

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i.

odbor ekologie lesa, [www.pralesy.cz](http://www.pralesy.cz)

Lidická 25/27, 602 00 Brno

---

Studie

**Vyhodnocení současného stavu a dosavadního vývoje  
fytocenóz lesa ponechaného samovolnému vývoji v lokalitě  
Doutnáč v NPR Karlštejn**

zpracovaná na základě Smlouvy o dílo č. PPK-4a/23/15 mezi  
Agenturou ochrany přírody a krajiny České republiky  
a Výzkumným ústavem Silva Taroucy pro krajinu a okrasné  
zahradnictví, v.v.i.

Zpracovali: Pavel Unar, Dušan Adam, David Janík, Pavel Šamonil, Tomáš  
Vrška, Libor Hort, Kamil Král

Brno, říjen 2015

## Úvod

V roce 2002 byla podepsána mezi státním podnikem Lesy České republiky (dále „LČR“) a Správou chráněných krajinných oblastí (dnes Agentura ochrany přírody a krajiny ČR)(dále „AOPK ČR“) „Dohoda o spolupráci při vymezování lesních porostů ponechávaných samovolnému vývoji a lesních porostů bez provádění hospodářských zásahů ve zvláště chráněných územích a zajištění jejich monitoringu“. Prvním územím, které bylo na základě této dohody vybráno, byla lokalita Doutnác - součást národní přírodní rezervace Karlštejn - v centru Chráněné krajinné oblasti Český kras. Dohoda o vymezení lokality Doutnác a jejím ponechání samovolnému vývoji byla podepsána 20. září 2004. Její rozloha činí 66,8 ha.

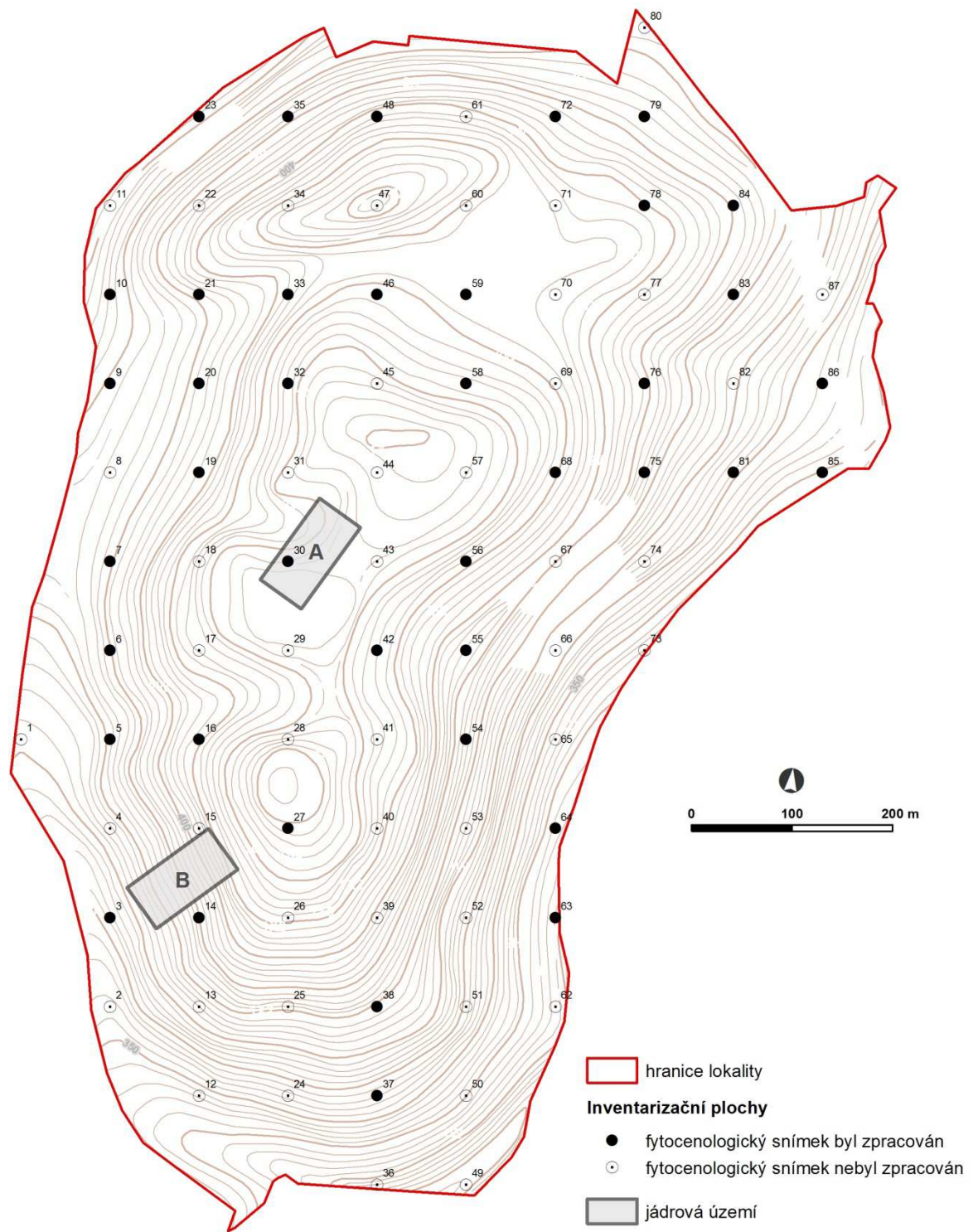
Pro sledování dlouhodobého vývoje změn v porostech ponechaných samovolnému vývoji a pro pochopení přírodních procesů v lesích byla vyvinuta, testována a následně oběma smluvními stranami schválena metodika monitoringu území ponechaných samovolnému vývoji. Metodika je založena na kombinaci i) statistické provozní inventarizace na nezávisle vygenerované síti kruhových ploch a ii) plošném šetření v tzv. jádrovém území, kde je zaměřen kompletní stromový inventář a další související atributy lesních porostů. Výše uvedená dohoda také předpokládá opakování monitoringu lokalit ponechaných samovolnému vývoji v intervalu 10 let. Základní monitoring – tedy zjištění výchozího stavu lokality v okamžiku ponechání samovolnému vývoji – byl na lokalitě Doutnác proveden v roce 2005. Podrobné výsledky byly publikovány formou monografie (Janík et al. 2008) Doutnác - monitoring lokality ponechané samovolnému vývoji. Folia Forestalia Bohemica 9, nakl. Lesnická práce). V roce 2015 proběhl první opakovaný monitoring lokality Doutnác – byl první nejenom na Doutnáci, ale i na celé síti dosud smluvně deklarovaných lokalit. Dnes již přinášíme první výsledky změn lesního společenstva za 10 roků jeho samovolného vývoje a celý monitorovací program se tak dostává do fáze, kdy začíná být zajímavý nejenom pro smluvní uživatele (LČR a AOPK ČR), ale i pro veřejnost, která se zajímá o přírodu, její ochranu a procesy, které se v ní odehrávají.

Doutnác nepředstavuje v síti bezzásahových území objekt hodnotný svou původností a aktuálním stupněm přirozenosti lesních porostů. To naznačuje už jeho poloha situovaná do staré sídelní oblasti ovlivňované člověkem již v neolitu. Dnešní stav a složení lesních společenstev tedy nelze považovat za věrný obraz potenciální přirozené vegetace. Díky bezzásahovému režimu je však možné studovat interakce mezi složkami ekosystému a potažmo hledat odpověď na otázky týkající se managementu dalších, stanovištně srovnatelných lokalit. Ve středních polohách vrchovin a vyšších polohách hraničních pohoří existuje řada lokalit přirozených lesů ponechaných samovolnému vývoji a to i na plochách o výměře v řádu stovek hektarů. V nižších polohách se však (vyjma Národního parku Podyjí) žádná další rozsáhlejší lokalita podléhající srovnatelnému režimu nenachází. I proto je hodnota Doutnáče tak vysoká.

Tato studie vznikla na základě smlouvy PPK – 4a/23/15 mezi Agenturou ochrany přírody a krajiny České republiky a Výzkumným ústavem Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i. Jejím cílem je vyhodnotit současný stav a dosavadní vývoj fytoocenóz lesa ponechaného samovolnému vývoji v lokalitě Doutnác v NPR Český kras.

## Přírodní podmínky

Lokalita Doutnác (432,8 m) je součástí Bubovické vrchoviny, která náleží ke Karlštejnské vrchovině v Brdské podsoustavě Poberounské soustavy. (Demek et al 2006). Geologické podloží Doutnáče tvoří šedé až červené vápence zejména lochkovského, zlíčovského a pražského souvrství. Vápence jsou devonského stáří. Specifický charakter podloží do značné míry determinuje vývoj půd i jejich klasifikaci. Na kamenitých svazích



Obr. 1: Rozmístění inventarizačních ploch v lokalitě Doudná

převažují rendziny modální, melanické nebo suťové (Němeček et al. 2001). Na jižně exponované lesostepi až skalní stepi se vyvíjí pouze mělké půdy, které lze klasifikovat jako rendziny litické nebo litozemě modální var. karbonátové. V severovýchodní části Doutnáče se naopak v několikametrovém sprašovém překryvu vyvíjejí mocné hnědozemě modální, karbonátové. Mírně ukloněné svahy jsou pokryty kambizeměmi modálními, vyluhovanými nebo luvickými. Na řadě míst jsou uchovány reliktní půdy, dříve označované jako terra fusca (viz Smolíková 1960, Anonymus 1985, Šamonil 2005, 2007b). Tyto půdy jsou dnes (Němeček et al. 2001) nepříliš vhodně řazené mezi kambizemě resp. hnědozemě rubifikované. Podrobné pedologické šetření uvádí z Českého krasu včetně Doutnáče Šamonil (2005, 2007a,b). Podle fyto geografického členění ČR (Hejný et Slavík 1988) patří Doutnáč k fyto geografickému okresu Český kras v obvodu České termofytikum.

## Metodika

K výběru studijních ploch pro fyto cenologické snímkování vegetace v roce 2006 byl použit stratifikovaný náhodný výběr. Celá lokalita byla rozdělena na segmenty podle charakteru stanovištních podmínek. Ke stratifikaci byla použita podrobná mapa *lesních typů* - LT (resp. *souborů lesních typů*, SLT) vypracovaná pro území Národní přírodní rezervace Karlštejn Podhorníkem (2000). Z šetření byla vyjmuta nelesní část lokality Doutnáč

Monitorované území Doutnáče (66,8 ha) bylo překryto čtvercovou sítí o straně čtverce 88,5 m. Každý vrchol sítě představoval potenciální plochu pro zpracování fyto cenologického snímku. Těchto ploch bylo 87. Konvenčně bylo stanoveno, že druhové složení fyto cenózy bude studováno na 40 plochách (obr. 1). Plochy byly přiřazeny k typům stanovišť podle příslušnosti středů ploch. Podle plošného zastoupení typů stanovišť na lokalitě byl určen počet fyto cenologických ploch v jednotlivých typech stanovišť (Janík et al. 2008). Zvolen byl čtvercový tvar fyto cenologické plochy o straně 20 m. Střed fyto cenologické plochy korespondoval s konkrétním, náhodně vygenerovaným vrcholem čtvercové sítě. Zaznamenány byly pouze taxony cévnatých rostlin (nomenklatura dle Kubáta et al. 2002). Synuzie dřevin byla vertikálně členěna podle Zlatníka (Randuška et al. 1986). Sociabilita nebyla hodnocena. K zápisu vegetace byla použita 9členná kombinovaná stupnice abundance a dominance Braun-Blanquetova (např. Prach 1996). Podrobnou metodiku monitoringu bezzásahových území a výsledky prvotních fyto cenologických i dendrometrických šetření v lokalitě Doutnáč shrnuje Janík et al. (2008).

Opakovaná identifikace středů fyto cenologických ploch v roce 2015 byla provedena díky fixaci vrcholů čtvercové sítě a jejich známých souřadnic s naprostou přesností. Terénní šetření byla provedena podle téže metodiky jako v roce 2006.

## Analýza dat

Pro porovnání změn kvality prostředí založené na ekologických nárocích bylinných druhů vyjádřených pomocí Ellenbergových indikačních hodnot (Ellenberg et al. 1992) byl použit modifikovaný permutační test (Zelený and Schaffers 2012). Zařazení druhů do kategorií červeného seznamu odpovídá Grulich (2012).

Pro zpracování fyto cenologických dat byl použit software Turboveg for Windows 2.0 (Hennekens et Schaminée 2001) a Juice 7.0 (Tichý 2002). Mnohorozměrné analýzy shromážděných dat byly zpracovány v programu Canoco for Windows 4.5 (ter Braak et Šmilauer 2002, Lepš et Šmilauer 2003). Při všech analýzách byl práh statistické průkaznosti stanoven jako  $\alpha = 0.05$ .

Pro porovnání párových hodnot výsledků šetření 2006 a 2015 (např. pokryvnosti vegetačních pater) byl použit neparametrický Wilcoxonův párový test. Neparametrický test byl zvolen na základě omezeného množství a charakteru dat postrádajícího atributy normálního rozdělení. Přehled provedených mnohorozměrných analýz udává tabulka č. 1. Délka nejdelšího gradientu dat z roku 2006 i 2015 naznačuje možnost užití lineárních i unimodálních metod ordinační analýzy. Vzhledem k diferenciaci ekologických podmínek na lokalitě a variabilitě druhových dat byly pro účel této studie zvoleny metody unimodální.

Tabulka 1: Přehled použitých mnohorozměrných analýz

Číslo analýzy	Druhová data	Délka gradientu DCA	Vysvětlující proměnná	Doplňková proměnná	Kov.	Použitá analýza
1	byliny 2006	3.34	---	byliny 2015	---	DCA
2	byliny 2006	3,34	nadm. v.	---	---	CCA
3	byliny 2006	3.34	expozice	---	---	CCA
4	byliny 2006	3.34	pokr. dřev.	---	---	CCA
5	byliny 2006	3.34	pokr. stromů	---	---	CCA
6	byliny 2006	3.34	pokr. keřů	---	---	CCA
7	byliny 2015	3.10	nadm. v.	---	---	CCA
8	byliny 2015	3.10	expozice	---	---	CCA
9	byliny 2015	3.10	pokr. dřev.	---	---	CCA
10	byliny 2015	3.10	pokr. stromů	---	---	CCA
11	byliny 2015	3.10	pokr. keřů	---	---	CCA

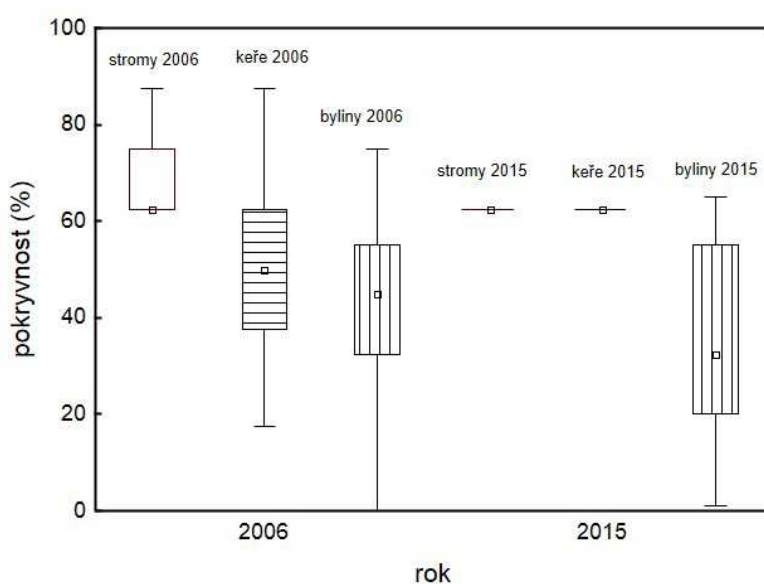
## Výsledky

Během opakovaného šetření bylo zaznamenáno 122 druhů bylinného patra a 46 druhů dřevin (tabulka 2). Ve stromovém patře nadále nabývá dominantního zastoupení nejčastěji dub zimní (*Quercus petraea*) a lípa srdčitá (*Tilia cordata*). Na úpatích svahů zejména v severní části lokality pak dominanci přebírá buk lesní (*Fagus sylvatica*). Nejčastějšími doprovodnými druhy jsou habr obecný (*Carpinus betulus*), jeřáb břek (*Sorbus torminalis*), javor babyka (*Acer campestre*) a jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*). Celkově bylo ve stromové etáži (etáže I + II + III dle Zlatníka) zaznamenáno 23 druhů. V roce 2006 i v roce 2015 to bylo 21 druhů. Rozdíly tvoří zpravidla keřové dřeviny zasahující ojediněle do stromového patra (*Cornus mas*, *Corylus avellana*). Naproti tomu jsou mladí jedinci stromových dřevin významnou součástí keřového patra (etáže IV a V podle Zlatníka). Z keřových druhů jsou nejčastější: zimolez obecný (*Lonicera xylosteum*), hloh (*Crataegus* sp.), svída dřín (*Cornus mas*), lýkovec jedovatý (*Daphne mezereum*). Celkem bylo v keřovém patře zaznamenáno 41 druhů dřevin v roce 2006 a 39 druhů v roce 2015. Rozdíl tvoří taxony stromových dřevin, jejichž četnost v keřovém patře nepřesahovala v žádném z monitorovacích období úroveň jednotlivých kusů (například *Abies alba*, *Aesculus hippocastanum*, *Malus* sp.). Průměrná pokryvnost keřového patra oproti roku 2006 vzrostla o 11 %.

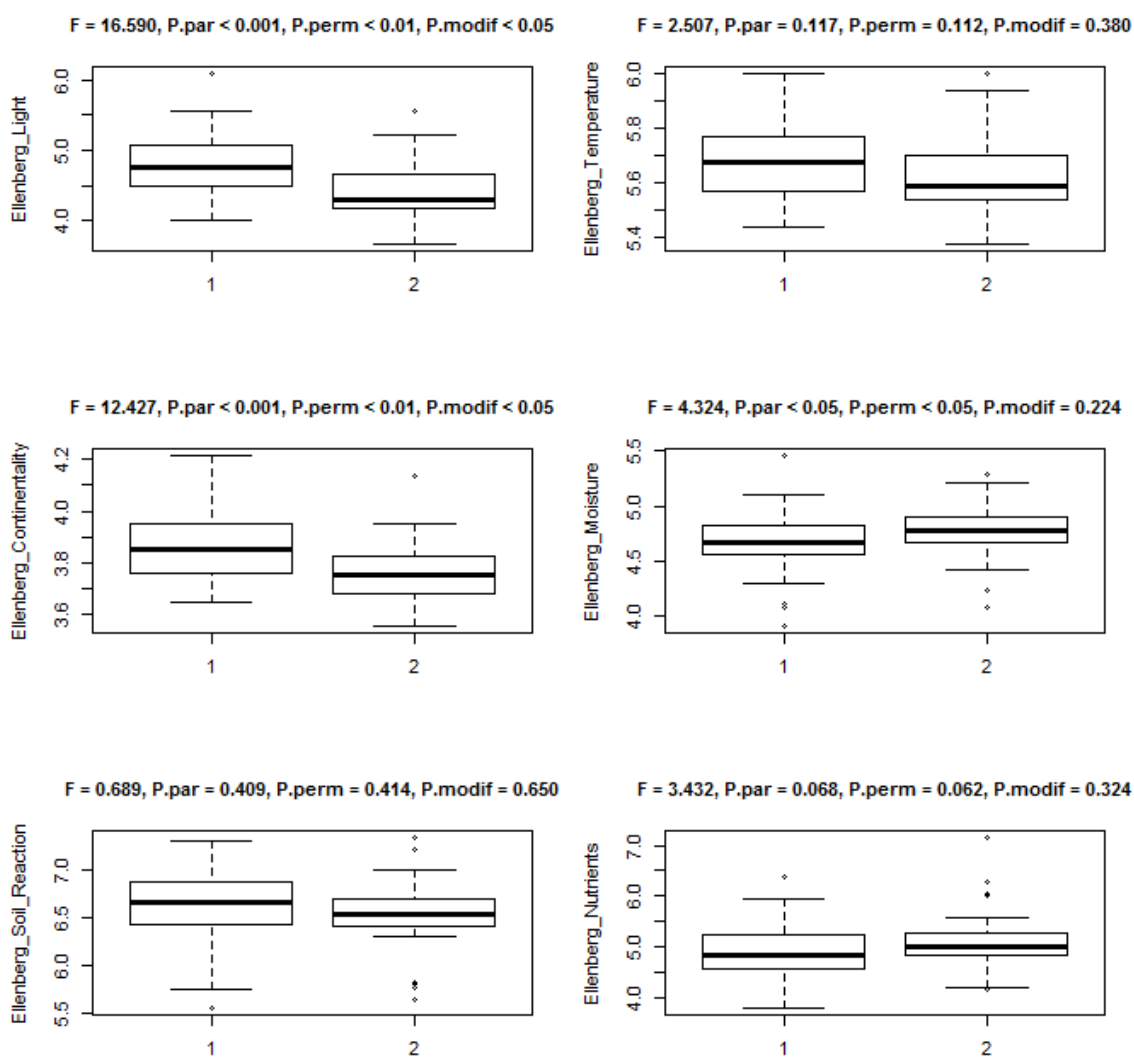
Tabulka 2: Porovnání charakteristik vegetačních pater za roky 2006 a 2015. Wilcoxonův párový test byl použit pro stanovení statistické průkaznosti změny dané charakteristiky

charakteristika	2006	2015	P
Celkový počet druhů bylin	165	122	---
Průměrný počet bylin na snímek	32.05	26.7	<b>0.024</b>
Průměrná pokryvnost bylin	42.87	34.63	<b>0.045</b>
Shannon-Wiener index (bylinné patro)	3.1	2.8	<b>0.038</b>
Celkový počet druhů dřevin	47	46	---
Průměrný počet druhů dřevin na snímek	15.58	15.70	0.71
Průměrná pokryvnost keřového patra	49.38	60.63	<b>0.015</b>
Průměrná pokryvnost stromového pata	64.19	64.00	0.98

Počet bylinných druhů ve snímcích, procentická pokryvnost bylinného patra a Shannon-Wienerův index biodiverzity bylin zaznamenaly v porovnání s rokem 2006 statisticky průkazný pokles hodnot (tabulka č. 2). Tento fakt může být z části důsledkem pozdějšího termínu sběru fytoecologických dat (květen 2006; konec června 2015). To se týká především druhů jarního aspektu přítomných v zápisech z roku 2006 (*Anemone ranunculoides*, *Ficaria verna*). Vegetační sezóna 2015 byla navíc provázána teplotními extrémny a dlouhotrvajícími suchými obdobími a to i v její první polovině. I to mohlo zapříčinit absenci některých druhů při opakovaném šetření. Vyrovnání hodnot pokryvností stromového a keřového patra (obr. 2) svědčí o celkovém zaplňování prostoru porostu. To se v důsledku projevilo úbytkem druhů bylin s vyššími nároky na světelný požitek, jak vyplývá z porovnání průměrných Ellenbergových indikačních hodnot (obr. 3). Narušení vyrovnaných hodnot lze do budoucna předpokládat v souvislosti s přírodními disturbancemi. Změnu přesahující zvolený práh statistické průkaznosti vykazuje i kontinentalita zastoupených druhů. V kontextu posuzované lokality je však tato charakteristika těžko interpretovatelná.



Obr. 2: Hodnoty pokryvnosti stromového, keřového a bylinného patra v prvotním (2006) a opakovaném (2015) šetření. V grafu nejsou zobrazeny odlehle a extrémní hodnoty.



Obr. 3: Porovnání Ellenbergových indikačních hodnot pro data o bylinách z roku 2006 (1) a 2015 (2)

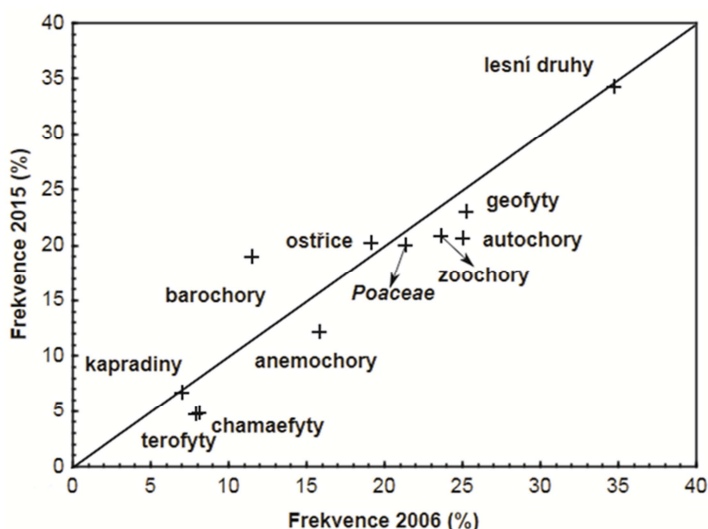
V průběhu šetření v roce 2015 bylo na plochách snímků zaznamenáno 17 druhů bylin ohrožených podle Červeného seznamu zpracovaného Grulichem (2012). Srovnání s rokem 2006 udává tabulka 3. Frekvence řady ohrožených druhů zaznamenala mírný pokles. Naopak oproti roku 2006 mírně vzrostlo zastoupení neofytů Danihelka et al. (2012). Jedná se o *Impatiens parviflora* (nárůst frekvence o 7.5 %) a v bylinném patře zaznamenaný *Parthenocissus inserta* (nárůst frekvence o 2.5 %).

Tabulka 3: Frekvence ohrožených druhů podle Grulich (2012) na plochách fytoecologických zápisů v letech prováděných šetření

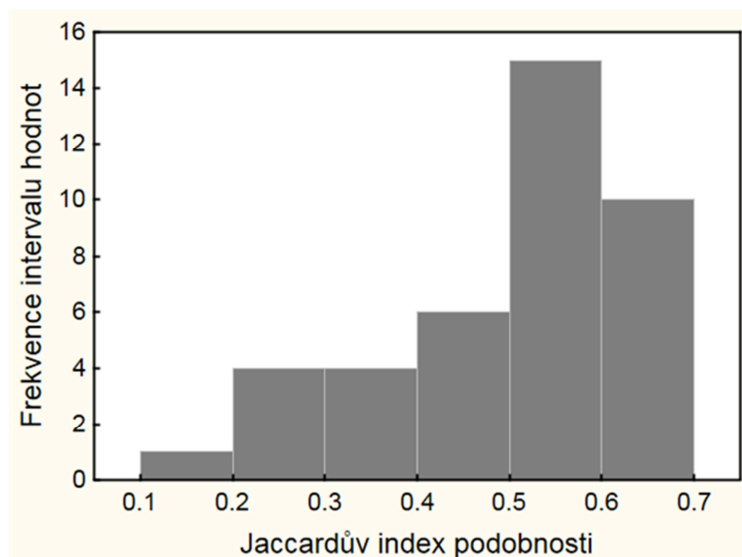
druh	kategorie (Grulich 2012)	absolutní frekvence 2006	absolutní frekvence 2015
<i>Aethusa cynapioides</i>	C4a	0	1
<i>Anthericum ramosum</i>	C4a	6	2
<i>Arabis pauciflora</i>	C3	2	2
<i>Bupleurum longifolium</i> subsp. <i>longifolium</i>	C2b	1	1
<i>Cephalanthera damasonium</i>	C4a	1	3
<i>Clematis recta</i>	C3	2	2
<i>Dictamnus albus</i>	C3	8	9
<i>Galium glaucum</i>	C4	3	1
<i>Hierochloë australis</i>	C3	10	0
<i>Laserpitium latifolium</i>	C3	2	2
<i>Lathyrus pannonicus</i> subsp. <i>collinus</i>	C2b	1	0
<i>Lilium martagon</i>	C4a	26	18
<i>Melittis melissophyllum</i>	C4a	24	22
<i>Neottia nidus-avis</i>	C4a	1	4
<i>Peucedanum cervaria</i>	C4a	2	1
<i>Silene nemoralis</i>	C2b	3	0
<i>Teucrium chamaedrys</i>	C4a	1	1
<i>Thlaspi montanum</i>	C3	2	1
<i>Veronica teucrium</i>	C4a	1	1
<i>Viola mirabilis</i>	C4a	27	27

Mírný pokles frekvence (obr. 4) zaznamenala i většina skupin druhů selektovaných podle životních forem (Raunkiaer 1937), mechanismu šíření (Zlatník 1970) případně taxonomické příbuznosti (trávy, ostřice, kapradiny). Frekvence druhů spojovaných s dlouhodobou přítomností přirozeného lesa (Hermy et al. 1999) se za sledované období prakticky nezměnila. Druhy s nejvýraznější změnou frekvence udává tabulka 4.





Obr. 4: Procentická frekvence skupin druhů v letech 2006 a 2015



Obr. 5: Histogram hodnot Jaccardova indexu podobnosti

Bezmála 70 % z celkového počtu 40 fytocenologických ploch vykazuje při porovnání složení bylinného patra hodnotu Jaccardova indexu podobnosti vyšší než 0,5 (obr. 5). Index byl počítán podle vzorce  $IS_J = c/(A+B+c)$  kde A představuje počet druhů bylin zaznamenaných pouze ve snímku z roku 2006, B představuje počet druhů bylin zaznamenaných pouze ve snímku na stejné inventarizační ploše (IP) v roce 2015, c je počet společných druhů bylin ve snímcích z let 2006 a 2015 na stejné IP. Nejnižší hodnoty indexu podobnosti vykazují plochy situované do okraje lokality. Jedná se nezřídka o fragmenty nepůvodních porostů donedávna podléhajících produkčnímu managementu. Aktuální stav vegetace na těchto plochách navíc snadno podléhá vlivům z okolí bezzásahové lokality. Díky

inverzi lesních vegetačních stupňů náležejí tyto plochy zpravidla k třetímu (dubovo-bukovému) lesnímu vegetačnímu stupni (Ivs).

Tabulka 4: Rozdíl procentické frekvence druhů bylinného patra. Při hodnocení nebyly brány v úvahu druhy s frekvencí nižší než 10%. Druhy s klesající a rostoucí frekvencí byly vybrány informativně podle velikosti zaznamenané změny. Ta byla počítána jako:

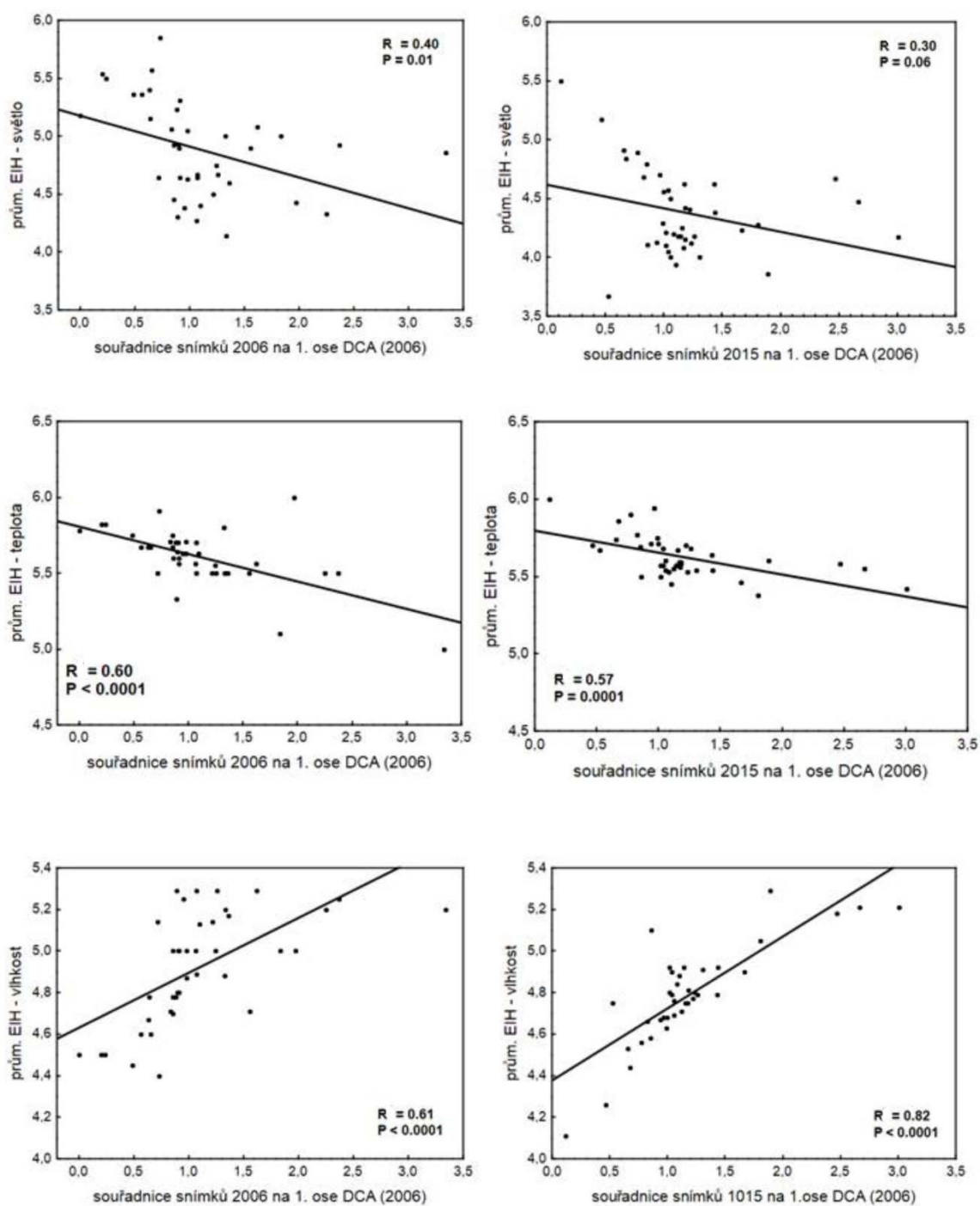
$C = \pm (100 - (F_b / (F_a / 100)))$  kde  $F_a$  představuje procentickou frekvenci druhu ve skupině snímků, kde je jeho frekvence větší než v druhé skupině a  $F_b$  představuje procentickou frekvenci druhu ve skupině snímků, kde je jeho frekvence menší (Hédl 2004).

<b>Nenalezené druhy (frekvence 2006 &gt; 10 %)</b>	<b>Frekvence 2006 (%)</b>	<b>Frekvence 2015 (%)</b>	<b>Změna (%)</b>
<i>Hierochloë australis</i>	25	0	100.00
<i>Hypericum perforatum</i>	13	0	100.00
<i>Myosotis sylvatica</i>	15	0	100.00
<i>Poa angustifolia</i>	13	0	100.00
<i>Veronica chamaedrys</i>	25	0	100.00
<b>Klesající frekvence</b>			
<i>Bromus benekenii</i>	78	35	55.13
<i>Campanula rapunculoides</i>	55	15	72.73
<i>Campanula trachelium</i>	38	15	60.53
<i>Carex muricata</i> agg.	48	28	41.67
<i>Galium aparine</i>	35	10	71.43
<i>Heracleum sphondylium</i>	25	5	80.00
<i>Lilium martagon</i>	65	45	30.77
<i>Polygonatum odoratum</i>	30	8	73.33
<i>Pyrethrum corymbosum</i>	83	60	27.71
<i>Ranunculus auricomus</i>	50	30	40.00
<b>Rostoucí frekvence</b>			
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	40	83	51.81
<i>Carex digitata</i>	50	83	39.76
<i>Dentaria bulbifera</i>	20	33	39.39
<i>Elymus caninus</i>	25	55	54.55
<i>Geum urbanum</i>	25	38	34.21
<i>Polygonatum multiflorum</i>	35	50	30.00
<b>Nové druhy (frekvence 2015 &gt; 10 %)</b>			
<i>Hordelymus europaeus</i>	0	10	100.00

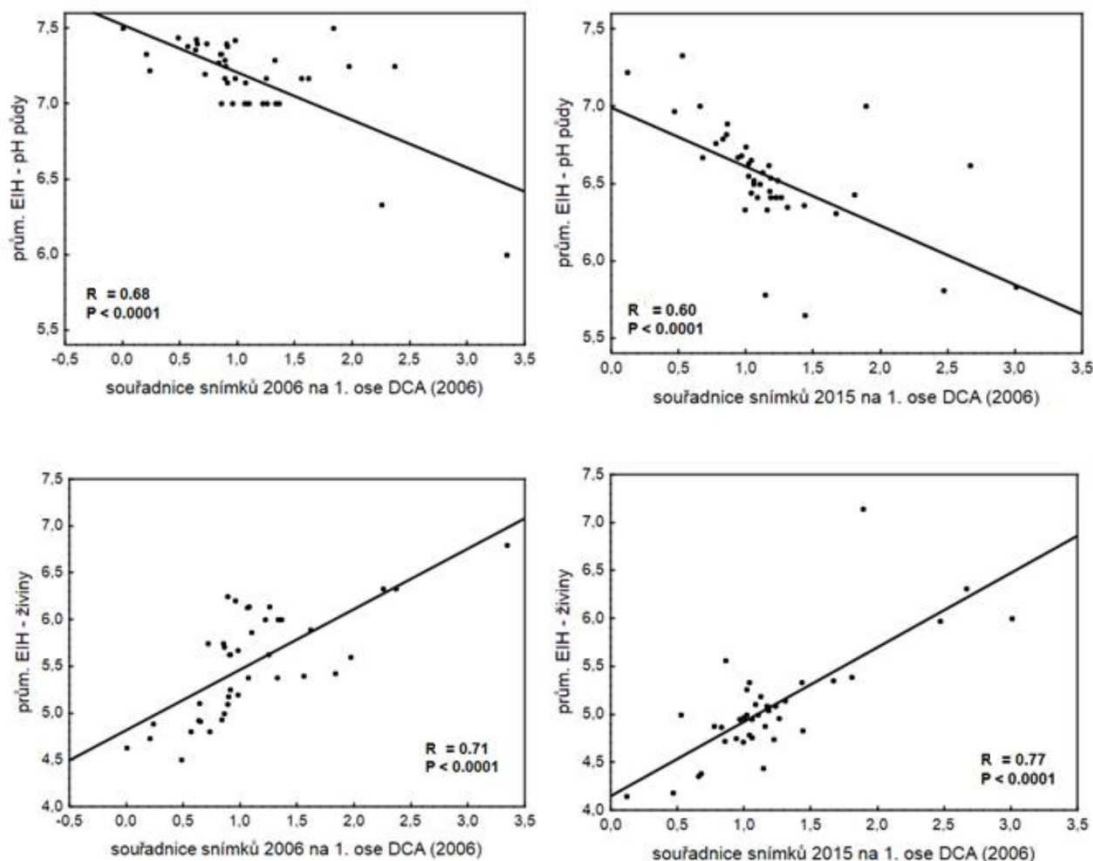
Porovnání souřadnic snímků z roku 2006 a 2015 na dvou hlavních ordinačních osách detrendované korespondenční analýzy (DCA) ukazuje určitý posun souřadnic snímků na první ose. Pro tuto analýzu byla jako druhová data použita data o bylinách ze snímků z roku 2006. Snímky z roku 2015 byly použity jako data doplňková (supplementary data). Rozdílnost souřadnic fytoecologických ploch na prvních dvou ordinačních osách byla šetřena neparametrickým Wilcoxonovým párovým testem (osa 1:  $P = 0.004$ ; osa 2:  $P = 0.2$ ).

Unimodální metoda nepřímé ordinační analýzy byla zvolena na základě nejdelšího gradientu druhových dat v DCA, který má v daném případě délku 3.34. Porovnání souřadnic snímků z roku 2006 na první ose DCA s průměrnými Ellenbergovými indikačními hodnotami (EIH) ukazuje těsnou vazbu mezi souřadnicemi snímků a kvalitou prostředí. Míra závislosti průměrných EIH na skórách snímků na první ordinační ose byla šetřena pomocí lineární regrese (obr 6a,b). Souřadnice snímků nejúžeji korespondují s EIH pro obsah živin v půdě a pro pH substrátu. Rovněž indikační hodnoty pro vlhkost a teplotu nacházejí silnou statisticky významnou odezvu v rozmístění snímků na dané ose. Naproti tomu přítomnost světlomilných či stínomilných druhů představuje nejméně výrazný gradient, který navíc v opakovaném šetření ztrácí váhu a statistickou průkaznost. Skóry snímků z roku 2015 vykazují podobnou vazbu na průměrné EIH pro teplotu, obsah živin v půdě a pH substrátu jako v prvotním šetření. Výrazné je posílení vazby skór snímků a průměrných EIH pro vlhkost. Je velmi pravděpodobné, že díky značnému srážkovému deficitu sehrává dostupnost vody v půdě stále významnější úlohu vzhledem k variabilitě bylinného patra. Na druhou stranu rozvoj keřové etáže i v dříve světlejších partiích lokality do značné míry maže rozdíly mezi snímky z pohledu přítomnosti světlomilných druhů. Míra diferenciacce složení bylinného patra v závislosti na teplotě, půdní reakci a dostupnosti živin, zejména dusíku, zůstává prakticky nezměněna.

Protože přímá měření teploty vzduchu, množství dopadajících srážek na půdní povrch, hloubky půdy a jejího složení na inventarizačních plochách nejsou součástí metodiky monitoringu lokalit ponechaných samovolnému vývoji, byla jako vysvětlující proměnná reprezentující teplotní a vlhkostní gradient stejně jako gradient hloubky a kvality půdního profilu testována nadmořská výška inventarizačních ploch, na kterých byly provedeny opakované fytoecologické zápisy. Na základě rozdílných mezoklimatických i edafických podmínek na úpatích, úbočích a vrcholech svahů bylo předpokládáno nemalé procento variability mezi bylinami vysvětlitelné polohou fytoecologické plochy. K danému účelu byla využita kanonická korespondenční analýza, ve které jako druhová data byla použita data o bylinném patru. Analýza byla provedena zvlášť pro data z roku 2006 a zvlášť pro opakované šetření 2015 z důvodu posouzení změn významnosti daného faktoru (tabulka 5). Kovariáty nebyly v analýze použity. Stejným způsobem byl hodnocen vliv expozice IP (orientace vůči světovým stranám), celkové pokryvnosti dřevin, pokryvnosti stromů (etáže I, II, III dle Zlatníka) a pokryvnosti keřů (etáže IV a V<sub>1a,b</sub> dle Zlatníka). Poloha IP ve vztahu k vertikálnímu rozmístění snímků definovanému pomocí nadmořské výšky plochy představuje statisticky průkazný gradient, který navíc s časem nabývá na významnosti. To odpovídá rostoucímu významu rozdílného obsahu vody v půdě. Druhové složení bylin na vlhčích plochách na úpatích v dolních částech svahů se stále výrazněji liší od xerothermních společenstev šípákových doubrav. Naproti tomu orientace vůči světovým stranám nepřekročila ve vztahu k variabilitě bylin práh statistické průkaznosti. Jako významný faktor se ovšem projevila pokryvnost dřevinných etáží, zejména etáže stromové. Je pravda, že rozvolněné porosty šípáku představují protipól k zapojeným dubohabrovým či dubobukovým porostům. V čase tento gradient, zdá se, nabývá na významu. Samotná pokryvnost keřové etáže však není ve vztahu k bylinám signifikantní. Lze to vysvětlit podobnou intenzitou zástiny půdy bohatou směsí keřů a mladých stromků na edaficky příznivějších plochách a zástinu dřínem hojně podrůstajícím porosty dubu zimního a šípáku.



Obr. 6a: Porovnání vztahu souřadnic snímků na 1. ordinační ose DCA a průměrných Ellenbergových indikačních hodnot (EIH) pro světlo, teplotu a vlhkost. Pro DCA byla jako druhová data použita data o bylinách z roku 2006, byliny z roku 2015 byly použity jako doplňková data. Vztah mezi polohou snímků na první ordinační ose a průměrnou EIH byl šetřen pomocí lineární regrese. Násobné R a hodnota P regresního modelu je uvedena v rozích dílčích grafů



Obr. 6b: Porovnání vztahu souřadnic snímků na 1. ordinační ose DCA a průměrných Ellenbergových indikačních hodnot (EIH) pro pH substrátu a obsah živin v půdě. Pro DCA byla jako druhová data použita data o bylinách z roku 2006, byliny z roku 2015 byly použity jako doplňková data. Vztah mezi polohou snímků na první ordinační ose a průměrnou EIH byl šetřen pomocí lineární regrese. Násobné R a hodnota P regresního modelu je uvedena v rozích dílčích grafů

Tabulka 5: CCA - procento vysvětlené variability druhových dat testovanými vysvětlujícími proměnnými a statistická průkaznost takto zvolených kanonických os stanovená na základě Monte Carlo permutačního testu. Bylinná etáž snímků z let 2006 a 2015 byla použita jako druhová data. Kovariáty nebyly v daných analýzách použity.

Vysvětlující proměnná	2006			2015		
	Variabilita (%)	P	č. analýzy	Variabilita (%)	P	č. analýzy
Nadmořská v.	5.8	0.002	2	7.0	0.0004	7
Expozice	3.5	0.06	3	3.3	0.10	8
Pokryvnost dřevin	5.0	0.009	4	5.2	0.002	9
Pokryvnost stromů	5.3	0.01	5	7.8	0.002	10
Pokryvnost keřů	4.2	0.13	6	3.6	0.1	11

## Shrnutí

Druhové složení stromového ani keřového patra v lokalitě Doutnáč nedoznalo výraznějších změn. Rozvoj keřové etáže však zřejmě zapříčinil silnější zastínění, který může být u bylinných druhů jednou z příčin poklesu průměrných Ellenbergových indikačních hodnot pro světlo. Bylinná etáž vykazuje celkový pokles počtu druhů, pokryvnosti a indexu diverzity. Tento jev nepovažujeme pouze za důsledek dynamiky vývoje dřevinných pater i když proces vyplňování porostního prostoru je na základě hodnot pokryvností stromového a keřového patra zřejmý. Svou roli zde pravděpodobně sehrává i pozdější termín provedení terénních prací oproti roku 2006 a v neposlední řadě teplotně a srážkově abnormální průběh vegetační sezony 2015 případně i delšího předchozího období. Průměrné hodnoty Jaccardova indexu podobnosti naznačují výraznou podobnost druhového složení bylin na převážně většině inventarizačních ploch. V souvislosti s ponecháním lokality samovolnému vývoji lze pozorovat vyplňování porostního prostoru, což se projevuje rostoucí pokryvností keřového patra a následným úbytkem světlomilných druhů. Z pohledu variability bylin však pokryvnost keřového patra nepředstavovala ani v minulosti významný gradient. Lze ji tedy charakterizovat jako víceméně stejnoměrnou, nicméně v čase rostoucí. Významnějším faktorem z tohoto pohledu je pokryvnost stromového patra. Navzdory rostoucímu zastínění půdního povrchu, které je zpravidla provázeno unifikací bylinného patra, vzrostl oproti roku 2006 význam polohy IP, reprezentované nadmořskou výškou. Vzhledem k výraznému posílení vlivu vlhkosti půdy na složení bylinného patra usuzujeme, že se jedná o důsledek dlouhodobého srážkového deficitu.

## Literatura

- Anonymus 1985. Soil Classification of the Federal Republic of Germany. *Mitteilungen, Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft* 44: 1-96.
- Danihelka J., Chrtek J.jr., Kaplan Z. 2012: Check list of vascular plants of the Czech Republic. *Preslia* 84: 647-811.
- Demek J., Mackovčín P. (eds.) 2006: *Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno, 582.
- Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth W., Werner W., Paulißejn D. 1992. *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. Ed. 2. *Scripta Geobot.* 18: 258.
- Grulich V. 2012: Red list of vascular plants of the Czech Republic. *Preslia* 84:631-645.
- Hédl R. 2004: Vegetation of beech forests in the rychlebské Mountains, Czech Republic, re-inspected after 60 years with assessment of environmental changes. *Plant Ecol.* 170:243-265.
- Hejný S., Slavík B. (eds.) 1988: *Květena České republiky*. Academia, Praha, 560.
- Hennekens S. M. et Schaminée J. H. J., 2001: TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data, *Journal of Vegetation science*, 12: 589-591.
- Hermý M, Honnay O, Firbank L, Grashof-Bokdam C, Lawesson JE (1999) An ecological comparison between ancient and other forest plant species of Europe, and the implication for forest conservation. *Biol Conserv* 91:9-22
- Janík D., Šamonil P, Vrška T., Adam D., Unar P., Hort L., Král K. 2008: Doutháč – monitoring lokality ponechané samovolnému vývoji (Doutháč – monitoring of the locality left to spontaneous development.) *Folia Forestalia Bohemica* 9.
- Kubát K. [ed.] et al., 2002: *Klíč ke květeně České republiky*, Academia, Praha, 927.
- Lepš J. et Šmilauer P., 2003: *Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO*. University Press, Cambridge.
- Němeček J., Macků J., Vokoun J., Vavříček D., Novák P. 2001. *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. ČZU, Praha.
- Podhorník J., 2000: *Lesnická mapa typologická NPR Karlštejn, M 1:10000*, [depon. in SCHKO Český kras, Karlštejn]
- Prach K., 1996: *Úvod do vegetační ekologie*, Technická univerzita Ostrava.
- Randuška D., Vorel J. et Plíva K., 1986: *Fytocenológia a lesnícka typológia, Príroda*, Bratislava, 339.
- Raunkiaer C. 1937: *Plant live forms*. Clarendon Press. Oxford

Smolíková L. 1960. Terra fusca na Mramoru u Litně. Časopis pro mineralogii a geologii 5: 305-308.

Šamonil P., 2005. Typologie lesů Českého krasu ve vztahu k půdní diverzitě, Jan Farkač, Praha, 169.

Šamonil P., 2007a. Uniqueness of limestone soil-forming substrates in the forest ecosystem classification, Journal of Forest Science, 53: 149-161.

Šamonil P., 2007b: Diverzita půd na vápencích Českého krasu, klasifikace půd a komparace klasifikačních systémů, Bohemia centralis, Praha, 28: 7-30.

ter Braak C. J. F. et Šmilauer P., 2002: CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows User's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca, USA, 500.

Tichý L., 2002: JUICE, software for vegetation classification, Journal of Vegetation Science 13: 451-453.

Zelený D., Schaffers A.P. 2012: Too good to be true: pitfalls of mean Ellenberg indicator values in vegetation analyses. J Veg sci 23:419-431

Zlatník A., Križo M., Svrček M., Manica M. 1970: Lesnická botanika speciální. [Special forest botany.] Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 667.













