistit změny biodiversity ani populační hustoty dominantních druhů v závislosti na nadmořské výšce.





Obr. 4. Poloha lokalit v ordinačním prostoru prvních dvou os DCA. Velikost značky odpovídá počtu jedinců ve vzorku

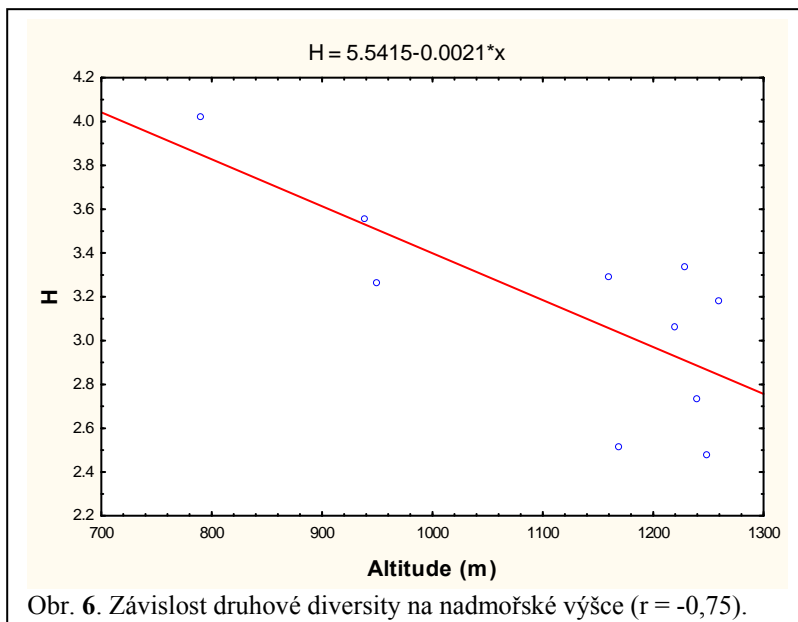
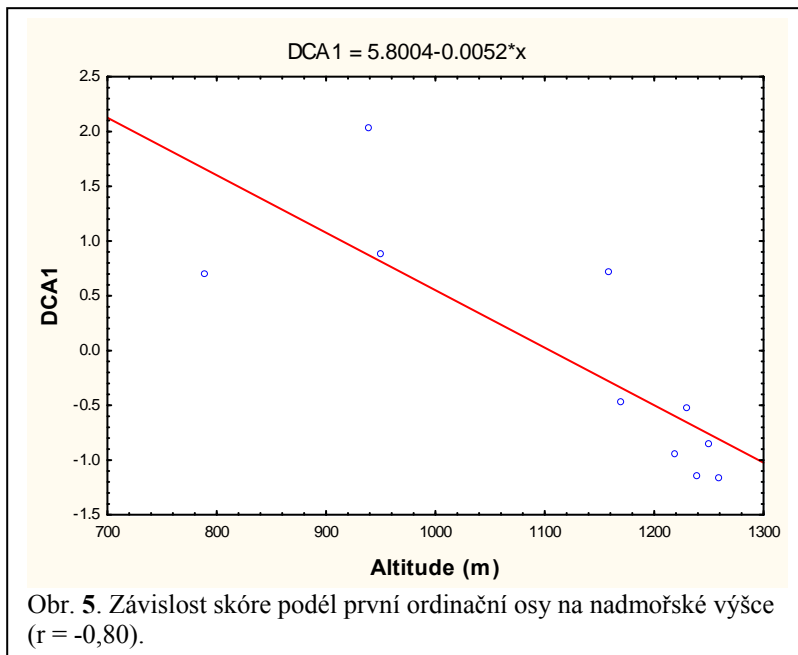
HASEGAWA ET AL. (2006) studovali změny ve společenstvech pancířníků v ultrabazických a neutrálních horninách ve výškovém gradientu (700 až 3100 m) na Mt. Kinabalu na ostrově Borneo. Byl zjištěn výrazný signifikantní úbytek abundance pancířníků s narůstající nadmořskou výškou. Druhá bohatost morfospecií pancířníků pozitivně koreluje s obsahem fosforu v půdě, nadzemní rostlinnou biomasou, diversitou stromů a výrazně negativně s nadmořskou výškou a obsahem vápníku v půdě. Bohužel bylo použito pouze tzv. morfospecií, pancířníci nebyli determinováni do druhu a proto není možné určit vliv nadmořské výšky na některé eurytopní druhy pancířníků (jako *Tectocephus velatus* aj.), které se vyskytovali i v našich vzorcích.

Vlastní srovnání z našimi výsledky je relativizováno, především biogeografickou odlišností studovaných ploch a s tím souvisejícím významně odlišným druhovým složením. Nepřímé srovnání je možné s mnoha pracemi studujícími společenstva pancířníků středoevropských bučin a smrčín, které se ovšem nezabývají primárně vlivem výškového gradientu (DELEPOTRE ET TILLIER 1999; SALAMON ET AL. 2006; MARAUN ET AL. 2003; MIGGE ET AL. 1998; HUHTA ET KOSKENNIEMI 1975; LUXTON 1981; SCHAEFER ET SCHAUERMAN 1990).

Naše výsledky z Krkonoš můžeme přímo srovnávat s výzkumem provedeným ve výškovém transektu na Plechém na Šumavě (MATĚJKA ET STARÝ 2009; STARÝ ET MATĚJKA 2009). Druhá bohatost a celková druhová diversita společenstev pancířníků v Krkonoších je mírně nižší ve srovnání s obdobně hodnocenými společenstvy ze smíšených a smrkových lesů Šumavy (STARÝ ET MATĚJKA 2009). Naopak variabilita společenstev v rámci plochy -  $\beta$ -diversita (indexy dH a relativní dH/H<sub>tot</sub> a dS/S<sub>tot</sub>) je vyšší v Krkonoších (Tabulka 4).

Výškový gradient hodnocený na základě první ordinační osy je v Krkonoších méně příkrý (absolutní hodnota regresního koeficientu abs(b) = 0,0052) ve srovnání se Šumavou (abs(b) = 0,0073; STARÝ ET MATĚJKA 2009) a závislost je obdobná ( $r^2 = 0,64$  oproti 0,79 na Šumavě).

Pancířníci jsou v převážné většině biotopů, nejen ve Střední Evropě, nejpočetnější skupinou nejen půdních roztočů, ale i všech mikroarthropodů a mesoedafonu vůbec (LUXTON 1981). Nejvýznamnější úlohu at' již v energetické bilanci, vlivu na sekundární dekompozici a další důležitých procesech probíhajících v půdě hrají



druhy početné s širokou ekologickou valencí dosahující ve struktuře společenstva pancířníků pravidelně vysokých dominancí. Ve studovaném výškovém gradientu v Krkonoších můžeme sem počítat následující druhy.

*Platynothrus peltifer* (C.L.Koch, 1839) je Holarktický, euryhyrický eurytopní druh, hojný po celém území ČR. V Krkonoších výrazně preferuje výše položené smrčiny, kdežto v níže položených bučinách nebyl zjištěn. Obdobná výrazná preference byla zjištěna na Šumavě, kde výrazné populační hustoty dosahoval pouze v nejvýše položených smrčinách pod vrcholem Plechého (STARÝ ET MATĚJKA 2009; MATĚJKA ET STARÝ 2009) a v níže položených smíšených porostech s převahou buku byla jeho populační hustota výrazně nižší.

*Atropacarus (Atropacarus) striculus* (C.L.Koch, 1836) je druh euryhyrický, eurytopní makrofytofág obývající celou Holarktickou oblast, v Krkonoších i na Šumavě výrazně preferuje výše položené smrčiny, vyskytuje se v nižší populační hustotě také v níže položených smíšených porostech. Tato preference je způsobena tím, že juvenilní stadia tohoto makrofytofágního druhu minují jehlice smrku v opadu a živí se jejich vnitřními tkáněmi napadnutými houbovými hyfami (JACOT 1939; HAGVAR 1998). Obdobná výrazná preference smrkových výše položených porostů je patrná i u ostatních zástupců čeledi *Phthiracaridae* (*Phthiracarus* sp. 1) v obou

výškových transektech v Krkonoších i na Šumavě (MATĚJKA ET STARÝ 2009).

*Tectocepheus velatus* (Michael, 1880) je kosmopolitní, eurytopní, partenogenetický, mikrofytofág, vyskytující se ve všech typech biotopů a půd po celém území ČR s různou populační hustotou. Snáší jako jeden z mála druhů pancířníků antropický tlak a tam kde dochází k snížení konkurence ostatních druhů přirozenými faktory nebo činností člověka dosahuje extrémních hodnot dominance. V Krkonoších i na Šumavě byla opět zjištěna výrazná preference výše položených smrkových porostů před níže položenými smíšenými porosty a bučinami (STARÝ ET MATĚJKA 2009). Podobná pozitivní závislost na zvyšující se nadmořské výšce byla zjištěna také v extrémním výškovém transektu (3800-5000 m n.m.) v jihovýchodním Tibetu, kde tento druh dosahuje vysoké dominance a nejvyšší populační hustoty v nejvýše položených plochách (SHEN JING ET AL. 2005). V obou případech je to pravděpodobně způsobeno absencí konkurence ostatních druhů pancířníků. Výrazná preference smrkového a smíšeného opadu nad opadem buku je uváděna z Dolního Saska (MIGGE ET AL. 1998).

*Oppiella nova* (Oudemans, 1902) je kosmopolitní, euryhyrický, partenogenetický mikrofytopfág, vyskytující se hojně po celém území ČR, který se ve výškovém transektu v Krkonoších i na Šumavě vyskytuje od bučin až po smrčiny s mírnou preferencí smíšených porostů (STARÝ ET MATĚJKA 2009).

*Lauroppia falcata* (Paoli, 1908) je evropský, mesofilní, silvikolní panfytofág preferující na území ČR opad listnatých lesů. Z obou transektů v Krkonoších i na Šumavě je patrná výrazná preference níže položených

smíšených s bukových lesů. Ve výše položených smrčínách se vyskytuje s výrazně nižší populační hustotou (STARÝ ET MATĚJKA 2009).

*0	Tectocepheus velatus 1 Platynothrus peltifer 1
*00	
*000	
*001	Chamobates voigtsi 1
*0010	Microzetes septentrionalis 1
*0011	
*01	Atropacarus striculus 1
*010	Platynothrus peltifer 1 Dissorhina ornata 1 Liebstadia similis 1
*0100	Liebstadia similis 1
*0101	Atropacarus striculus 2 Dissorhina ornata 1 Tectocepheus velatus 2
*011	Phthiracarus sp. 1 Chamobates borealis 1 Berniniella sigma 1
*0110	Oppiella nova 1 Platynothrus peltifer 1 Berniniella sigma 1
*0111	Oribatula tibialis 1
*1	Medioppia subpectinata 1 Nothrus silvestris 1
*10	
*100	Quadroppia monstrosa 1 Chamobates borealis 2
*1000	
*1001	Atropacarus striculus 1
*101	Suctobelbella sarekensis 1 Suctobelbella subcornigera 1
*1010	Chamobates voigtsi 1
*1011	
*11	Nanhermannia coronata 1
*110	
*1100	Carabodes rugosior 1
*1101	
*111	Berniniella bicarinata 1

Obr. 7. Indikátory klasifikačních skupin TWINSPAN. Použité hodnoty cut-levels odpovídají počtu 0, 5 a 25 jedinců.

*Medioppia subpectinata* (Oudemans, 1900) je kosmopolitní, eurytopní panfytofág nalézáný pravidelně po celém území ČR. Obdobně jako předešlý druh výrazně preferuje níže položené smíšené nebo bukové porosty v Krkonoších i na Šumavě (MATĚJKA ET STARÝ 2009; STARÝ ET MATĚJKA 2009) ve výše položených smrčkových porostech se objevuje pouze ojediněle na recedentní a subrecedentní úrovni.

*Nothrus silvestris* Nicolet, 1855 je holarktický, silvikolní, partenogenetický druh vyskytující se pravidelně ve všech typech lesních půd v Krkonoších a stejně i na Šumavě (STARÝ ET MATĚJKA 2009) výrazně preferuje níže položené smíšené lesy s výrazným zastoupením buku, ve výše položených porostech smrku chybí.

*Nanhermannia coronata* Berlese, 1913 je holarktický, hygrofilní, silvikolní, partenogenetický panfytofág vyskytující se především ve vlhkých lesních půdách, druh s ještě výraznější preferencí níže položených smíšených porostů, ve

smrčkových porostech nebyl zjištěn v Krkonoších ani na Šumavě. Tento druh bývá často uváděn z opadu s vysokou vlhkostí a nízkým pH (RAJSKI 1967), v Dolním Sasku výrazně preferuje opad bukových porostů, což souhlasí s našimi výsledky (MIGGE ET AL. 1998).

Závěrem je možno shrnout, že v obou studovaných výškových transektech v Krkonoších i na Šumavě preferují významné společné dominantní druhy obdobné typy lesa v obdobných nadmořských výškách a dokazují tím, že nadmořská výška a s ní úzce související mikroklimatické a trofické faktory mají významný vliv na rozšíření a populační hustotu dominantních druhů pancířníků.

## Literatura

- DELEPOTRE S., TILLIER P. (1999): Long-term effects of mineral amendments on soil fauna and humus in an acid beech forest floor. - *Forest Ecology and Management*, 118: 245-252.
- HAGVAR S. (1998): Mites (Acari) developing inside decomposing spruce needles: Biology and effect on decomposing rate. - *Pedobiologia*, 42: 358-377.
- HASEGAWA M., ITO M.T., KITAYAMA K. (2006): Community structure of oribatid mites in relation to elevation and geology on the slope of Mount Kinabalu, Sabah, Malaysia. - *European Journal of Soil Biology*, 42: 191-196.
- HUHTA V., KOSKENNIEMI A. (1975): Numbers, biomass, and community respiration of soil invertebrates in spruce forests at two latitudes in Finland. - *Ann. Zool., Fennici*, 12: 164-182.
- JACOT A.P. (1939): Reduction of spruce and fir litter by minute animals. - *Journal of Forestry*, 37: 858-860.
- KUNST M. (1968): Pancířníci nadřádu Oribatei Československa. Díl 1-6. - Ms. [Habilitationní práce, Přírodovědecká fakulta University Karlovy, Praha], 1548 p.
- LUXTON M. (1981a): Studies on the oribatid fauna of a Danish beech wood soils III. Introduction to field populations. - *Pedobiologia*, 21: 301-311.
- LUXTON M. (1981b): Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soils IV. Development biology. - *Pedobiologia*, 21: 312-340.

- LUXTON M. (1981c): Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soils V., Vertical distribution. - *Pedobiologia*, 21: 365-386.
- LUXTON M. (1981d): Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soils VI., Seasonal population changes. - *Pedobiologia*, 21: 387-409.
- MARAUN M., SALAMON J.A., SCHNEIDER K., SCHEFER M., SCHEU S. (2003): Oribatid mite and collembolan diversity, density and community structure in a moderate beech forest (*Fagus sylvatica*): effect of mechanical perturbations. - *Soil Biology and Biochemistry*, 35: 1387-1394.
- MARŠÁLKOVÁ-NĚMEJCOVÁ M., MIHÁLIK Š. (1977): Národní parky, rezervace a jiná chráněná území přírody v Československu. - Academia, Praha, 474 p.
- MATĚJKA K. (1992): Some aspects of the theory of the ecosystem spatial structure. I. Theory. - *Ekológia ČSFR*, 11: 369-377.
- MATĚJKA K. (2009): Nápopověda k programu DBreleve / DBreleve program help. - URL: [http://www.infodatasys.cz/software/hlp\\_dbreleve/dbreleve.htm](http://www.infodatasys.cz/software/hlp_dbreleve/dbreleve.htm)
- MATĚJKA K., STARÝ J. (2009): Difference in top-soil features between beech-mixture and Norway spruce forests of the Šumava Mts. - *Journal of Forest Science*, 55: 540-555.
- MATERNA J. (1999): Pancířníci (Acari: Oribatida) saxikolních nárostů mechů a lišejníků v Krkonoších. - *Opera Corcontica*, 36: 181-193.
- MATERNA J. (2000): Oribatid communities (Acari: Oribatida) inhabiting saxicolous mosses and lichens in the Krkonoše Mts. (Czech Republic). - *Pedobiologia*, 44: 40-62.
- MC BRAYER J.F., REICHLER D. (1971): Trophic structure and feeding rates of forest soil invertebrate populations. - *Oikos*, 22: 381-388.
- MIGGE S., MARAUN M., SCHEU S., SCHAEFER M. (1998): The oribatid mite community (Acarina) of pure and mixed stands of beech (*Fagus sylvatica*) and spruce (*Picea abies*) of different age. - *Applied Soil Ecology*, 9: 115-121
- SALAMON J.A., ALPHEI J., RUF, A., SCHAEFER M., SCHEU S., SCHNEIDER K., SUHRIG, A., MARAUN M. (2006): Transitory dynamic effects in the soil invertebrate community in a temperate deciduous forest: Effects of resource quality. - *Soil Biology and Biochemistry*, 38: 209-221.
- SCHAEFER M., SCHAUERMANN J. (1990): The soil fauna of beech forests: comparison between a mull and a moder soil. - *Pedobiologia*, 34: 299-314.
- SHEN JING, T. SOLHOY, WANG HUIFU, T.I.VOLLAN, XU RUMEI (2005): Differences in soil arthropod communities along a high altitude gradient at Shergyla Mountain, Tibet, China. - *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 37: 261-266
- STARÝ J. (1994): Pancířníci (Acari: Oribatida) Krkonoš. - *Opera Corcontica*, 31: 115-123.
- STARÝ J. (2000): List of oribatid mites (Acari: Oribatida) of the Bohemia, Czech Republic. - *Sborník Přírodovědného klubu v Uherském Hradišti*, 5: 129-154.
- STARÝ J. (2005): Pancířníci (Acari: Oribatida) hlavních biotopů na Sněžce. - *Opera Corcontica*, 42: 79-89.
- STARÝ J., MATĚJKA K. (2009): Společenstva pancířníků (Acari: Oribatida) ve výškovém gradientu v horských lesích postižených kůrovcem na Šumavě. - URL: [http://www.infodatasys.cz/biodivkrsu/rep2008\\_Oribatida.pdf](http://www.infodatasys.cz/biodivkrsu/rep2008_Oribatida.pdf)
- VACEK S., MATĚJKA K., SIMON J., MALÍK V., SCHWARZ O., PODRÁZSKÝ V., MINX T., TESAŘ V., ANDĚL P., JANKOVSKÝ L., MIKESKA M. (2007): Zdravotní stav a dynamika lesních ekosystémů Krkonoš pod stresem vyvolaným znečištěním ovzduší. - *Folia Forestalia Bohemica*, Vol. 4, Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy, 216 p.
- VANĚK J. (1957): Příspěvek k poznání pancířníků (Acarina, Oribatei) lesních půd. - *Ročenka Československé společnosti entomologické*, 53: 217-223.
- WALLWORK J.A. (1976): The distribution and diversity of soil fauna. - Academic Press, London, 356 p.
- WANG S., RUAN H., WANG B. (2009): Effects of soil microarthropods on plant litter decomposition across an elevation gradient in the Wuyi Mountains. - *Soil Biology and Biochemistry*, 41: 891-897.

WEIGMANN G. (1991): Oribatid communities in transects from bogs to forests in Berlin indicating the biotope qualities. In: Dusbábek F., Bukva V. (eds.), *Modern Acarology*, Vol. 1. - Academia, Praha, pp. 359-364.