ROSTLINNÁ SPOLEČENSTVA S DOUGLASKOU TISOLISTOU A DOMÁCÍMI DŘEVINAMI V ČESKÉ REPUBLICE A POLSKU

Plant communities with Douglas-fir and native tree species in the Czech Republic and Poland

4.

Rostlinná společenstva s douglaskou tisolistou a domácími dřevinami v České republice a Polsku

Plant communities with Douglas-fir and native tree species in the Czech Republic and Poland

Karel Matějka, Vilém Podrázský, Jiří Viewegh

Abstract

Introduced tree species can strongly influence the composition of native forest phytocoenoses. The goal of this article is to show how Douglas-fir (Pseudotsuga menziesii) affects the plant community. The forests with different dominant tree species in the Czech Republic and Poland were sampled. Pairs of plots with dominating Douglas-fir and dominant geographically native tree species (especially Quercus sp. div., Fagus sylvatica and Picea abies) were established. The variability of communities with dominant Douglas-fir was described. Numerical classification and ordination (DCA) were used for this purpose. These computations were done using data of the herb layer. A major influence on their variation has nutrient richness / oligotrophy of the habitat. Ellenberg's indication values (average eco-indices weighted by species representation) were calculated for each relevé. The Douglas-fir stands showed lower temperature and more acidic soil compared to the oak stands. In comparison with the Norway spruce stands, there are higher indicator values for temperature, pH and nitrogen activity in the Douglas-fir stands. Douglas-fir also promoted a shift to ruderal plant community. This effect is also reflected in an increase of species diversity and richness. The effect of Douglas-fir on the herbal understorey communities was described by CCA using data from Poland. Several differences between the Czech and Polish plant communities were found.

Keywords: acidification, Ellenberg's bioindication, man-influenced forests, nitrogen, numerical classification, ordination, TWINSPAN

Úvod

Pěstované importované dřeviny mohou silně ovlivňovat složení původních lesních fytocenóz. V rámci předchozích studií bylo prokázáno, že v hospodářských lesích je přibližně ¼ druhové variability bylinného patra determinována druhovým složením dřevin (Matějka et al. 2014). Známá je například tvor-

ba specifických rostlinných společenstev pod trnovníkem akátem (*Robinia pseudoacacia* L.) (Jurko 1963). Rovněž smrk pichlavý (*Picea pungens* Engelm.) silně ovlivňuje složení bylinného patra díky silnému zápoji hustých porostů v kombinaci s hromadícím se opadem jehličí, čímž dochází k eliminaci většiny druhů původní fytocenózy (vlastní pozorování). Vzhledem k současné situaci, kdy existují snahy o zvýšení zastoupení douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) v hospodářských lesích České republiky, bylo přistoupeno k šetření, jehož cílem je zjištění, jak ovlivňuje douglaska tisolistá složení rostlinného společenstva ve srovnání s lesy, kde jsou pěstovány regionálně původní druhy dřevin.

V rámci studia vegetace České republiky je v současnosti věnována pozornost přirozeným a polopřirozeným lesům, dále pak akátinám. Zcela však chybí přehled o společenstvech kulturních (tedy hospodářských, produkčních) lesů, přestože tyto zaujímají největší rozlohu na lesní půdě (Chytrý 2013). Přitom společenstva plevelů na obhospodařované půdě v rámci syntaxonomického systému jsou klasicky dobře rozpracována (Chytrý 2009) a podstata jejich vzniku je obdobná, jako u kulturních lesů: jsou determinována kombinací přírodních poměrů a vlastnostmi pěstované plodiny (tedy i požadavky na její obhospodařování). Stejně tak neexistuje přehled o rostlinných společenstvech v lesích s podstatným zastoupením douglasky tisolisté (dále jen douglasky). Z hlediska botanického je douglaska naturalizovaným neofytem (Danihelka et al. 2012).

V minulosti se fytocenologické klasifikaci kulturních lesů věnovali Hadač et Sofron (1980), který navrhl systém nomenklatury těchto společenstev, kdy název je tvořen včetně slova *culti*, tedy například *Deschampsio flexuosae-culti-Pinetum, Vaccinio myrtilli-culti-Pinetum a Senecioni fuchsii-culti-Piceetum.* Přes svou logičnost a propracovanost se tento systém v syntaxonomické literatuře neujal.

Vzhledem k tomu, že mnoho fytocenologických snímků v kulturních lesích je možné v rámci syntaxonomického systému zařadit pouze na úrovni svazu nebo vyšších jednotek, nabízela by se možnost využití deduktivní metody syntaxonomické klasifikace, která byla vyvinuta pro ruderální a jiná lidskou činností podmíněná společenstva (Kopecký, Hejný 1974; Kopecký 1978; Kopecký, Hejný 1978). Tento systém byl však jinými autory v minulosti využíván pouze minimálně (například Višňák 1986, 1995; Uherčíková 1991), žádný autor jej zřejmě nevyužil pro lesy.

Existovaly však i pokusy o pojmenování některých lépe vyhraněných společenstev kulturních lesů na úrovni asociací (např. Matějka 1994). Jako podstatné se ukázalo šetření variability rostlinných společenstev kulturních lesů prostředky numerické analýzy, tedy ordinace a klasifikace, které může vedle informace o existujících typech společenstev přinést též znalost jejich variability a podobnosti (Matějka 1995).

Vliv jednotlivých dřevin na jednotlivé složky životního prostředí a na biodiversitu lesních společenstev je jedním z důležitých aspektů posouzení jejich vhodnosti. U introdukovaných dřevin pak přistupuje ještě hledisko směru a stupně změny charakteru prostředí a struktury jednotlivých cenóz při jejich zavádění do porostů. Předpokládané výrazné změny přirozených rostlinných společenstev, edafonu, mykocenóz i dalších složek lesních ekosystémů jsou velmi často uváděny jako argument proti zavádění nepůvodních dřevin (např. Moucha 1999). Douglaska je přitom jednou z komerčně nejvýznamnějších dřevin jak v areálu původního rozšíření, tak i jako introdukovaná dřevina především v evropských zemích. Její prvotní introdukce do Evropy je uváděna v rozmezí let 1826–1830, cílem byly v prvním období především parky a exteriéry šlechtických sídel (http://www.monumentaltrees.com/en/europe-coastdouglasfir/). Šlechta v daném čase velmi často podporovala vědu a umění a podle současných představ upravovala i okolí svých sídel. Přitom se snažila osázet své parky a zahrady, později i vlastní lesní porosty tehdy módními exotickými dřevinami. Dá se předpokládat, že na našem území se tato dřevina objevila před polovinou 19. století. Od této doby se ale douglaska také začala vysazovat do lesních porostů. Kantor et al. (2002) uvádějí první porostní výsadby kolem r. 1844 na území dnešního ŠLP Křtiny. Jinak je douglaska v hospodářských lesích ČR spíše méně se vyskytující dřevinou, protože z celé rozlohy lesů zaujímá pouhých 5818 ha (0,22 %; Vašíček 2014).

Vzhledem k tomu, že douglaska je u nás introdukovanou dřevinou, vyvstává otázka jejího potenciálního vlivu na naše lesní ekosystémy. Je všeobecně známo, že vegetace poměrně rychle odráží změněné podmínky stanoviště včetně závažných změn složek prostředí a půdy. Lesní dřeviny vytvářejí charakteristický zápoj definovaný svojí intenzitou a charakterem, dále svým opadem, výrazně a poměrně rychle mění charakter humusových forem a obecně stav půd. Tyto trendy odráží bylinná etáž velice rychle a umožňuje tak posoudit vliv jednotlivých dřevin na své růstové prostředí. Právě tato bioindikace byla použita k tomu, aby ukázala vliv douglasky na přízemní vegetaci, z čehož se dá nepřímo usuzovat na případné změny chemismu humusu a svrchní části půdy (Podrázský et al. 2011). Dále lze předpokládat, že přízemní vegetace, její opad a vzájemný synergismus, ovlivní významně i další společenstva, především hmyzu a půdních organismů. Samostatnou kapitolou potom jistě bude ovlivnění společenstev makromycet, protože houby jsou často přímo vázány na konkrétní druh dřeviny, zvláště jedná-li se o druhy lignikolní nebo mykorhizní (cf. Smith et al. 2002).

V rámci dřívějších publikací (Podrázský et al. 2011, Matějka et al. 2014, Podrázský et al. 2014, Viewegh et al. 2014, Matějka et al. 2015) bylo dokázáno, že rostlinná společenstva v porostech douglasky se podstatně liší od společenstev v porostech nativních druhů dřevin i pěstovaného smrku ztepilého. Tento rozdíl bylo možno dokonce kvantifikovat (Matějka et al. 2014). Dosud však chybí přehled celkové variability těchto společenstev, což je cílem následujícího textu. Vzhledem k dosud neujasněným problémům s klasifikací kulturních lesů

(viz nástin v úvodu), nebude zde však proveden pokus o syntaxonomickou nomenklaturu šetřených lesů. Současně bude pozornost věnována srovnání těchto společenstev v České republice s obdobnými společenstvy v Polsku, kde douglaska zaujímá 6375 ha (0,07 %) celé rozlohy lesů (Zasada – osobní sdělení). V rámci tohoto porovnání bude rovněž řešena otázka, je-li rozdíl mezi společenstvy v porostech s douglaskou a s jinými druhy hospodářsky užívaných nativních dřevin rozdílný v Polsku obdobně, jako to bylo zjištěno v ČR.

Metodika

Pro šetření byly vyhledávány porosty, v nichž by douglaska tvořila souvislé skupiny čisté nebo s podílem alespoň 60 % a přitom aby tyto porosty byly starší 60 let (nejlépe 80 let a více), s již plně vyvinutou přízemní vegetací. Pro ni by v těchto porostech měly být již vhodné podmínky, především světelné, a vysoký podíl douglasky by měl dostatečně zajistit její dominantní vliv na přízemní vegetační etáž a půdu. Pro srovnání byly v blízkosti těchto porostů, za podmínek stejné expozice, sklonu, souboru lesních typů a pokud možno i věku, vybrány plochy s dominancí jiných hospodářských dřevin - smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.), buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) a dubů (*Quercus petraea* agg. a *Q. robur* L.). Fytocenologické snímkování proběhlo v letech 2010 až 2016 v několika regionech České republiky (233 fytocenologických snímků) a obdobně v roce 2015 v Polsku (53 fytocenologických snímků). Označení snímků vychází z kódu lokality doplněného běžně užívanou lesnickou zkratkou českého jména dominantní dřeviny.

Fytocenologické snímky byly zapsány do databáze DBreleve (Matějka 2018). Tam byla data transformována tak, aby suma representativností (resp. pokryvností) všech druhů dané etáže ve snímku odpovídala celkové pokryvnosti této etáže (E_0 je mechová, E_1 bylinná, E_2 keřová a E_3 stromová etáž). Další zpracování proběhlo pro etáž E_1.

Pro každý snímek, respektive pro jeho bylinnou etáž byly vypočítány druhová bohatost – tedy celkový počet druhů (S), Shannon-Wienerův index celkové druhové diversity (H‘; Shannon 1948) a vyrovnanost ($e = H'/\log_2 S$). Výpočet proběhl v programu DBreleve.

Rozdíl druhové diversity nebo bohatosti v různých porostech byl hodnocen pomocí Monte Carlo permutačního testu v programu DBreleve. Tyto výsledky jsou podobné častěji používanému t-testu pro hodnocení rozdílu průměrů, který však vyžaduje normální rozdělení zpracovávaných dat. Při užití Monte Carlo testu byla datová množina rozdělena na první podmnožinu (definovanou dominancí douglasky ve stromovém patře) a zbytek tvořící druhou podmnožinu (Matějka 2018).

Nomenklatura druhů je uváděna podle Kubát et al. (2002).

Klasifikace a ordinace společenstev v porostech s douglaskou

Pro analýzu byly vybrány všechny fytocenologické snímky v porostech, kde byla pokryvnost douglasky ve stromovém patře vyšší než 20 %, respektive její relativní zastoupení bylo vyšší než 25 %.

První klasifikace byla provedena aglomerativní Wardovou metodou s kvadrátem euklidovské distance jako mírou nepodobnosti (Ward 1963). Výpočet a vykreslení dendrogramu bylo provedeno v programu DBreleve.

Klasifikace snímků byla provedena procedurou TWINSPAN (Hill 1979). Základní variabilita rostlinných společenstev byla popsána pomocí rozdělení příslušných fytocenologických snímků do klasifikačních skupin. Interpretace rozlišených skupin byla provedena pomocí druhů označených jako indikátory. Pro každou skupinu byla vypočtena průměrná pokryvnost každého druhu ve snímcích náležejících do této skupiny.

Další řešenou otázkou byl vliv douglasky a dalších dřevin na druhovou strukturu bylinného patra. Odpověď na ni byla hledána prostřednictvím přímé gradientové analýzy, metodou CCA (Lepš, Šmilauer 2003) v programu CANOCO, verze 4.5.

Bioindikace

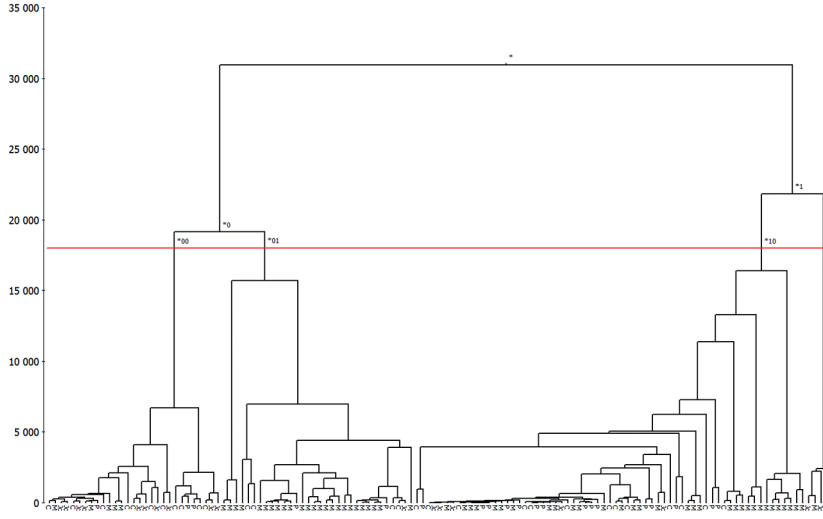
Využit byl bioindikační systém podle Ellenberga (Ellenberg et al. 1991). Počítány byly indikační hodnoty pro světlo (L), teplotu (T), kontinentalitu (C), půdní vlhkost (W), půdní reakci (R) a aktivitu dusíku (N). Výpočet byl proveden opět v programu DBreleve. Viz též Matějka et al. (2015).

To, jak se liší indikované parametry prostředí v porostech vybraných dřevin (*Quercus sp., Fagus sylvatica* a *Picea abies*) a v porostech douglasky bylo zjišťováno jako rozdíl příslušných indikačních hodnot pro každý porovnatelný pár fytocenologických snímků. Pro tento účel byly všechny snímky zařazeny do skupin tak, aby snímky jedné skupiny byly plně porovnatelné (plochy se nacházejí ve vzájemné blízkosti, shoduje se soubor lesních typů, obdobná je poloha v terénu). Hodnoty rozdílů indikačních hodnot pro všechny takové páry vytvářejí statistický soubor, jehož průměr byl testován na odchylku od předpokládané hodnoty 0 (tedy od předpokladu, že se indikační hodnoty ve společenstvech pod porosty obou dřevin neliší) pomocí t-testu.

Výsledky a diskuse

Variabilita rostlinných společenstev v porostech douglasky tisolisté

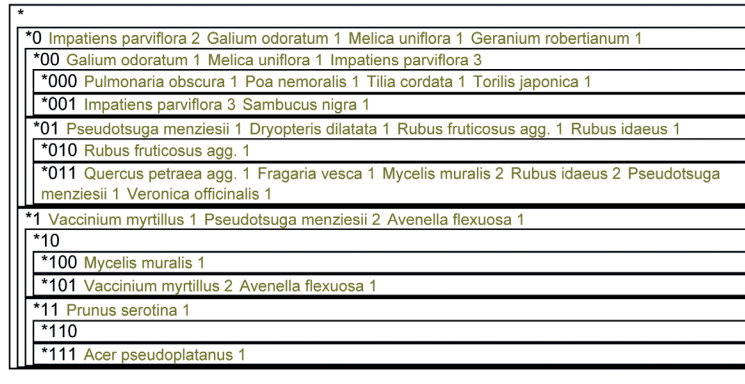
Numerická klasifikace Wardovou metodou (obr. 4.1) naznačuje výraznou diferenciaci čtyř klasifikačních skupin (viz červená linie). Zatímco první dvě skupiny (*00 a *01) a malá skupina *11 jsou poměrně homogenní, skupina *10 je značně heterogenní. Můžeme pozorovat geografickou rozdílnost ve výskytu společenstev zaznamenaných v různých (bio)regionech: Zatímco skupina *00



Obr. 4.1: Klasifikace fytocenologických snímků s *Pseudotsuga menziesii* Wardovou metodou s kvadrátem euklidovské distance. Snímky jsou označeny podle příslušnosti k regionu. (Jc – jižní Čechy, C – zbývající část Čech, M – Morava, P – Polsko)
Classification of relevés with Pseudotsuga menziesii using Ward's method with square of Euclidean distance. Relevés are divided according to the region. (Jc – southern Bohemia, C – other sites of Bohemia, M – Moravia, P – Poland)

se vyskytuje především v Čechách, včetně jižních Čech, případně v Polsku, výskyt společenstev skupiny *01 je silnější na Moravě. Klasifikační skupina *10 s převažujícími oligotrofními společenstvy byla zaznamenána v různých částech ČR i v Polsku. Poslední skupina *11 je typická pro jižní Čechy.

TWINSPAN ukazuje zásadní členění společenstev podle trofnosti stanoviště (obr. 4.2).



Obr. 4.2: Klasifikace TWINSPAN: Indikátory klasifikace na třech nejvyšších hladinách
The TWINSPAN classification: the species indicators for three highest levels

- V eutrofních společenstvech (klasifikační skupina *0) s *Galium odoratum* a *Melica uniflora* se šíří nitrofilní druhy (*Geranium robertianum, Torilis japonica, Sambucus nigra* a *Rubus sp. div.*), ale též invazní druh *Impatiens parviflora.*
- Na oligotrofních stanovištích (skupina *1) je významná skupina společenstev s *Vaccinium myrtillus* a *Avenella flexuosa*.

Vzhledem k tomu, že Wardova metoda naznačila existenci minimálně čtyř, případně více, dobře separovaných shluků, a současně lze ve výsledcích procedury TWINSPAN dobře ekologicko-sociologicky charakterizovat shluky na třetí hladině, byla právě třetí hladina užita jako základ pro klasifikaci porostů s douglaskou. Na této hladině klasifikace lze jednotlivé shluky charakterizovat za pomoci tabulky průměrných pokryvností (tab. 4.1) následovně:

Tab. 4.1: Průměrná pokryvnost druhů (v %) ve fytocenologických snímcích pořízených v porostech s *Pseudotsuga menziesii*. Snímky rozděleny do klasifikačních tříd procedurou TWINSPAN. (obr. 4.2)
Average species coverage (in per-cents) for relevés recorded in the Pseudotsuga menziesii stands. Relevés were divided into the TWINSPAN classification classes. (Fig. 4.2)

TWINSPAN	*000	*001	*010	*011	*100	*101	*110	*111
Počet snímků (z toho v Polsku) *Number of relevés (in Polad)*	8 (0)	30 (2)	23 (5)	13 (1)	26 (1)	20 (0)	8 (8)	3 (3)
Druhová bohatost (S) *Species richness (S)*	18.1	16.6	16.5	18.8	15.8	12.4	12.0	9.7
Druhová diversita (H‘) *Species diversity (H‘)*	1.66	2.07	2.11	2.43	2.27	1.97	1.89	2.25
E3:								
Pseudotsuga menziesii	67	69	74	72	74	70	65	60
Picea abies	1.3	0.27	0.23	**4.9**	1.6	2.0	0.38	
Fagus sylvatica	**4.4**	**5.5**	2.3	0.01	0.69	0.16		**3**
Larix decidua	0.34	2.4	0.87		0.4	2.2		
Quercus petraea agg.	1.9	0.92	0.02		0.02			
Acer pseudoplatanus	**3.1**	**3.0**	0.02			0.53		
Carpinus betulus	**3.4**	**2.4**	0.43				0.41	
Tilia cordata	1.1	0.14	0.62					
Pinus sylvestris	0.56		0.02	0.04	0.35	0.65	0.41	
Ulmus glabra	0.30							
Pinus strobus		0.17		0.01	0.00			
Quercus robur		0.33					1.3	
Fraxinus excelsior		0.17						
Acer platanoides			0.12					
Sorbus aucuparia			0.13					
Abies alba				1.5		0.15		
Betula pendula					0.11	0.03		
Quercus rubra					0.69			
Pinus banksiana						0.15		
E2:								
Fagus sylvatica	0.21	**6.2**	**3.2**	1.5	1.7	**4.8**	2.5	0.87
Tilia cordata	0.29	0.25	0.43	**3.3**				
Carpinus betulus	**4.0**	0.37	1.7		0.04	0.03	2.5	

TWINSPAN	*000	*001	*010	*011	*100	*101	*110	*111
Pseudotsuga menziesii	0.05		0.03	1.2	1.5	**6.9**		
Quercus petraea agg.	0.08							
Corylus avellana		0.23	1.2	**3.9**				
Frangula alnus		0.02	0.02		0.1			
Acer pseudoplatanus		0.21	1.3			0.5		**12**
Ulmus glabra		0.06	0.4					
Sambucus nigra		**4.6**		1.7				0.83
Sambucus racemosa		0.02			0.33			
Picea abies			0.04		1.0	**4.7**		**5.7**
Sorbus aucuparia			0.89		0.33	2.3		0.87
Prunus serotina			0.70				**18**	**9.4**
Fraxinus excelsior			0.87					
Prunus avium				0.69				
Acer platanoides								**8.7**
E1:								
Impatiens parviflora	**5.9**	**16**	**12**	1.1	0.03	0.00	4.7	0.15
Oxalis acetosella	**7.2**	**12**	**21**	**14**	8.6	1.8	7.3	0.09
Rubus fruticosus agg.	5.8	2.0	4.0	0.7	2.8	0.64	1.5	0.79
Luzula luzuloides	0.04	0.02	0.14	0.02	2.3	1.1	0.03	
Mycelis muralis	0.08	0.04	0.23	2.0	2.9	0.15	0.07	
Acer pseudoplatanus	0.33	0.17	1.9	0.04	0.09	0.06		**7.4**
Fagus sylvatica	0.1	1.5	0.64	0.03	1.2	0.12		
Milium effusum	0.11	0.03	0.73	0.02	0.03	0.00		
Quercus petraea agg.	0.12	0.26	0.03	0.11	0.17	0.02		
Tilia cordata	0.52	0.05	0.09	0.10	0.01	0.00		
Viola reichenbachiana	0.9	0.06	0.34	0.22	0.77	0.02		
Geranium robertianum	1.9	0.67	0.08	0.65	0.02		0.00	
Urtica dioica	0.07	0.11	1.3	0.88	0.02		0.03	
Carex pairae	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00			
Dryopteris filix-mas	0.03	0.21	1.8	0.16	0.49			
Fragaria vesca	0.02	0.04	0.25	1.6	0.19			
Fraxinus excelsior	0.06	0.15	0.11	0.22	0.01			
Poa nemoralis	0.15	0.23	0.10	0.05	1.2			
Acer platanoides	0.26	0.03	0.85	0.03				0.13
Alliaria petiolata	0.09	0.02	0.00	0.00				
Brachypodium sylvaticum	0.38	0.03	1.6	0.05				
Cardamine impatiens	0.02	0.00	0.01	0.04				
Convallaria majalis	0.31	0.00	0.04	0.45				
Lamium maculatum	0.86	0.01	0.03	0.50				
Torilis japonica	0.23	0.01	0.01	0.14				
Carpinus betulus	0.95	0.37	0.67		0.00	0.12	0.29	
Maianthemum bifolium	0.01	0.45	0.07		0.01	2.5		**9.3**
Carex digitata	0.50	0.05	0.15		0.15	0.03		
Dactylis glomerata	0.01	0.03	0.74		0.00			
Galeobdolon luteum	0.24	2.2	0.00		0.00			
Galium odoratum	**12**	**3.8**	0.10		0.03			
Carex pilosa	0.6	1.7	0.02					
Carex sylvatica	0.01	0.01	0.00					
Melica uniflora	**20**	3.0	0.02					
Sanicula europaea	0.02	0.00	0.02					

TWINSPAN	*000	*001	*010	*011	*100	*101	*110	*111
Melica nutans	0.06	0.01		0.58	0.00			
Geum urbanum	0.03	0.03		0.01				
Pulmonaria obscura	0.09	0.01		0.03				
Ulmus glabra	0.01	0.02		0.03				
Campanula persicifolia	0.01	0.00			0.00			
Bromus benekenii	0.03	0.00						
Convolvulus arvensis	0.08	0.04						
Dactylis polygama	0.38	0.02						
Dentaria bulbifera	0.05	0.54						
Hepatica nobilis	0.07	0.03						
Lathyrus vernus	0.04	0.01						
Rosa canina	0.05	0.00						
Stellaria holostea	0.05	0.00						
Betula pendula	0.01		0.04		0.03	0.05		
Campanula trachelium	0.02		0.01					
Prenanthes purpurea	0.01		0.10					
Lathyrus niger	0.01			0.00				
Hieracium sabaudum	0.01				0.00			
Clinopodium vulgare	0.01							
Euphorbia amygdaloides	0.11							
Salvia glutinosa	0.01							
Calamagrostis epigejos		0.01	0.17	2.3	1.0	0.14	**13**	0.13
Dryopteris dilatata		0.05	0.36	0.04	2.2	0.09	**6.6**	0.15
Pseudotsuga menziesii		0.07	1.5	1.3	**4.9**	**12**	**3.9**	**1.6**
Sorbus aucuparia		0.04	0.05	0.19	0.98	1.7	0.7	1.5
Moehringia trinervia		0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	
Picea abies		0.04	0.16	0.53	3.6	**10**	0.03	
Rubus idaeus		0.27	0.48	**7.0**	0.39	0.12	0.01	
Frangula alnus		0.00	0.01	0.00	0.05	0.31		0.13
Athyrium filix-femina		0.24	0.69	0.04	1.8	0.6		
Calamagrostis arundinacea		0.01	0.5	**9.4**	**4.4**	0.01		
Senecio ovatus		0.13	**2.6**	0.65	1.4	0.12		
Sambucus nigra		0.40	0.05	0.57	0.17		0.01	0.80
Stellaria media		0.01	0.29	0.53	0.05		0.92	0.03
Abies alba		0.00	0.00	1.1	0.18			
Impatiens noli-tangere		0.88	0.2	0.47	0.05			
Mercurialis perennis		0.25	0.01	0.15	0.01			
Scrophularia nodosa		0.00	0.01	0.05	0.03			
Galium aparine		0.01	0.01	0.01				
Stachys sylvatica		0.02	0.01	0.00				
Festuca gigantea		0.05	0.04		1.4	0.85		
Prunus avium		0.01	0.00		0.03	0.02		
Paris quadrifolia		0.01	0.01		0.02			
Actaea spicata		0.00	0.09					
Festuca drymeja		0.20	0.43					
Galium sylvaticum		0.00	0.01					
Hordelymus europaeus		0.10	0.00					
Chaerophyllum temulum		0.00	0.02					
Hieracium murorum		0.00		0.00	0.19	0.15	0.05	
Prunus serotina		0.01		0.13			**5.1**	**9.7**

TWINSPAN	*000	*001	*010	*011	*100	*101	*110	*111
Galeopsis pubescens		0.01		0.01			0.01	
Aegopodium podagraria		0.00		0.02				
Ligustrum vulgare		0.00		0.01				
Lysimachia nummularia		0.00		0.45				
Melampyrum pratense		0.00				0.00		
Anemone nemorosa		0.03						
Asarum europaeum		0.37						
Astragalus glycyphyllos		0.00						
Glechoma hederacea		0.15						
Hacquetia epipactis		0.00						
Chelidonium majus		0.01						
Polygonatum multiflorum		0.01						
Polygonatum odoratum		0.00						
Ribes uva-crispa		0.10						
Sorbus torminalis		0.00						
Carex pilulifera			0.17	0.17	0.81	0.14	0.16	
Avenella flexuosa			0.00	0.01	0.73	**3.7**		1.4
Sambucus racemosa			0.00	0.2	0.02	0.01		
Carex brizoides			0.08	0.85	0.46			
Carex remota			0.01	0.03	0.08			
Corylus avellana			0.03	0.01		0.00		
Juncus effusus			0.03	0.02		0.00		
Hypericum perforatum			0.00	0.02			0.03	
Atropa bella-donna			0.02	0.01				
Carex ovalis			0.02	0.06				
Carex pallescens			0.00	0.02				
Deschampsia caespitosa			0.04	0.02				
Epilobium collinum			0.00	0.02				
Epilobium angustifolium			0.01	0.01				
Stellaria nemorum			0.24	0.00				
Vaccinium myrtillus			0.01		0.60	**10**	0.13	
Festuca altissima			0.22		0.01	1.3		
Senecio sylvaticus			0.01		0.24	0.00		
Agrostis capillaris			0.01		0.25			
Myosotis sylvatica			0.09		0.01			
Rumex acetosella			0.00			0.00	0.01	
Calystegia sepium			0.20				0.05	
Circaea lutetiana			0.04					
Galeopsis speciosa			0.00					
Humulus lupulus			0.01					
Hypericum hirsutum			0.00					
Poa trivialis			0.01					
Rumex conglomeratus			0.02					
Salvia pratensis			0.00					
Digitalis grandiflora				0.01	0.00	0.00		
Agrostis stolonifera				0.00	0.06		0.16	
Campanula patula				0.01	0.00		0.01	
Veronica officinalis				0.04	0.01			
Quercus robur				0.03		0.10	0.05	
Campanula rapunculoides				0.00				

TWINSPAN	*000	*001	*010	*011	*100	*101	*110	*111
Conium maculatum				0.00				
Dipsacus fullonum				0.01				
Euphorbia cyparissias				0.00				
Galeopsis tetrahit				0.01				
Lonicera xylosteum				0.04				
Luzula pallescens				0.01				
Phalaris arundinacea				0.45				
Poa palustris				0.13				
Solanum dulcamara				0.03				
Luzula pilosa					0.09	0.09	0.22	
Quercus rubra					0.11	0.00		0.07
Galium rotundifolium					0.25	0.01		
Gymnocarpium dryopteris					0.82	0.12		
Larix decidua					0.00	0.14		
Polygonatum verticillatum					0.01	0.00		
Ajuga reptans					0.00			
Circaea alpina					0.01			
Gnaphalium sylvaticum					0.00			
Hypericum montanum					0.01			
Lapsana communis					0.00			
Melampyrum sylvaticum					0.00			
Pinus strobus					0.00			
Rumex obtusifolius					0.01			
Salix caprea					0.00			
Sonchus arvensis					0.00			
Stellaria graminea					0.00			
Pinus sylvestris						0.41	0.04	
Pteridium aquilinum						0.11	**7.3**	
Anthoxanthum odoratum						0.00		
Calamagrostis villosa						0.02		
Calluna vulgaris						0.00		
Holcus lanatus						0.00		
Lycopodium annotinum						0.00		
Molinia arundinacea						0.00		
Nardus stricta						0.00		
Populus tremula						0.00		
E0:								
Pleurozium schreberi	0.00	0.00	0.12	**4.1**	0.28	1.2	**21**	3.6
Polytrichum formosum			0.00	0.08	1.6	**4.1**		
Plagiomnium affine			**6.3**	0.39	0.38	**7.2**		
Atrichum undulatum			0.18		0.05			
Dicranella heteromalla			0.01		0.03	0.00		1.4
Polytrichum commune			1.2					
Thuidium abietinum					0.04			
Dicranum scoparium					0.02	0.05	**24**	
Mnium affine					0.00			
Leucobryum glaucum						0.00		
Pohlia nutans						0.00		

***000**: V E_3 jsou mimo douglasky významně zastoupeny *Fagus sylvatica, Carpinus betulus* a *Acer pseudoplatanus,* v E_2 je to zvláště zmlazující *Carpinus betulus*. Z E_1 je potřebné jmenovat *Melica uniflora, Galium odoratum, Oxalis acetosella* a *Impatiens parviflora*. Mechové patro skoro chybí. Jedná se o společenstva v původních dubohabřinách na teplých stanovištích.

***001**: E_3 má obdobné složení, jako v předchozím případě. V E_2 se místo *Carpinus betulus* zmlazuje *Fagus sylvatica*, dále má zvýšenou pokryvnost *Sambucus nigra. Impatiens parviflora* zde má maximum svého zastoupení. Dále je v E_1 třeba zmínit *Oxalis acetosella* a *Galium odoratum*. Původní společenstva odpovídají nižším polohám květnatých bučin (převažující 3. lesní vegetační stupeň).

***010**: V E_3 výrazně dominuje *Pseudotsuga menziesii*, ostatní druhy jsou přimíšeny více-méně náhodně. V E_2 se nejvíce zmlazuje *Fagus sylvatica*. Z E_1 je možno jmenovat převažující *Oxalis acetosella* (zde má nejvyšší pokryvnost), dále opět *Impatiens parviflor*a, relativně vysoké pokryvnosti dosahuje *Senecio ovatus*. Rozvolněné bylinné patro je doplněno rozvojem druhů patra mechového. Tato společenstva jsou relativně častá jak v ČR, tak v Polsku.

***011**: Mimo douglasky a příměsi *Picea abies* se většinou žádné jiné druhy v E_3 nevyskytují. V E_2 nalézáme výraznější zastoupení *Corylus avellana* a *Tilia cordata*. Z E_1 je možno jmenovat *Oxalis acetosella, Calamagrostis arundinacea, Rubus idaeus* a *Fragaria vesca* dosahující zde svého optima. Celkově se jedná o druhově nejbohatší společenstva. Původním společenstvem jsou pravděpodobně dubové bučiny s jedlí. Fakultativní zvlhčení půdy je indikováno některými vlhkomilnými druhy (např. *Lysimachia nummularia, Carex brizoides* a *Phalaris arundinacea*), předpokládané jsou časté, alespoň mírně (či lokálně) oglejené půdy.

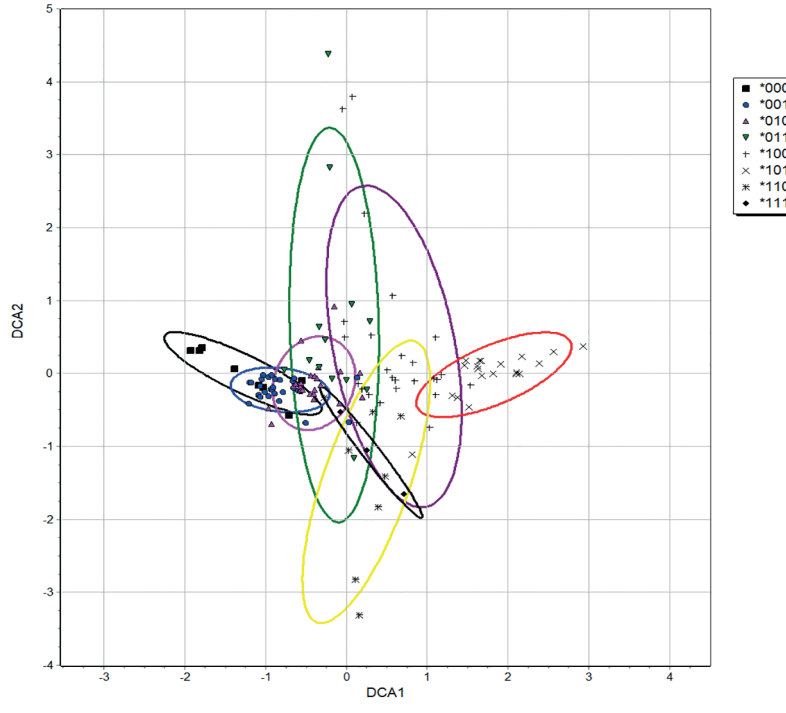
***100**: V E_3 je zastoupeno více druhů, žádný z nich však nemá vyšší zastoupení, stejně je tomu i v případě E_2. Výraznější zmlazení *Pseudotsuga menziesii* je patrné v E_1, kde má vyšší průměrnou pokryvnost *Calamagrostis arundinacea*. Druhově bohatší je patro E_0.

***101**: Výskyt dřevin mimo douglasky je častý, ale druhy mají celkově nízkou pokryvnost, přičemž výjimku tvoří zmlazení *Pseudotsuga menziesii, Picea abies* a *Fagus sylvatic*a v E_2, přičemž první dva druhy mají rovněž vysokou průměrnou pokryvnost v E_1. V E_1 jsou typicky zastoupeny *Vaccinium myrtillus* a *Avenella flexuosa* a v E_0 jsou to acidofilní mechorosty. Jedná se o společenstva na silně kyselých, vysýchavých půdách, kde byl v minulosti pěstován smrk ztepilý, který zřejmě prohloubil acidifikaci půdy.

***110**: E_3 má celkově nižší zápoj, přičemž však *Pseudotsuga menziesii* výrazně dominuje. V E_2 má silné zastoupení spontánně se v Polsku šířící neofyt *Prunus serotina*, jinak je výskyt dřevin spíš slabý. V E_1 je potřeba jmenovat druhy s vyšším zastoupením *Calamagrostis epigejos*, *Pteridium aquilinum, Dryopteris dilatata, Impatiens parviflora* (jedná se o jedinou skupinu z acidofilních společenstev, kde se výrazněji uplatňuje tento neofyt). Druhově chudé, avšak velmi pokryvné je E_0. Tato společenstva byla nalezena pouze v Polsku.

***111**: Mimo douglasky nacházíme v E_3 pouze *Fagus sylvatica*. V E_2 je časté zmlazení javorů (*Acer pseudoplatanus* a *A. platanoides*), dále má vyšší pokryvnost *Prunus serotina* a *Picea abies*. V E_1 jsou to druhy *Maianthemum bifolium* (v Polsku se vyskytující v nižších nadmořských výškách ve srovnání s ČR) a zmlazující *Prunus serotina*, jinak jsou společenstva velmi chudá. I tato společenstva mají zaznamenaný výskyt pouze v Polsku.

Ordinační prostor naznačuje kontinuální rozdělení snímků, přičemž společenstva na eutrofních stanovištích (na obr. 4.3 umístěné vlevo) jsou méně variabilní ve srovnání s těmi na oligotrofních stanovištích (až na skupinu *011, kterou je možné považovat za přechodnou mezi oběma typy stanovišť). Vysokou variabilitu společenstev klasifikační skupiny *011 lze spojovat s variabilitou půdní vlhkosti na těchto stanovištích, kde mohou být nalézána mikrostanoviště jak vysýchavá, tak silněji zvlhčená.



Obr. 4.3: Prostor prvních dvou ordinačních os DCA s vyznačením polohy fytocenologických snímků podle jejich příslušnosti ke klasifikačním skupinám podle TWINSPAN
Space of first two DCA axes with position of relevés grouped into the TWINSPAN classes

Z hlediska pěstebního a ve vztahu k ochraně přírody je potřeba zmínit určité riziko pěstování douglasky v lesích střední Evropy, protože existuje vysoká pravděpodobnost jejího samovolného šíření při zmlazování, a to i mimo porosty, v nichž je cíleně pěstována. Jedná se totiž o naturalizovaný neofyt (Danihelka et al. 2012), který se snadno zmlazuje, zvláště pak na acidofilních stanovištích

(tab. 4.1, klasifikační skupiny *1). V případě využití přirozeného zmlazení na těchto stanovištích může v následující generaci lesa snadno dojít k výraznému zvýšení zastoupení douglasky na úkor domácích druhů dřevin.

Zajímavé srovnání jednotlivých klasifikačních skupin společenstev poskytuje informace o průměru a rozpětí indikačních hodnot podle Ellenberga (tab. 4.2). Nižší hodnotu pro kontinentalitu ukazují společenstva na živných stanovištích (skupina *0) oproti stanovištím acidofilním (*1). Indikační hodnoty pro světlo byly nejvyšší ve společenstvech acidofilních. Obecně tento parametr pokrývá široké rozmezí, což zřejmě souvisí s aplikací různých pěstebních postupů, respektive s různou intenzitou prováděných probírek. Nejnižší indikační hodnoty pro teplotu se vyskytly ve společenstvech skupiny *10. Zajímavé je, že právě v nich dochází k nejintenzivnějšímu zmlazení douglasky. Nejnižší půdní reakce je indikována ve skupině *101 (s dominancí *Vaccinium myrtillus*), nejvyšší naopak ve skupinách *000 a *001. Indikační hodnoty pro aktivitu dusíku jsou většinou (až na společenstva na extrémně kyselých půdách) vysoké (většinou nad 5). Půdní vlhkost se liší pouze minimálně.

Srovnání bioindikace faktorů prostředí v porostech douglasky a jiných dřevin

Ve srovnání společenstev pod duby a pod douglaskou (tab. 4.3) vyplývá, že pod duby nalézáme společenstva signifikantně teplomilnější, což může souviset s tím, že je současně naznačena vyšší osluněnost podrostu doubrav. Signifikantní je rovněž indikované snížení půdní reakce pod douglaskou. Snížená půdní reakce je současně jediným parametrem prostředí, který se liší v rámci porovnání porostů buku a douglasky (tab. 4.4).

Zásadně odlišně vychází porovnání společenstev v porostech smrku a douglasky (tab. 4.5), kde pod douglaskou nacházíme signifikantně vyšší bioindikační hodnoty pro teplotu, půdní reakci a aktivitu dusíku.

Zajímavé je, že douglaska zřejmě zvyšuje aktivitu dusíku pod smrkem a méně výrazně pod bukem, zatímco pod duby je naznačen opačný efekt, tedy snížení aktivity dusíku.

Porovnání fytocenologických snímků na lokalitách v Polsku

Výsledky analýzy CCA v případě, že je přítomnost *Pseudotsuga menziesii* považována za environmentální proměnnou (obr. 4.4), jednoznačně ukazují, že douglaska je signifikantně významná (pravděpodobnost chyby Monte Carlo testu P = 0,016) pro změnu druhového složení rostlinného společenstva (respektive jeho bylinného patra) i na sledovaných polských lokalitách, přestože míra datové variance vysvětlená přítomností douglasky je velmi nízká (pouze 3 %). Je to zřejmě dáno velkou variabilitou rostlinných společenstev: první dvě nekanonické osy CCA vysvětlují pouze 17 % druhové variability. Tato zjištění jsou zcela v souladu s podmínkami v ČR, kde bylo zjištěno, že zastoupení tří druhů dřevin (*Pseudotsuga menziesii, Fagus sylvatica* a *Picea abies*) dokáže vysvětlit jen 5 % celkové datové variability (Matějka et al. 2014).

Tab. 4.2: Indikační hodnoty podle Ellenberga pro fytocenologické snímky pořízené v porostech s *Pseudotsuga menziesii*. Snímky rozděleny do klasifikačních tříd procedurou TWINSPAN. (obr. 4.2)
The Ellenberg's indicator values for relevés in stands of Pseudotsuga menziesii. Relevés were divided into the TWINSPAN classes. (Fig. 4.2)

Indikační hodnota pro parametr *Indicator value for*	Klasifikační skupina *Classification group*	Minimum *Minimum*	Průměr *Average*	Maximum *Maximum*
Kontinentalita/*Continentality*	*000	2.1	2.8	4.4
	*001	2.3	3.8	4.8
	*010	2.9	3.5	4.8
	*011	2.5	3.6	4.9
	*100	2.4	3.5	4.7
	*101	2.7	4.4	5.8
	*110	3.0	4.3	6.5
	*111	3.9	4.3	5.1
Světlo/*Light*	*000	1.8	2.9	3.8
	*001	1.6	3.1	4.4
	*010	1.6	2.8	5.3
	*011	2.8	4.6	6.3
	*100	2.0	3.9	5.6
	*101	3.1	4.8	5.8
	*110	2.5	5.0	6.4
	*111	4.6	4.7	4.8
Teplota/*Temperature*	*000	5.0	5.2	5.8
	*001	5.0	5.6	6.0
	*010	4.5	5.5	6.0
	*011	4.5	5.4	5.9
	*100	3.0	4.7	6.0
	*101	3.0	4.1	5.6
	*110	5.0	5.4	5.9
	*111	5.2	5.6	6.0
Půdní reakce/*Soil reaction*	*000	4.7	5.8	6.1
	*001	3.9	5.3	7.0
	*010	4.0	4.6	6.1
	*011	3.9	4.8	7.0
	*100	2.8	3.9	5.2
	*101	2.0	2.7	3.9
	*110	3.2	4.2	6.3
	*111	3.0	3.6	4.3
Aktivita dusíku/*Nitrogen activity*	*000	5.1	5.8	6.2
	*001	4.6	5.8	6.2
	*010	4.8	6.1	6.9
	*011	5.1	6.2	7.6
	*100	4.2	5.6	7.1
	*101	3.0	3.7	4.8
	*110	3.1	5.4	6.7
	*111	4.2	6.1	7.3
Půdní vlhkost/*Soil wetness*	*000	4.9	5.0	5.1
	*001	5.0	5.0	5.7
	*010	4.9	5.1	5.4
	*011	4.3	5.1	5.5
	*100	5.0	5.3	6.3
	*101	4.2	5.2	6.4
	*110	5.0	5.2	5.8
	*111	5.2	5.5	5.8

Tab. 4.3: Rozdíl indikačních hodnot podle Ellenberga pod porostem *Quercus sp*. a pod porostem *Pseudotsuga menziesii* testovaný v párech srovnatelných ploch pomocí t-testu. STD - odhad směrodatné odchylky, N - počet porovnávaných párů, P - pravděpodobnost chyby t-testu.
Differences between the Ellenberg's indication values under Quercus sp. stands and under Pseudotsuga menziesii stands for pairs of comparable sites were statistically tested with t-test. STD - estimation of standard deviation, N - number of compared pairs, P - error probability for t-test.

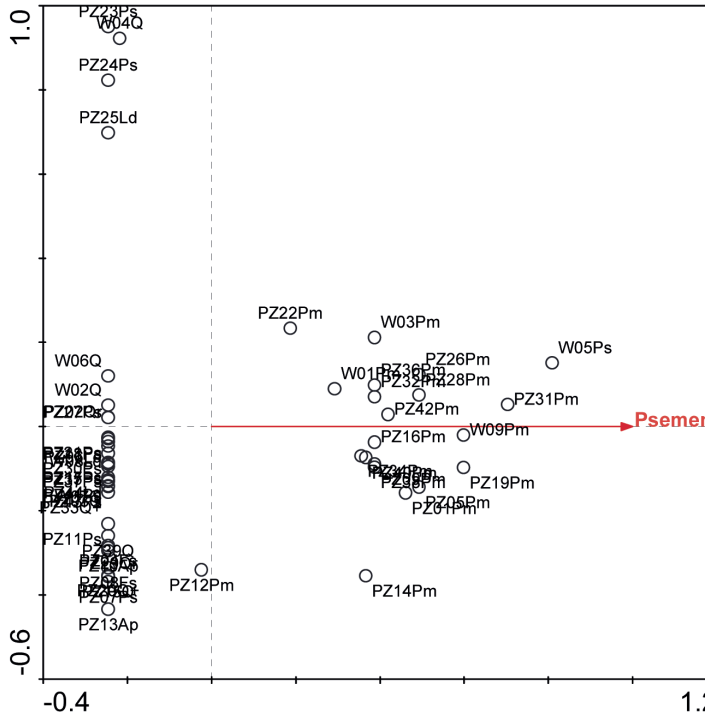
Parametr *Parameter*	Rozdíl *Difference*	STD	N	t	P
Kontinentalita/*Continentality*	-0.06	0.77	52	-0.592	0.557
Světlo/*Light*	0.27	1.44	66	1.549	0.126
Teplota/*Temperature*	0.27	0.44	55	4.613	0.000
Půdní reakce/*Soil reaction*	0.39	0.95	42	2.666	0.011
Aktivita dusíku/*Nitrogen activity*	0.24	1.07	56	1.656	0.103
Vlhkost půdy/*Soil wetness*	0.07	0.44	66	1.247	0.217

Tab. 4.4: Rozdíl indikačních hodnot podle Ellenberga pod porostem *Fagus sylvatica* a pod porostem *Pseudotsuga menziesii* testovaný v párech srovnatelných ploch pomocí t-testu. Zkratky viz tab. 4.3.
Differences between the Ellenberg's indication values under Fagus sylvatica stands and ones under Pseudotsuga menziesii stands for pairs of comparable sites were statistically tested with t-test. Abbreviations are the same as in Table 4.3.

Parametr *Parameter*	Rozdíl *Difference*	STD	N	t	P
Kontinentalita/*Continentality*	-0.24	0.90	22	-1.256	0.223
Světlo/*Light*	0.24	0.64	22	1.731	0.098
Teplota/*Temperature*	-0.08	0.40	19	-0.882	0.389
Půdní reakce/*Soil reaction*	0.89	0.96	18	3.957	0.001
Aktivita dusíku/*Nitrogen activity*	-0.18	0.57	20	-1.413	0.174
Vlhkost půdy/*Soil wetness*	0.10	0.36	20	1.273	0.218

Tab. 4.5: Rozdíl indikačních hodnot podle Ellenberga pod porostem *Picea abies* a pod porostem *Pseudotsuga menziesii* testovaný v párech srovnatelných ploch pomocí t-testu. Zkratky viz tab. 4.3.
Differences between the Ellenberg's indication values under Picea abies stands and under Pseudotsuga menziesii stands for pairs of comparable sites were statistically tested with t-test. Abbreviations are the same as in Table 4.3.

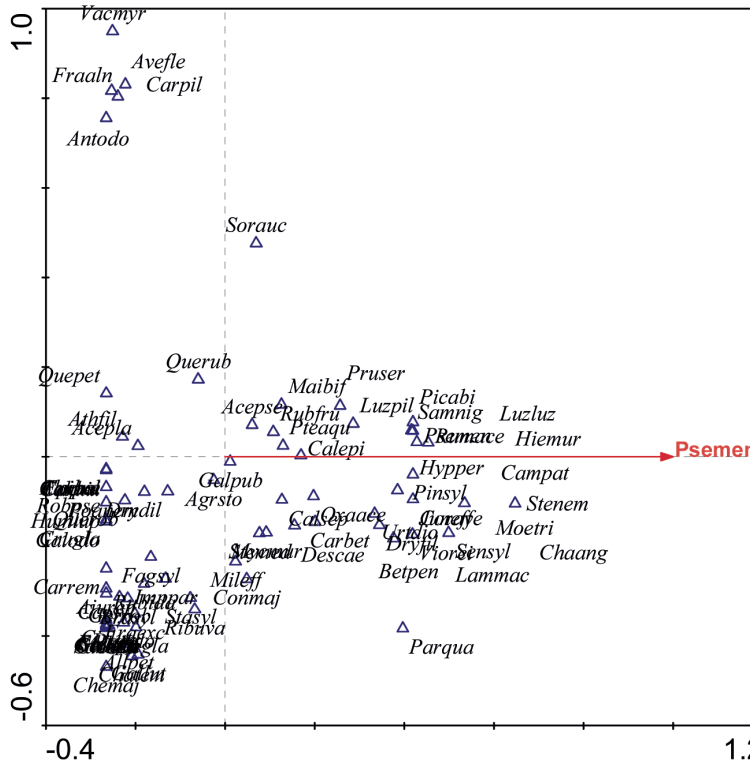
Parametr *Parameter*	Rozdíl *Difference*	STD	N	t	P
Kontinentalita/*Continentality*	0.12	1.11	110	1.148	0.253
Světlo/*Light*	0.16	1.25	110	1.343	0.182
Teplota/*Temperature*	-0.51	1.11	89	-4.315	0.000
Půdní reakce/*Soil reaction*	-0.40	0.92	101	-4.335	0.000
Aktivita dusíku/*Nitrogen activity*	-0.32	1.18	109	-2.848	0.005
Vlhkost půdy/*Soil wetness*	0.05	0.58	104	0.836	0.405



Obr. 4.4: Prostor prvních dvou ordinačních os CCA s vyznačením polohy fytocenologických snímků, kde je zastoupení *Pseudotsuga menziesii* v E_3 považováno za environmentální proměnnou. Data z lokalit v Polsku.
First and second CCA axes with position of relevés; Representation of Pseudotsuga menziesii in tree layer (E_3) is considered as an environmental variable. Data of all localities in the Poland.

Následující druhy v E_1 preferují porosty s douglaskou (v sestupném pořadí preference podle polohy podél první ordinační osy CCA, viz obr. 4.5): *Stellaria nemorum, Moehringia trinervia, Epilobium angustifolium, Lamium maculatum, Senecio sylvaticus, Hieracium murorum, Rumex acetosella †, Pseudotsuga menziesii, Campanula patula, Corylus avellana, Hypericum perforatum, Juncus effusus †, Luzula luzuloides (†), Picea abies †, Viola reichenbachiana, Sambucus nigra, Paris quadrifolia, Pinus sylvestris (†), Betula pendula †, Dryopteris filix-mas, Urtica dioica, Luzula pilosa, Prunus serotina †, Carpinus betulus, Oxalis acetosella, Calamagrostis epigejos (†), Deschampsia caespitosa †, Pteridium aquilinum, Calystegia sepium, Maianthemum bifolium †, Rubus fruticosus agg., Mycelis muralis, Stellaria media, Sorbus aucuparia †, Acer pseudoplatanus, Convallaria majalis, Milium effusum a Galeopsis pubescens.* Až na výjimky označené † se jedná o druhy více méně živných stanovišť, které vyžadují nebo tolerují vyšší zásobenost půdy především dusíkem, což může být spojeno i s vyšším obsahem organické hmoty v půdě.

Jak se liší diversita a bohatost společenstev v porostech s douglaskou ve srovnání s ostatními druhy dřevin je patrné z tabulky 4.6. Ukazuje se, že i v Polsku



Obr. 4.5: Prostor prvních dvou ordinačních os CCA s vyznačením polohy druhů, kde je zastoupení *Pseudotsuga menziesii* v E_3 považováno za environmentální proměnnou; Data z lokalit v Polsku; Zkratky druhů jsou tvořeny z prvních tří písmen rodového a tří písmen druhového jména. *First and second CCA axes with position of species. Representation of Pseudotsuga menziesii in tree layer (E_3) is considered as an environmental variable; Data of all localities in the Poland; Each abbreviation consists of three beginning letters of the name of genera and three letters of the species name.*

byl v porostech s douglaskou zaznamenán signifikantně vyšší jak počet druhů v E_1, tak druhová diversita.

Diskuse a závěr

Ve variabilitě společenstev s douglaskou se výrazně uplatňují biogeografické poměry lokality. Proto jsou odlišná nejen společenstva v ČR a v Polsku, ale liší se i společenstva na lokalitách v Čechách a na Moravě. Přesto je možno pozorovat určitý společný trend, kterým se mění rostlinné společenstvo lesa na gradientu od přirozeného druhového složení dřevin ke kulturám douglasky – zvláště se jedná o zvýšení druhové bohatosti, celkové diversity, míry ruderalizace a o změnu bioindikace některých charakteristik prostředí.

Zásadní rozdíl druhového složení rostlinných společenstev v porostech hospodářských lesů s douglaskou a smrkem ztepilým byl prokázán již v první studii z území ČR (Podrázský et al. 2011). V této studii byla poprvé použita analýza

Tab. 4.6: Rozdíly mezi druhovou diversitou (Shannon-Wienerův index H‘) a bohatostí (S) společenstev zaznamenaných v Polsku. D - průměrný rozdíl mezi podmnožinami snímků; P – pravděpodobnost; Celkový počet snímků je 53. Statisticky signifikantní hodnoty jsou značeny * *Differences in species diversity (Shannon-Wiener's index H‘) and species richness (S) of communities in the Poland; D - average difference between both subsets (first subset is determined by the dominant tree species, second subset consists of remaining relevés); P - probability; Total count of relevés is 53; Statistically significant values are marked by **

A. Druhová diversita (H‘)

Podmnožina 1 (dominantní dřevina) *Subset 1 (dominant tree species)*	Počet *Count*	Průměr *Average*	D	Monte Carlo test: P (%)	
				parametrický *parametric*	neparametrický *non-parametric*
Pseudotsuga menziesii	20	1.96	+0.29	96.3 *	96.2 *
Quercus sp.	11	1.61	-0.21	14.3	13.6
Pinus sylvestris	14	1.68	-0.13	21.0	20.9

B. Druhová bohatost (S)

Podmnožina 1 (dominantní dřevina) *Subset 1 (dominant tree species)*	Počet *Count*	Průměr *Average*	D	Monte Carlo test: P (%)	
				parametrický *parametric*	neparametrický *non-parametric*
Pseudotsuga menziesii	20	11.3	+2.0	94.4	95.9 *
Quercus sp.	11	8.5	-1.9	12.3	6.7
Pinus sylvestris	14	8.8	-1.7	9.8	11.3

CCA pro zjištění rozdílu v druhovém složení společenstev obou typů porostů. Tento první výsledek ukázal, že douglaska a smrk ztepilý ovlivňují druhové složení vyjádřené jako podíl datové variability vystižené dvěma prvými (kanonickými) ordinačními osami CCA ve výši 8 %.

Frekvence výskytu jednotlivých druhů v různých typech porostů byla testována na základě datového souboru 153 snímků (Podrázský et al. 2014). Podařilo se identifikovat skupinu druhů preferujících porosty douglasky ve srovnání s dubovými porosty (testováno t-testem, pravděpodobnost chyby P < 5 % ve všech následujících případech) – *Oxalis acetosella, Mycelis muralis, Senecio ovatus* (R), *Carex pilulifera, Calamagrostis epigejos* (R), *Rubus fruticosus agg.* (R), *Cardamine impatiens, Dactylis glomerata, Euphorbia amygdaloides, Dryopteris dilatata, Urtica dioica* (R), *Brachypodium sylvaticum, Torilis japonica (*(R) a zmlazující *Pseudotsuga menziesii*. Obdobně je to skupina druhů preferujících porosty douglasky před bukovými porosty - *Convolvulus arvensis* (R), *Glechoma hederacea* (R), *Asarum europaeum, Urtica dioica* (R), *Dryopteris filix-mas, Brachypodium sylvaticum, Sambucus nigra* (R), *Hordelymus europaeus, Fragaria vesca, Rubus idaeus* (R), *Chelidonium majus* (R), *Oxalis acetosella, Carpinus betulus, Senecio ovatus, Viola reichenbachiana* a *Geranium robertianum* (R). Druhy s ruderálním charakterem jsou označeny (R). Je tedy patrné, že ve srovnání s porosty, kde dominují druhy přirozené druhové skladby, dochází pod douglaskou ke zvýšení ruderalizace společenstev, což je zřejmě spojeno se zvýšením aktivity dusíku v ekosystémech, kde se tato dřevina vyskytuje. Současně bylo prokázáno, že pod douglaskou se mírně zvyšuje druhová bohatost spo-

lečenstev, což je však potřeba hodnotit v souvislosti s výše uvedeným, tedy že dochází ke zvyšování ruderalizace společenstev. Jedná se tedy o negativní vliv.

Zvýšení aktivity dusíku, které stojí zřejmě za ruderalizací rostlinných společenstev v ekosystémech s pěstovanou douglaskou, představuje rizikový faktor zvláště za situace zvýšené antropogenní depozice dusíku (Matějka et al. 2015). Negativně lze rovněž hodnotit snižování půdní reakce (acidifikaci půdy) vlivem douglasky ve srovnání se stanovištně původními druhy (duby a buk lesní).

Na druhé straně, jsou porosty douglasky biotopem mnoha druhů původních přirozených lesů na odpovídajících stanovištích, které v monokulturách smrku ztepilého výrazně mizí (Viewegh et al. 2014). Proto lze s touto dřevinou počítat za specifických podmínek na vybraných stanovištích, zvláště na acidofilních stanovištích, kde její směs se stanovištně původními druhy může nahradit nevhodné monokultury smrku ztepilého (Podrázský et al. 2014). Pro velký vliv douglasky na složení rostlinných společenstev (a předpokládaný vliv na jiná společenstva v ekosystému) by nemělo být uvažováno s pěstováním čistých porostů douglasky, ale pouze s její příměsí v porostech jiných dřevin - právě přítomnost těchto dalších druhů (dle přirozené druhové skladby) má zásadní vliv na druhové složení celého rostlinného společenstva (Matějka et al. 2014). Samozřejmostí musí být vyloučení pěstování douglasky, stejně jako jiných exotických dřevin, ve všech chráněných územích a v lesích se zvýšeným zájmem ochrany přírody (Moucha 1999). Na takových lokalitách musí být výskyt douglasky důsledně vyloučen i s přihlédnutím k jejímu často masovému přirozenému zmlazení.

Summary

The variability of Douglas-fir communities is strongly affected by the biogeography of the site. Therefore, not only communities in the Czech Republic and Poland differ, but also communities in Bohemia and Moravia are partly distinct. Nevertheless, a common trend can be observed along the gradient from the native tree species to the Douglas-fir cultures - especially the increase in species richness, diversity, ruderalization rate and the change of the bioindication of some environmental features (mainly soil reaction/acidity, nitrogen availability, temperature, light in undergrowth).

The fundamental difference between the Douglas-fir dominated and Norway spruce dominated plant communities was proved in the first study from the territory of the Czech Republic (Podrázský et al. 2011). In this study, CCA analysis was first used to determine possible differences in the species composition of the communities of both types of stands. This first result showed that Douglas-fir and Norway spruce affect the species composition, expressed as a percentage of data variability described by two first (canonical) CCA ordination axes about 8%. Current results from Poland are comparable.

The frequency of individual species in different types of stands was tested on the basis of a data set of 153 relevés (Podrázský et al. 2014). A group of species

preferring Douglas-fir stands compared to oak stands was identified using t-test (probability of error P < 5% in all of the following cases) - Oxalis acetosella, Mycelis muralis, Senecio ovatus, Carex pilulifera, Calamagrostis epigejos (R), Rubus fruticosus agg. (R), Cardamine impatiens, Dactylis glomerata, Euphorbia amygdaloides, Dryopteris dilatata, Urtica dioica (R), Brachypodium sylvaticum, Torilis japonica (R), and regenerating Pseudotsuga menziesii. Similarly, it is a group of species more frequent in Douglas-fir stands comparing to European beech stands - Convolvulus arvensis (R), Glechoma hederacea (R), Asarum europaeum, Urtica dioica (R), Dryopteris filix-mas, Brachypodium sylvaticum, Sambucus nigra (R), Hordelymus europaeus, Fragaria vesca, Rubus idaeus (R), Chelidonium majus (R), Oxalis acetosella, Carpinus betulus, Senecio ovatus, Viola reichenbachiana and Geranium robertianum (R). Species preferring ruderal sites are marked with (R). It is clear, therefore, that when compared to the stands where the native tree species dominate, a shift to ruderal communities is obvious under Douglas-fir. It is probably associated with an increase in nitrogen activity in the ecosystems where this species occurs. At the same time, it has been shown that under Douglas-fir the species richness is slightly increasing. It is a negative process because it is bound with ruderalization.

The increase in nitrogen activity, which is a driver of the plant communities' ruderalization in Douglas-fir stands, is a risk factor especially in the situation of increased anthropogenic nitrogen deposition (Matějka et al. 2015). The acidification of the soil due to Douglas-fir compared to the native species (oaks and European beech) can be also viewed as negative process.

On the other hand, Douglas-fir stands are the biotope of many species of natural forests at the corresponding habitats that disappear considerably in monocultures of Norway spruce (Viewegh et al. 2014). Therefore, it is possible to accept Douglas-fir under specific conditions at selected sites, especially at acidophilic ones, where its mixture with the native species can substitute inappropriate Norway spruce monocultures (Podrázský et al. 2014). For the great influence of Douglas-fir on the composition of plant communities (and the assumed impact on other communities in the ecosystem), pure Douglas-fir cultures establishment should be avoided. Its admixture with other native tree species (according to the natural species composition) shows an underlying influence on the species composition of the whole plant community (Matějka et al. 2014). Of course, the exclusion of Douglas-fir, as well as other exotic tree species, must be applied in all protected areas and in forests with increased interest of nature conservation (Moucha 1999). In such localities, Douglas-fir must be consistently eliminated even with regard to its often massive natural regeneration.

Poděkování

Kapitola vznikla v rámci řešení projektu NAZV QJ1520299 „Uplatnění douglasky tisolisté v lesním hospodářství ČR".

Literatura

Chytrý M. (ed.), 2009: Vegetace České republiky. 2. Ruderální, plevelová, skalní a suťová vegetace. Vegetation of the Czech Republic. 2. Ruderal, weed, rock and scree vegetation. Academia, Praha, 520p.

Chytrý M. (ed.), 2013: Vegetace České republiky. 4. Lesní a křovinná vegetace. Vegetation of the Czech Republic. 4. Forest and scrub vegetation. Academia, Praha, 551p.

Danihelka J., Chrtek J. Jr., Kaplan Z., 2012: Checklist of vascular plants of the Czech Republic. Preslia, 84: 647–811.

Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulissen D., 1991: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica, Vol. 18. Göttingen, Goltze, 248p.

Hadač E., Sofron J., 1980: Notes on syntaxonomy of cultural forest communities. Folia Geobotanica et Phytotaxonomica, 15: 245–258.

Hill M. O., 1979: TWINSPAN - A Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of individuals and attributes. Cornell Univ., Ithaca(NY).

Jurko A., 1963: Zmena pôvodných lesných fytocenóz introdukciou akáta. Čs. Ochr. Prír., Bratislava, 1: 56-75.

Kantor P., Martiník A., Sedláček T., 2002: Douglaska tisolistá na školním lesním podniku. Lesnická práce, 81: 210–212.

Kopecký K., 1978: Deductive Methode syntaxonomischer Klassifikation anthropogener Pflanzengesellschaften. Acta Bot. Slov. Acad. Sci. Slov., Ser. A, 3: 373–384.

Kopecký K., Hejný S., 1974: A new approach to the classification of anthropogenic plant communities. Vegetatio, 29: 17–20.

Kopecký K., Hejný S., 1978: Die Anwendung einer „dedutiven Methoder syntaxonomischer Klassifikation" bei der Bearbeitung der strassenbegleitenden Pflanzengesellschaften Nordostböhmens. Vegetatio, 36: 43–51.

Kubát K., Hrouda J., Chrtek J. Jr., Kaplan Z., Kirchner J., Štěpánek J., 2002: Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha, 927 p.

Lepš J., Šmilauer P., 2003: Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge University Press, Cambridge.

Matějka K., 1994: Phytocoenological and environmental conditions of the cultural forests in South Bohemia. In: Matějka K. (ed.), Investigation of the forest ecosystems and of forest damage. Lowland and submountain forests and monitoring of the forest status. FGMRI Jíloviště-Strnady, pp. 8–28.

Matějka K., 1995: Forest conditions under the air-pollution impact in Europe (some results of the International Co-operative Programme). Colloques Phytosociologiques, 23, 473–485.

Matějka K., 2018: Nápověda k programu DBreleve. Databáze fytocenologických snímků, verze 2.5. – URL: http://www.infodatasys.cz/software/hlp_dbreleve/dbreleve.htm

Matějka K., Podrázský V., Viewegh J., 2014: Vliv douglasky na stav lesních fytocenóz In: Slodičák M. et al., Pěstební postupy při zavádění douglasky do porostních směsí v podmínkách ČR. Lesnická práce s.r.o., Kostelec n. Černými lesy, pp. 214–231.

Matějka K., Podrázský V., Viewegh J., Martiník A., 2015: Srovnání bylinné etáže v porostech douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) a v porostech jiných dřevin. Zprávy lesnického výzkumu, 60: 201–210.

Moucha P., 1999: Příloha 4: Doporučení pro využívání geograficky nepůvodních druhů a ekotypů dřevin v CHKO. In: I. Míchal, V. Petříček, (eds.): Péče o chráněná území. II. Lesní společenstva. AOPK ČR, Praha, pp. 121-123.

Podrázský V., Martiník A., Matějka K., Viewegh J., 2014: Effects of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) on understorey layer species diversity in managed forests. Journal of Forest Science, 60: 263–271.

Podrázský V., Viewegh J., Matějka K., 2011: Vliv douglasky na rostlinná společenstva lesů ve srovnání s jinými dřevinami. Zprávy lesnického výzkumu, 56 (Special): 44–51.

Shannon C. E., 1948: The Mathematical Theory of Communication. The Bell System Technical Journal, 27: 379–423 and 623–656.

Smith J. E., Molina R., Huso M. M. P., Luoma D. L., Mckay D., Castellano M. A., Lebel T., Valachovic Y., 2002: Species richness, abundance, and composition of hypogeous and epigeous ectomycorrhizal fungal sporocarps in young, rotation-age, and old-growth stands of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) in the Cascade Range of Oregon, U. S. A. Canadian Journal of Botany, 80: 186–204.

Uherčíková E., 1991: Nitrofilné lemové spoločenstvá strednej a juhovýchodnej časti Malých Karpát II. Preslia, 63: 227–244.

Vašíček J., 2014: Douglaska tisolistá v číslech. Douglaska, dřevina roku 2014. Sborník z konference 2.–3.9. 2014 ve Křtinách. Česká lesnická společnost, o. s., Praha,15–19.

Viewegh J., Podrázský V., Matějka K., 2014: Charakterystyka roślinności runa kształtującej się pod drzewostanami daglezjowymi (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) w lasach gospodarczych Czech. Sylwan, 158: 277–284.

Višňák R., 1986: Příspěvek k poznání antropogenní vegetace v severních Čechách, zvláště v městě Liberci. Preslia, 58: 353–368.

Višňák R., 1995: Synantropní vegetace na území města Ostravy. 1. část. Preslia, 67: 261–299.

Ward J. H., 1963: Hierarchical grouping to optimize an objective function. Journal of the American Statistical Association, 58, 301: 236–244.