Vegetace v povodí Plešného a Čertova jezera v období 2007 až 2018 [1]

Vegetation in catchments of Plešné and Čertovo Lakes (Bohemian Forest, Czech Republic) during 2007 to 2018

Karel Matějka
IDS, Na Komořsku 2175/2A, 143 00 Praha 4; matejka@infodatasys.cz

Abstract

In two catchments of the Plešné Lake and the Čertovo Lake there are predominantly near-to-nature and natural forests with dominant Norway spruce (*Picea abies*). In consequence to the wind disturbance and bark beetle gradation, research of the dynamics of plant communities has been carried out since 2007. The catchment area of Plešné Lake and its surroundings is characterized by 7 permanent research plots. In all plots, the tree canopy disturbance occurred between 2004 and 2010. In the catchment of Čertovo Lake, 5 research plots were monitored. All plots are located in the 6th to 8th forest altitudinal zone (FAZ). The stands are relatively stable in prevailing part of plots there. Only in one plot (CU) there was total wind disturbance in 2017. Plant communities have a stable species composition in both catchments, yet the disturbance has been manifested in greater variability (temporal β-diversity) around Plešné Lake. There, two phases of the plant community development can be distinguished on all plots. The first phase ends 5-9 years after the canopy disturbance. In the lower altitudes (6th and 7th FAZ), the Norway spruce recovery is fast, it soon forms a shrub layer without gaps. The light in understory is reduced and the herb layer coverage is very low. In the 8th FAZ, only the individual or grouped regenerating spruces occur, and the coverage of the herb layer slightly increases. Development on individual plots in the catchment of Čertovo Lake is different, there is no single trend in whole catchment.

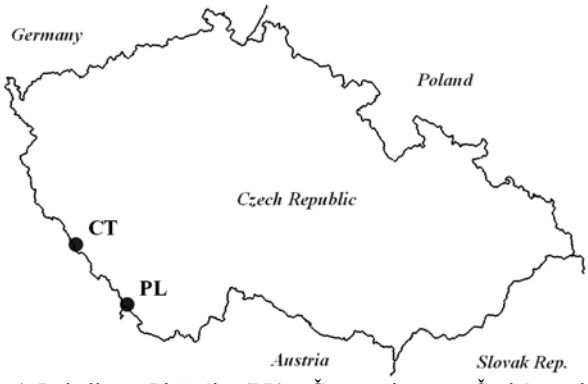
Keywords: Bohemian Forest, canopy, catchment, classification, disturbance, dynamics, HSCA, *Ips typographus*, *Picea abies*, wind

Šumava je nejrozsáhlejším zalesněným pohořím v České republice s celou řadou přírodních a přírodě blízkých ekosystémů, což byl důvod pro založení Národního parku Šumava (KINDLMANN ET AL. 2012). Základním principem ochrany přírody v národních parcích na celém světě je udržení bezzásahového režimu, tedy stavu, kdy jsou přímé vlivy lidské činnosti maximálně eliminovány a zásadní význam pro dynamiku ekosystémů mají přírodní procesy. Protože pro dynamiku smrkových porostů, kterých je na Šumavě velké množství, mají klíčový význam disturbance a mezi nimi především vítr a lýkožrout smrkový

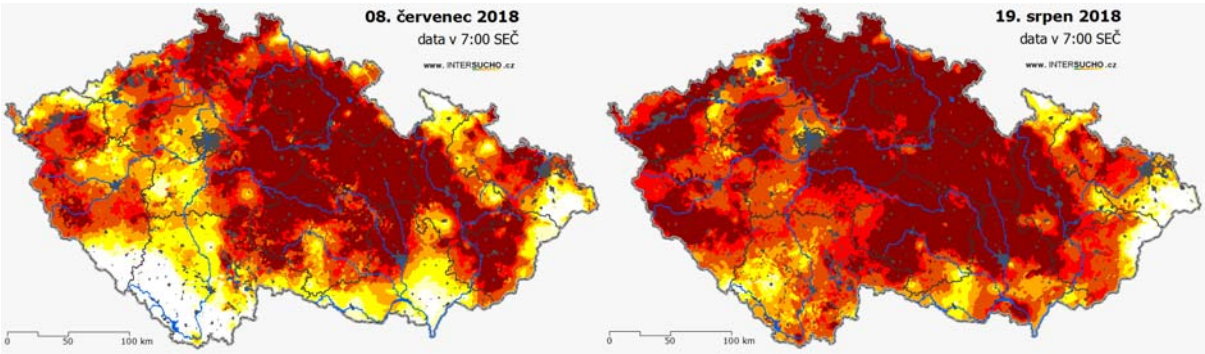
[1] Výzkum v obou povodích byl financován projekty, jejichž nositelem byly Hydrobiologický ústav BC AV ČR v Českých Budějovicích a Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Dále byly použity vlastní zdroje IDS.

(*Ips typographus*), není se co divit, že i na Šumavě začaly tyto vlivy působit v "běžném" rozsahu, což je něco, na co není současný středoevropan zvyklý (KINDLMANN ET AL. 2012).

Jednou z modelových oblastí na Šumavě z hlediska komplexního ekosystémového studia je území Třístoličník - Trojmezí - Plechý a jeho svahy včetně povodí Plešného jezera (KOPÁČEK ET VRBA 2006, VRBA ET AL. 2000, 2015, 2016). Tyto výzkumy byly publikovány v řadě článků, z nichž je možno jmenovat práce týkající se dynamiky lesů (BAČE ET AL. 2009, HÁJEK ET SVOBODA 2007, JANDA ET AL. 2010, MATĚJKA 2000, 2008b, 2009, 2015, 2016, SVOBODA ET AL. 2010, 2012, SVOBODA ET POUSKA 2008, ZENÁHLÍKOVÁ ET AL. 2011), vývoje poškození lesních porostů (VACEK ET AL. 2003, 2005, 2006), biologie *Picea abies* ve vztahu k acidifikaci a znečistění ovzduší (ČADA ET AL. 2016, ŠANTRŮČKOVÁ ET AL. 2007), biodiversity různých skupin organismů (BÄSSLER ET AL. 2012, LEPŠOVÁ ET MATĚJKA 2009, MATĚJKA ET STARÝ 2009), chemie půdy a vody měnící se v souvislosti s minulou acidifikací i se současnými změnami lesních ekosystémů v povodí (KAŇA ET AL. 2014, 2015, KOPÁČEK ET AL. 2000, 2013a, b, 2017, ŠANTRŮČKOVÁ ET AL. 2004, SVOBODA 2003) a dalších ekosystémových procesů (KOPÁČEK ET AL. 2010, SVOBODA ET AL. 2006, 2006a, b, c, d, TUREK ET AL. 2014). Zásadní vliv na současný obraz tohoto zalesněného území má minulá acidifikace (KOPÁČEK ET HRUŠKA 2010, KOPÁČEK ET AL. 2011, VRBA ET AL. 2003), která vedla k destabilizaci tamních ekosystémů lesních i vodních (KOPÁČEK ET AL. 2002, MAJER ET AL. 2003, OULEHLE ET AL. 2017, 2018). Vegetace a porosty dřevin v povodí Plešného a Čertova jezera na Šumavě (obr. 1) jsou sledovány dlouhodobě v návaznosti na řadu výzkumných projektů (přehled výsledků je dostupný též na https://www.infodatasys.cz/proj002/povodijezer.htm). Poslední výsledky studia vegetace byly publikovány před dvěma lety (MATĚJKA 2016) a od té doby byl shromážděn další materiál, který je potřebné vyhodnotit.



Obr. 1. Lokalizace Plešného (PL) a Čertova jezera v České republice
Localization of Plešné Lake (PL) and Čertovo Lake (CT) in the Czech Republic



Obr. 2. Intenzita sucha v půdním profilu 0-100 cm v období dvou vrcholů sucha v roce 2018 (8.7. a 19.8.) podle webu www.intersucho.cz. Šumava patří v rámci ČR k regionům nejméně zasaženým suchem
Drought intensity in soil profile 0-100 cm at two drought extremes of 2018 (8th July and 19th August) according to www.intersucho.cz. The Šumava Mts. belongs to the more wet regions of the Czech Republic

Při interpretaci výsledků je nutno myslet i na potenciální vliv výkyvů klimatu, respektive na průběh počasí v jednotlivých letech (MATĚJKA 2017a, b). Z tohoto pohledu je třeba zdůraznit extrémy, které se vyskytly v době sběru hodnocených dat, případně před tímto obdobím, jmenovitě to byly

- 2003 - první klimaticky výrazně extrémní rok s vysokými teplotami vzduchu a s nízkými srážkami; v důsledku tohoto extrému došlo na Šumavě (a nejen zde) k primárnímu nastartování gradace lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*), který napadal stromy pod velkým stresem (KINDLMANN ET AL. 2012).
- 2007 - výskyt bouře Kyrill 19. ledna 2007 vedl k větrnému poškození velké části porostů a tím k akceleraci gradace lýkožrouta.
- 2015 - další rok s dosud nejextrémnějším průběhem počasí, s opět vysokými teplotami a nízkými srážkami.
- 2017 - bouře Herwart ze dne 29. 10. 2017 znamenala rozvrat řady porostů na území celé České republiky.
- 2018 - situace z roku 2015 se na Šumavě v mírnější podobě opakovala. Šumava však v tomto roce patřila k jedněm z nejvlhčích území ČR (obr. 2).

Metodika

Výzkumné plochy

Zatímco v předcházejícím textu (MATĚJKA 2016) byla pozornost věnována všem výzkumným plochám, které existují v rámci obou povodí, níže je věnována pozornost pouze těm, kde byly pořízeny fytocenologické snímky i v letech 2017-2018. Základní informace o všech plochách shrnuje MATĚJKA (2008a). Obě povodí se liší především biogeochemickými parametry, které jsou dobře porovnatelné na základě rozdílů v chemických vlastnostech půd (KAŇA ET AL. 2014), případně vody (KOPÁČEK ET AL. 2013). Tyto rozdíly se projevují i v druhovém složení rostlinných společenstev, případně v obsahu prvků v biomase (SVOBODA ET AL. 2006b). Přestože Šumava patřila v minulosti k oblastem s relativně čistým ovzduším, i zde byla obě povodí výrazně acidifikována (OULEHLE ET AL. 2017).

Povodí Plešného jezera

V lesích tohoto povodí probíhal rozpad stromového patra v důsledku žíru lýkožrouta smrkového přibližně v letech 2004 až 2010, tedy v návaznosti na klimaticky extrémní rok 2003 a vichřici v lednu 2007 (která však neporušila tyto lesy přímo, ale umožnila zvýšený výskyt lýkožrouta v okolí, především v hřebenových partiích při státní hranici ČR). Právě rozpad lesního porostu umožnil zrychlenou obnovu tamních ekosystémů po acidifikaci, která vrcholila v 80. letech minulého století (OULEHLE ET AL. 2018). V tomto povodí nebo v jeho blízkosti byly sledovány plochy (obr. 3, tabulka 1):

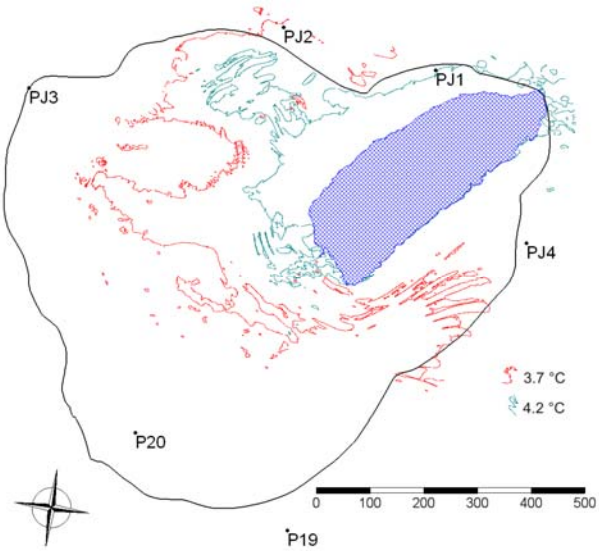
- PJ1 - s. od jezera, vlevo od stezky k památníku, před hustým mladším porostem smrku;
- PJ2 - nad plochou PJ1, vlevo od stezky (pod informační cedulí "Mrtvé dřevo");
- PJ3 - trvalá plocha HBÚ nad památníkem;
- PJ4 - trvalá plocha HBÚ u jezera;
- T - trvalá plocha Trojmezí je sledována od roku 1990 (MATĚJKA 2000, 2008b);
- P19 - trvalá výzkumná plocha P19 ležící na výškovém transektu na Plechý, viz VACEK ET AL. (2009);
- P20 - trvalá výzkumná plocha P20 ležící na výškovém transektu na Plechý, viz VACEK ET AL. (2009).

K plochám P19 a P20 existují rovněž paralelní plochy na holinách vzniklých v důsledku asanační těžby na rakouské straně státní hranice. Příslušné výsledky uvádí MATĚJKA ET AL. (2016b). Stav vegetace na plochách P19, P20, P19:0 a P20:0 v roce 2018 je analyzován v souvislosti se všemi dalšími plochami transektu na Plechém také v samostatné publikaci (MATĚJKA 2018c).

Povodí Čertova jezera

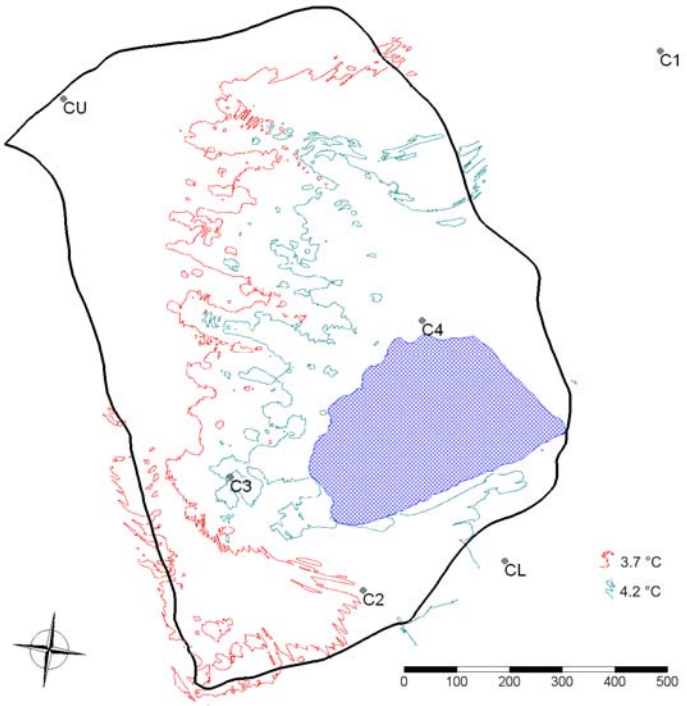
Toto povodí nebylo postiženo velkoplošným rozpadem lesních porostů, přestože lokálně k poškození porostů docházelo. Na řadě míst, zvláště v těsné blízkosti zdejší NPR Černé a Čertovo jezero byla prováděna asanační opatření (těžby) proti lýkožroutu. V průběhu výzkumu byly sledovány plochy (obr. 4, tabulka 1) [2]:

- CU - trvalá plocha HBÚ, horní;
- CL - trvalá plocha HBÚ, spodní poblíž jezera;
- C1 - cca 80 m vpravo od turistické cesty z vrcholového rozcestí k jezeru (před potůčkem přes cestu);
- C2 - jižně od jezera, vpravo pod uzavřenou cestou (při chůzi od hráze jezera);
- C4 - severní pobřeží jezera.



Obr. 3. Trvalé výzkumné plochy v povodí Plešného jezera. Uvedeny jsou izothermy průměrných teplot vzduchu v období 1961-1990 charakteristické pro spodní hranici 7. (4,2 °C) a 8. lesního vegetačního stupně (3,7 °C) (MATĚJKA 2015)
Permanent research plots in the catchment of Plešné Lake. Isolines for average air temperature 4.2 and 3.7 °C (for period 1961-1990) are drawn according to the PlotOA thermal model with 0.2 m in pixel size. They represent lower limit of 7th and 8th forest altitudinal zones

[2] Existuje rovněž plocha C3, kde však nebylo prováděno opakované snímkování ve všech letech a příslušné výsledky tedy nejsou popisovány v tomto textu.



Obr. 4. Trvalé výzkumné plochy v povodí Čertova jezera. Uvedeny jsou izothermy průměrných teplot vzduchu v období 1961-1990 charakteristické pro spodní hranici 7. (4,2 °C) a 8. lesního vegetačního stupně (3,7 °C) (MATĚJKA 2015)
Permanent research plots in the catchment of Čertovo Lake. Isolines for average air temperature 4.2 and 3.7 °C (for period 1961-1990) are drawn according to the PlotOA thermal model with 0.2 m in pixel size. They represent lower limit of 7th and 8th forest altitudinal zones

Tabulka 1. Charakteristika trvalých výzkumných ploch (TVP) v oblasti Šumavy. Označení porostní skupiny (PSK) a věk podle lesního hospodářského plánu (LHP) platného od roku 2002 (LHC Plešný), 2003 (LHC Stožec), 2012 (LHC Stožec 2012 - NP Šumava, územní pracoviště 86), 1996 (LHC Železná Ruda - LČR). Průměrná teplota vzduchu pro období 1961-1990 byla modelována v programu PlotOA na základě digitálního modelu terénu s velikostí pixelu 30m (MATĚJKA in KINDLMANN et al. 2012, pp. 87-97)

Characteristics of the permanent research plots in the Bohemian Forest. Forest stand group (PSK) and age follow forest management plan with validity since 2002 (Plešný), 2003 (LHC Stožec), 2012 (Stožec 2012) and 1996 (Železná Ruda - LČR). The average air temperature during 1961-1990 was modelled using the PlotOA software and digital elevation model with the pixel size 30m (MATĚJKA in KINDLMANN et al. 2012, pp. 87-97)

Plocha	S-JTSK X (m)	S-JTSK Y (m)	LHC	PSK	Věk	Lesní typ *	Nadm. výška (m)	Orientace a sklon	Průměrná teplota (°C)	Rozpad stromového patra
Plot			Forest enterprise	Forest stand group	Age	Forest site type *	Altitude (m)	Exposition and inclination	Average temperature (°C)	Tree layer damage since
PJ1	803141	1181570	Stožec 2012	$271Al_{19}$	20	6N3 *	1095	V 10°	4,4	2005-6
PJ2	803423	1181490	Stožec 2012	$271Ae_{23}$	15	7Y1 *	1161	V 25°	4,0	2004 (?)
PJ3	803898	1181603	Stožec 2012	$270Ae_{23}$ $224Ae_{23}$	8 8	8N1	1327	SSV 5°	3,0	2005
PJ4	802972	1181892	Stožec 2012	$5Ae_{23}$	8	7Y1 *	1121	S 10°	3,9	2007-8
P19	803417	1182427	Plešný	$5Aa_{3/1}$	15 156	8Y1	1313	JV 40°	3,1	2009
P20	803699	1182245	Plešný	$5Aa_{3/1}$	15 156	8N1	1361	SV 3°	2,6	2010
T	804438	1182034	Stožec	$25Aa_{1}$	159	8K7/8V2	1343	SV 5°	2,7	2007-8
CU	845857	1131127	Železná Ruda - LČR	$19D_{02}$	170	8Z4	1326	VSV 11°	2,7	2017
CL	845019	1132007	Železná Ruda - LČR	$31C_{08}$	105	6K1 *	1043	V 12° 1)	4,5	-
C1	844724	1131036	Železná Ruda - LČR	$24E_{05}$	125	6/7N4/7K1 *	1114	JJZ 13°	4,2	-
C2	845288	1132063	Železná Ruda - LČR	$31C_{04}$	145	7Y1	1085	SSV 13° 1)	3,9	-
C3	845540	1131847	Železná Ruda - LČR	$23A_{01}$	145	7N4	1111	V 28°	4,0	-
C4	845176	1131548	Železná Ruda - LČR	$23B_{07}$	150	6Y1/6V6 *	1036	Z 11° 1)	4,6	-

Poznámka: Lesní typ byl aktualizován podle typologické mapy (platný stav roku 2007) s přihlédnutím na terénní šetření a průměrnou teplotu vzduchu - na plochách označených * byl upraven lesní vegetační stupeň.

1) Lokálně silně proměnlivá svažitost a expozice.

Fytocenologické snímkování a srovnávací plochy

Srovnávací plochy byly snímkovány podle metodiky curyšsko-montpellierské školy při využití Braun-Blanquetovy kombinované stupnice pro abundanci-dominanci pro určení zastoupení druhů v bylinném patře. Stupnice byla doplněna o mezistupně (např. +-1, 1-2, ...), které byly užity při hraniční pokryvnosti daného druhu. Celková pokryvnost etáží E_0 až E_3 je uváděna v procentech. Podíl zastoupení druhů v dřevinných patrech (E_3 a E_2) byl odhadován jako podíl v procentech, takže pokryvnost každého dřevinného druhu je dána součinem celkové pokryvnosti etáže a zastoupení tohoto druhu. Přítomnost kompletně odumřelého stromového patra je uváděna symbolem D. Velikost snímkované plochy byla standardně 400 m^2.

Snímky byly zaznamenány v databázi DBreleve (MATĚJKA 2018a). V tomto prostředí bylo provedeno též základní zpracování těchto dat a jejich export pro následné zpracování dalšími matematicko-statistickými metodami. Pro zjištění změny druhové struktury společenstev v čase byly fytocenologické snímky vždy samostatně z jedné lokality klasifikovány procedurou HSCA/Sq (MATĚJKA 1993, 2018a), což umožnilo stanovení rozdílných etap ve vývoje společenstva. Nejvyšší hodnota koeficientu Sq zároveň slouží jako míra temporální β-diversity pro danou lokalitu a časové období sledování. V programu DBreleve byly rovněž vypočítány druhová bohatost (S) a Shannon-Wienerův index druhové diversity (H') pro bylinnou etáž.

Nomenklatura rostlin je podle KUBÁT et al. (2002).

Plochy byly pravidelně fotografovány pro dokumentaci aktuálního stavu. Na každé ploše byly dále v roce 2018 pořízeny hemisférické fotografie pro analýzu světelných poměrů. Jejich vyhodnocení je předmětem samostatné publikace (MATĚJKA 2018b).

Výsledky

V letech 2017 a 2018 nebyly celkově pozorovány žádné výraznější změny v rostlinných společenstvech na obou povodích. Výjimkou je plocha CU, kde v důsledku větrné bouře v druhé polovině roku 2017 došlo ke kompletnímu rozvrácení porostu, který byl destabilizován předchozí opakovanou asanační těžbou v těsné blízkosti a v posledních letech i přímo na ploše.

Povodí Plešného jezera, plocha PJ1

Obr. 5, Tabulka 3

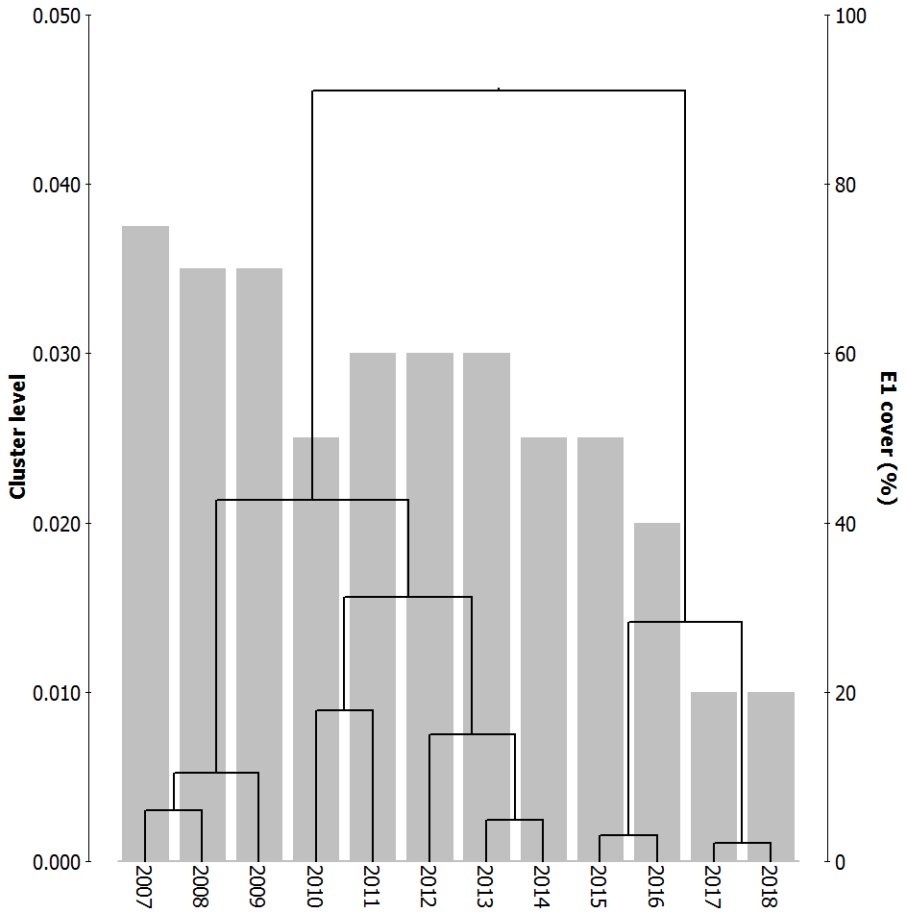
K rozpadu stromového patra vlivem gradace lýkožrouta smrkového došlo v letech 2005-2006. Poté nastoupilo velmi rychlé zmlazování, které vycházelo jednak z jedinců, kteří byli přítomni v podrostu již v okamžiku rozpadu mateřského porostu, ale byli doplněni též nově vzešlými jedinci. Dřeviny jsou zastoupeny celkem 5 druhy. Takto intenzivní rozvoj zmlazení je odrazem polohy plochy v 6. lesním vegetačním stupni (LVS).

Za celou dobu sledování docházelo nejen k rozrůstání keřového a posléze nového stromového patra, ale v souvislosti se vzrůstajícím zástinem půdního povrchu také k podstatnému snižování pokryvnosti bylinného patra.

S ohledem na druhové složení rostlinného společenstva je možno rozlišit dvě etapy obnovy (obr. 6):

- 2007-2014 - pokryvnost bylinného patra byla vysoká, keřové patro bylo nezapojené, po celé toto období se zde vyskytoval *Rubus idaeus* a *Calamagrostis villosa*, *Avenella flexuosa* vymizela do roku 2010.
- Od 2015 vidíme zásadní pokles pokryvnosti bylinného patra a zapojení patra keřového, část jehož dřevin je potřeba hodnotit již jako nové patro stromové. Postupně vymizela i *Calamagrostis villosa*. Mezi dřevinami se pravidelně vyskytují také *Betula pubescens* a *Fagus sylvatica*. Poměr zastoupení *Sorbus aucuparia* a *Picea abies* se postupně mění ve prospěch druhého druhu.

Obr. 5. Plocha PJ1 v povodí Plešného jezera v roce 2018
The plot PJ1 in the Plešné Lake catchment at 2018



Obr. 6. HSCA/Sq klasifikace fytocenologických snímků řazených podle roku zápisu na ploše PJ1
The HSCA/Sq classification of relevés on plot PJ1 ordered according to year of sampling

Povodí Plešného jezera, plocha PJ2

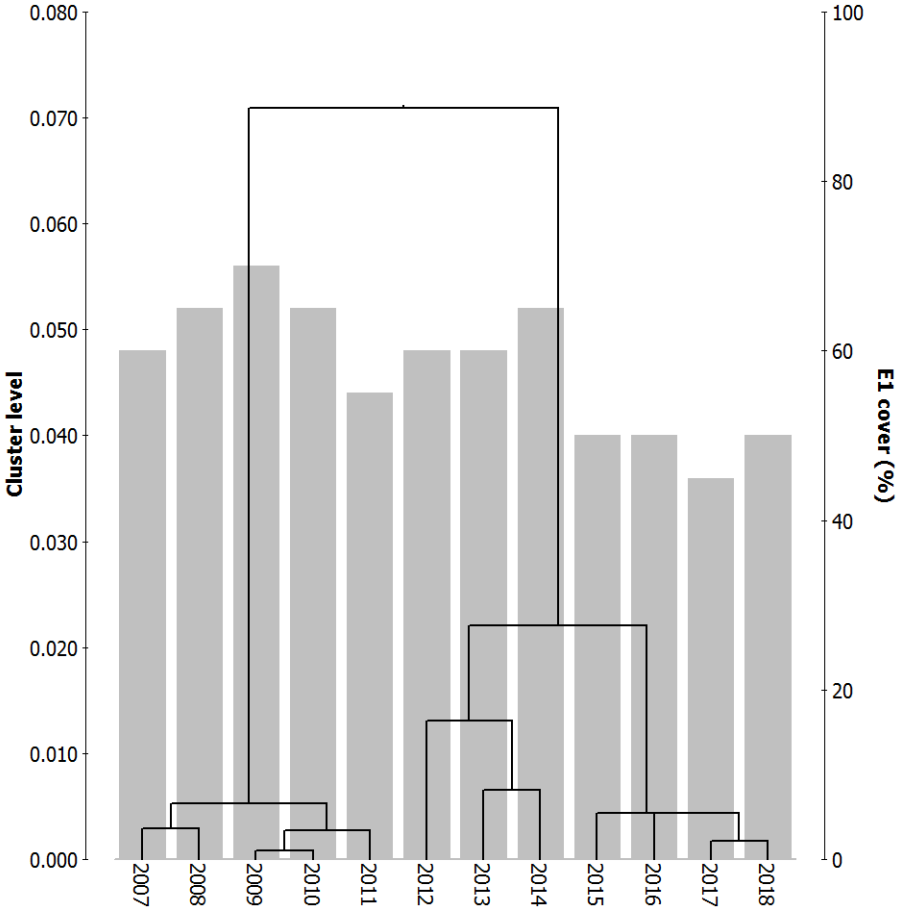
Obr. 7, Tabulka 4

K primárnímu rozpadu stromového patra na ploše PJ2 došlo zřejmě okolo roku 2004. Tato plocha se svým charakterem i dynamikou podobá ploše předchozí, zastínění zde však není tak vysoké, proto i pokryvnost bylinného patra se nesnížila tak významně, jako na ploše PJ1. Celkem jsou zde zastoupeny 3 druhy dřevin. Také zde je možné rozlišit dvě etapy dynamiky rostlinného společenstva (obr. 8):

- Období 2007-2011 bylo typické vysokou pokryvností *Epilobium angustifolium* v rámci otevřeného porostu.
- Od roku 2012 postupně vymizely *Oxalis acetosella* a *Rubus idaeus*, snížila se pokryvnost *Calamagrostis villosa*. Tvorbu nového stromového patra můžeme pozorovat od roku 2015.

To, že zde došlo ke změně rostlinného společenstva o cca 2 roky dříve oproti ploše PJ1, je možno vysvětlit tím, že rozpad původního lesního porostu zde proběhl přibližně o 2 roky dříve. Dosud trvalý výskyt porostních mezer pravděpodobně souvisí s polohou plochy při spodní hranici 7. LVS, tedy o něco výše, nežli u plochy PJ1.

Obr. 7. Plocha PJ2 v povodí Plešného jezera v roce 2018
The plot PJ2 in the Plešné Lake catchment at 2018



Obr. 8. HSCA/Sq klasifikace fytocenologických snímků řazených podle roku zápisu na ploše PJ2
The HSCA/Sq classification of relevés on plot PJ2 ordered according to year of sampling

Povodí Plešného jezera, plocha PJ3

Obr. 9, Tabulka 5

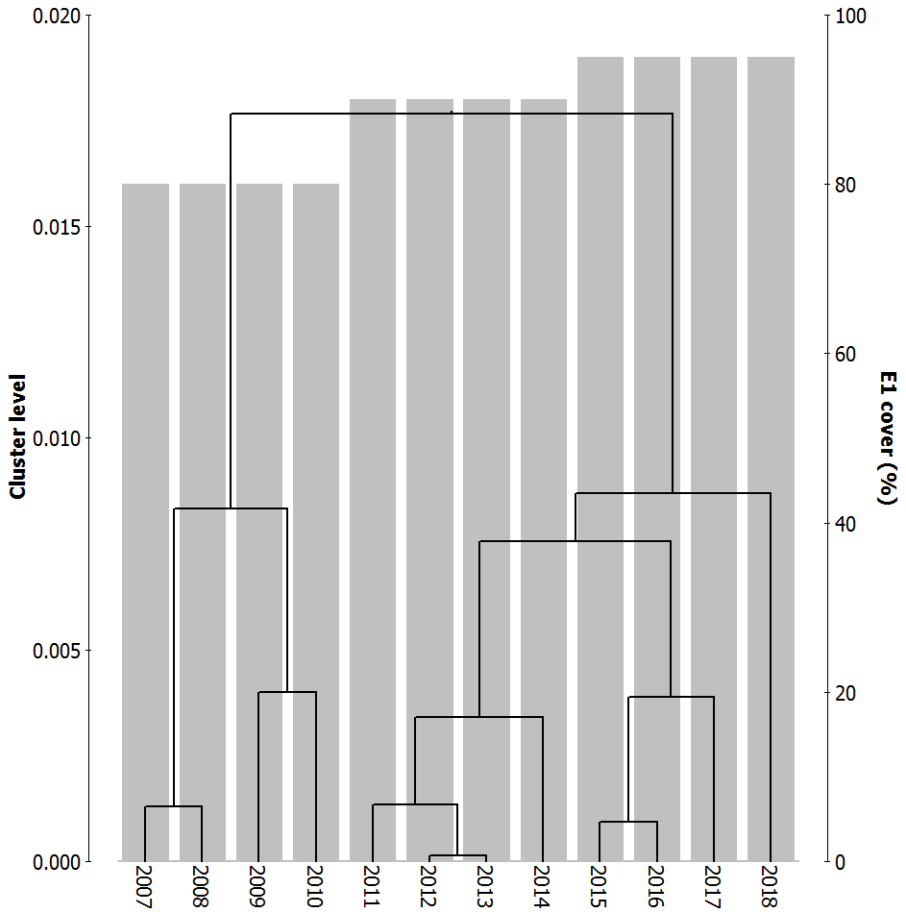
Mateřský porost na ploše PJ3 ležící v 8. LVS odumřel v roce 2005. Zmlazení zde dosahuje podstatně nižší hustoty v porovnání s oběma předcházejícími plochami, proto i zastínění zde je výrazně nižší. Celkem byly zaznamenány 4 dřeviny vyskytující se pravidelně plus *Fagus sylvatica*, u něhož není zřejmé, jestli se stane trvalou součástí společenstva.

Klasifikace fytocenologických snímků ukazuje, že změna rostlinného společenstva byla násobně nižší ve srovnání s oběma předcházejícími plochami, které se nacházejí v nižších vegetačních stupních. Také zde můžeme rozlišit dvě etapy vývoje společenstva (obr. 10):

- V letech 2007-2010 byla pokryvnost keřového patra (zmlazení) velmi nízká, nepřesahovala 5%. Struktura společenstva odpovídala původnímu společenstvu před odumřením stromového patra.
- Od 2011 vidíme snížení pokryvnosti *Dryopteris dilatata* a jeho nahrazení *Athyrium distentifolium*. Snížil se výskyt *Homogyne alpina*. Došlo k rozvoji pokryvnosti *Rubus idaeus*.

Na rozdíl od předcházejících níže položených ploch, zde došlo k nárůstu pokryvnosti bylinného patra, protože jeho rozvoj není omezován nedostatkem světla tak, jako níže.

Obr. 9. Plocha PJ3 v povodí Plešného jezera v roce 2018
The plot PJ3 in the Plešné Lake catchment at 2018



Obr. 10. HSCA/Sq klasifikace fytocenologických snímků řazených podle roku zápisu na ploše PJ3
The HSCA/Sq classification of relevés on plot PJ3 ordered according to year of sampling

Povodí Plešného jezera, plocha PJ4

Obr. 11, Tabulka 6

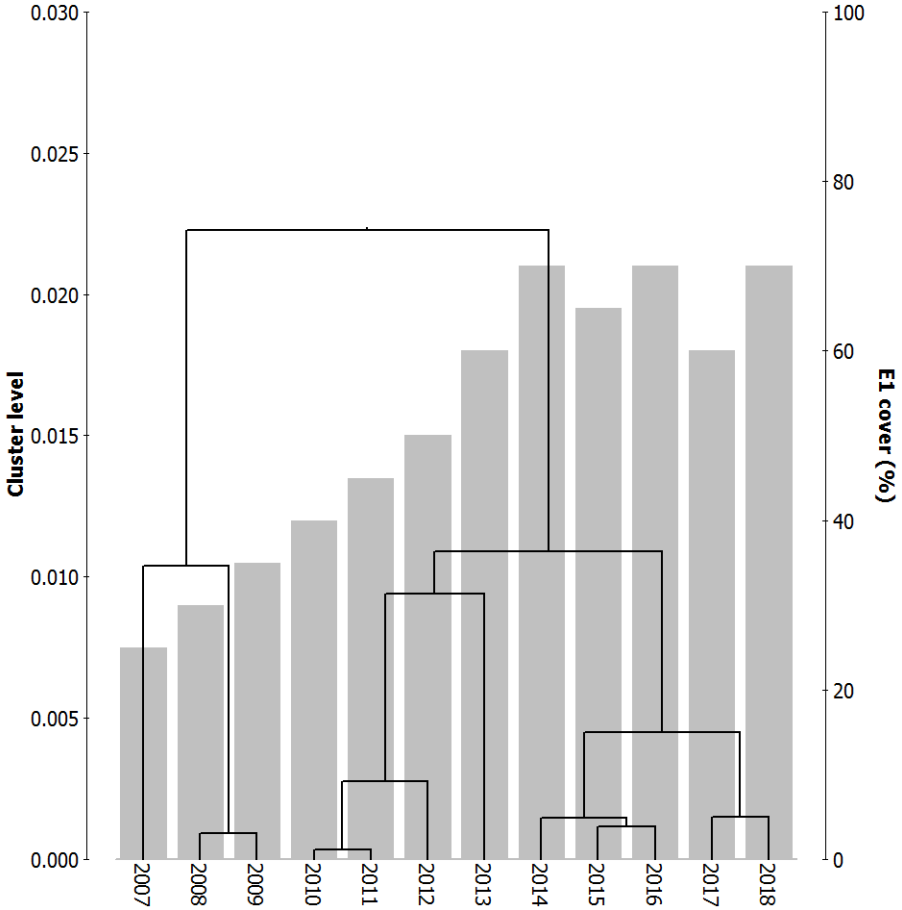
Díky gradaci lýkožrouta smrkového odumřel mateřský porost v letech 2007-2008. Do dnešní doby zde došlo k polámání prakticky všech souší. Přestože plocha leží v 7. LVS, i zde je zápoj zmlazení nízký a to především díky kratší době od odumření mateřského porostu. Tři druhy dřevin se vyskytují pravidelně, ale přechodně byly zaznamenány i *Fagus sylvatica*, *Larix decidua* a *Populus tremula*.

Vývoj lze rozčlenit na dvě etapy (obr. 12):

- 2007-2009 docházelo k rozpadu původního porostu.
- Od 2010 vidíme postupný rozpad souší, prudký rozvoj obnovy, především *Betula pubescens* a *Picea abies*, ale současně i zvyšování pokryvnosti bylinného patra. V této etapě dosahuje maxima výskyt pasekových druhů *Epilobium angustifolium* a *Rubus idaeus*.

Otázkou je, do jaké míry se bude shodovat vývoj na této ploše s vývojem na plochách PJ1 a PJ2, protože sice odpovídá jejich nadmořská výška, ale na ploše PJ4 vidíme mnohem vyšší extremitu stanoviště s balvanitými půdami.

Obr. 11. Plocha PJ4 v povodí Plešného jezera v roce 2018
The plot PJ4 in the Plešné Lake catchment at 2018



Obr. 12. HSCA/Sq klasifikace fytocenologických snímků řazených podle roku zápisu na ploše PJ4
The HSCA/Sq classification of relevés on plot PJ4 ordered according to year of sampling

Plocha Trojmezí T

Obr. 13, Tabulka 7

Stav stromového patra byl velmi stabilní do roku 2003. Po tomto klimaticky extrémním roce s nedostatkem srážek a vysokými teplotami vzduchu docházelo postupně k mírnému zvyšování defoliace a k výskytu lýkožrouta smrkového. Primárně byly lýkožroutem napadány stromy oslabené (Kindlmann et al. 2012: pp. 136-137). K výraznému odumírání stromů došlo od roku 2007, přičemž již v roce následujícím bylo stromové patro kompletně odumřelé (Matějka 2008).

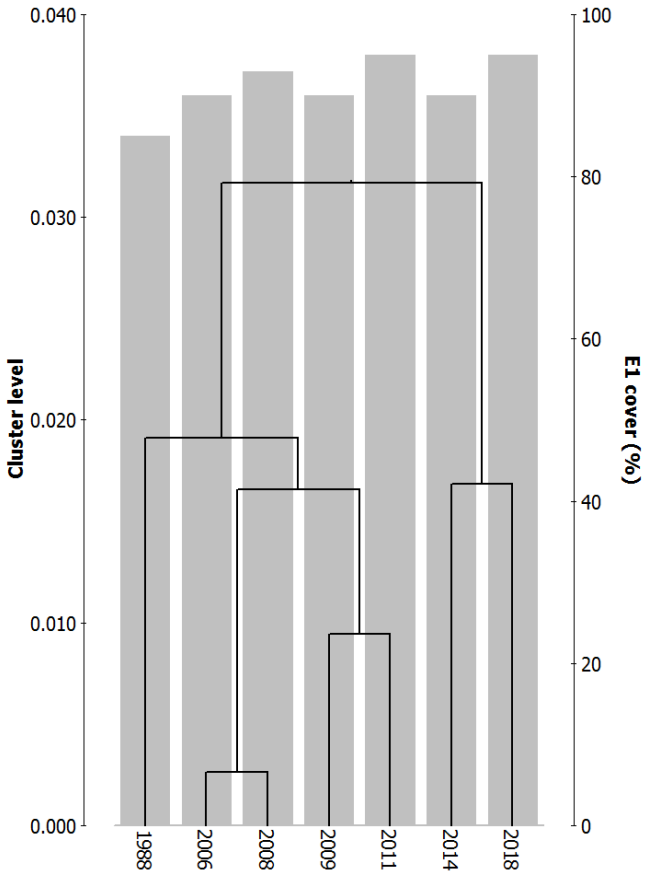
Zatímco v 90. letech byla na ploše vyvinuta dvě společenstva, která byla podmíněna rozdílnou vlhkostí půdy:

- v horní (sušší) části lokality byly významnější trávy *Calamagrostis villosa* a *Avenella flexuosa* a *Vaccinium myrtillus*
- ve spodní (vlhčí) části dominovaly *Athyrium distentifolium* a *Luzula sylvatica*

postupně docházelo k vyrovnávání druhového složení na obou částech lokality. Rozpad stromového patra neznamenal významnější vliv na složení rostlinného společenstva zvláště proto, že osluněnost byla v řídkém smrkovém porostu vysoká již před odumřením stromového patra. Významným faktorem stability společenstva bylo nenarušení půdního povrchu při nějaké asanační těžbě (ta na lokalitě ani v jejím širším okolí nikdy neproběhla).

K největší změně struktury společenstva došlo cca do 10 let od počátku rozpadu mateřského porostu (obr. 14). Změna spočívá především v rozrůstání *Athyrium distentifolium*.

Obr. 13. Plocha T (Trojmezí) v roce 2018
The plot T (Trojmezí) at 2018



Obr. 14. HSCA/Sq klasifikace fytocenologických snímků řazených podle roku zápisu na ploše T. Zpracovány pouze snímky ze sušší části lokality

The HSCA/Sq classification of relevés on plot T ordered according to year of sampling. Relevés from the dry part of the locality were processed

Transekt Plechý, Plocha P19

Obr. 15, Tabulka 8

Plocha představuje klimaxovou smrčinu na extrémním stanovišti s výrazně balvanitou půdou, kde v bylinném patře dominuje *Vaccinium myrtillus* doprovázená *V. vitis-idaea*.

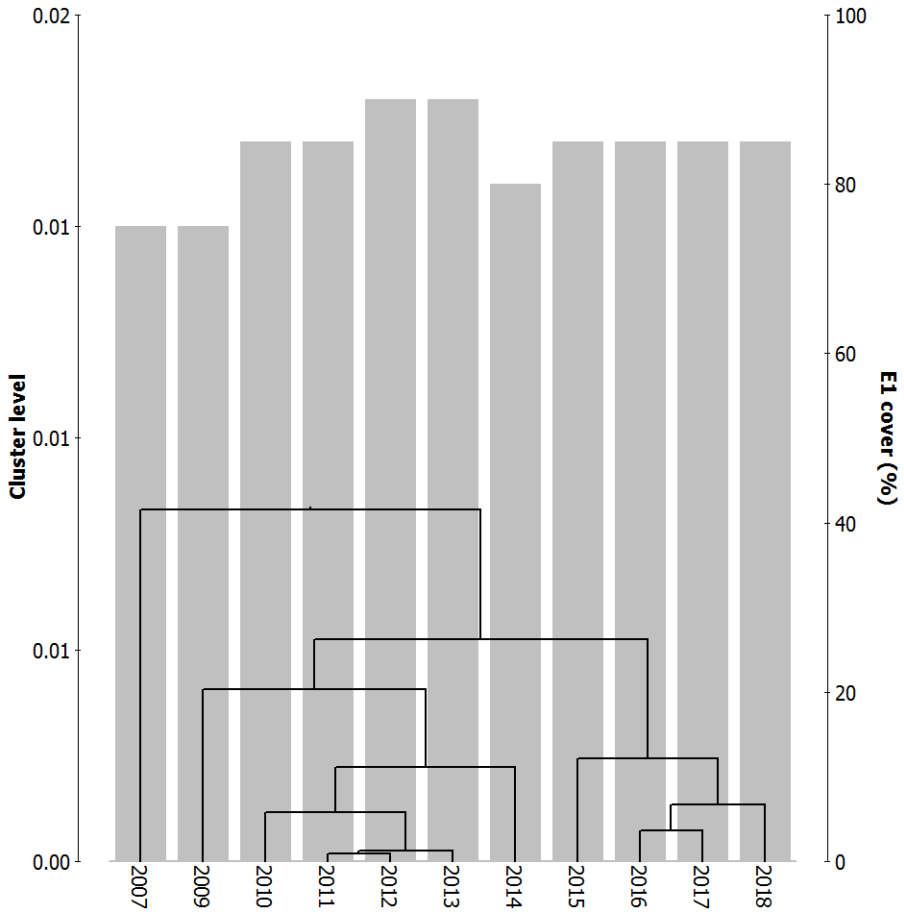
Od roku 1996 se zdravotní stav *Picea abies* nevýrazně zhoršoval. Rozpad stromového patra započal v roce 2007 a porost prakticky úplně odumřel v roce 2009. Dodnes však dokázalo na ploše přežít několik jedinců smrku (MATĚJKA 2010). Nyní je přítomna nesouvislá samovolná obnova, která je však zřejmě dostatečná pro zajištění další generace stromového patra.

Fytocenologické snímky od počátku sledování plochy uvádí MATĚJKA (2016). Zde jsou však vyhodnoceny pouze snímky od roku 2007, aby byly výsledky srovnatelné s ostatními plochami. Za tu dobu došlo pouze k malým změnám složení společenstva (obr. 16). Největší rozdíl je patrný v okamžiku rozpadu porostu, mezi roky 2007 a 2009. Otázkou však je, jednalo-li se o skutečnou změnu nebo byl rozdíl způsoben ve způsobu snímkování (do roku 2009 snímkování prováděl J. Viewegh z ČZU v Praze; vyhodnocení těchto dat viz VACEK ET AL. 2009). Za celou dobu sledování nedošlo k významnější změně druhové skladby, pouze některé druhy mírně měnily svou pokryvnost. V době regenerace porostu byla znatelná zvýšená přítomnost pasekových druhů *Epilobium angustifolium* a *Rubus idaeus*.

Pro dynamiku celého společenstva je významná populační dynamika drobných keříčků Vaccinium myrtillus. Tento druh je citlivý nejen na množství světla, ale též na případné

mechanické poškození, případně na výskyt listožravého hmyzu nebo na nepříznivý průběh počasí v příslušném roce (MATĚJKA 2015).

Obr. 15. Plocha P19 v blízkosti povodí Plešného jezera v roce 2018
The plot P19 near the Plešné Lake catchment at 2018



Obr. 16. HSCA/Sq klasifikace fytocenologických snímků řazených podle roku zápisu na ploše P19
The HSCA/Sq classification of relevés on plot P19 ordered according to year of sampling

Transekt Plechý, Plocha P20

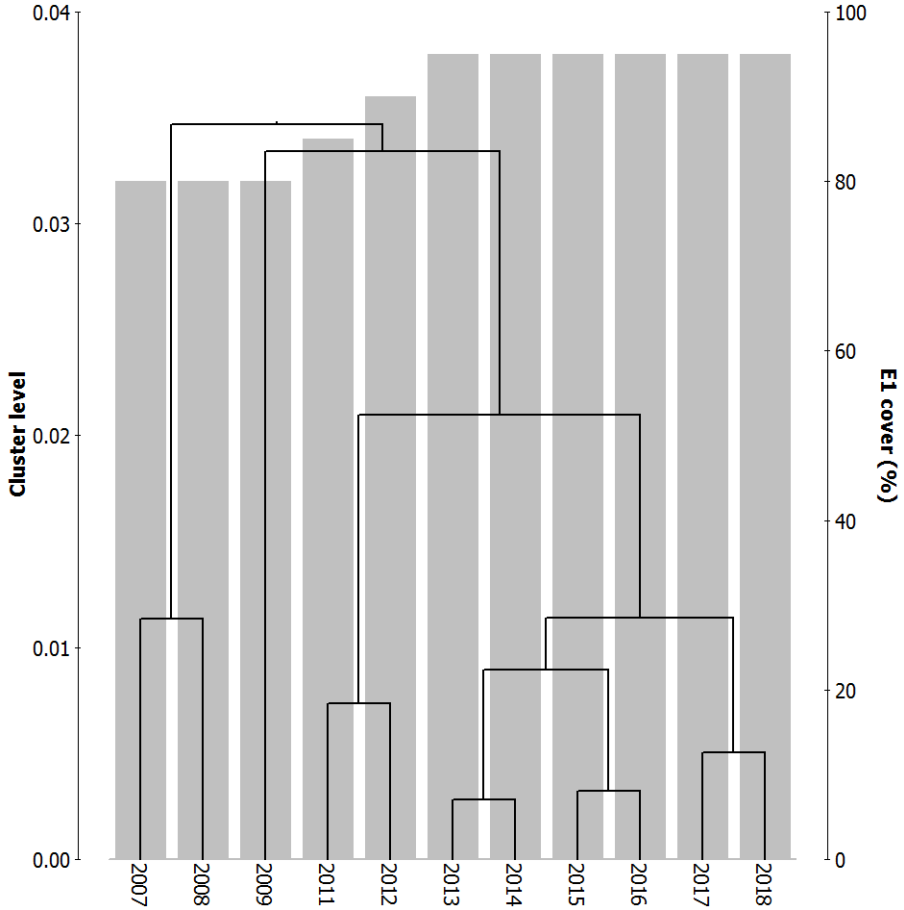
Obr. 17, Tabulka 9

Tato plocha představuje nejvýše položené šumavské klimaxové smrčiny.

Zdravotní stav *Picea abies* se na ploše P20 postupně zhoršoval od roku 1996 až do roku 2008, kdy došlo prakticky k úplnému odumření stromového patra (až na několik přežívajících jedinců) (MATĚJKA 2010). Od té doby nastává samovolná obnova, která je představována dosud nesouvislým keřovým patrem s dominantním smrkem.

Rozpad stromového patra se jen mírně projevil v druhovém složení patra bylinného. Disturbanční období nebylo delší než 5 let, od roku 2013 se charakter společenstva prakticky nemění (obr. 18). V těchto klimaticky nejdrsnějších podmínkách 8. LVS dochází ke zmlazení dřevin jen pomalu, většina nové populace smrku pravděpodobně na ploše rostla již v okamžiku rozpadu mateřského porostu.

Obr. 17. Plocha P20 v nejvyšší části povodí Plešného jezera v roce 2018
The plot P20 at top of the Plešné Lake catchment at 2018



Obr. 18. HSCA/Sq klasifikace fytocenologických snímků řazených podle roku zápisu na ploše P20
The HSCA/Sq classification of relevés on plot P20 ordered according to year of sampling

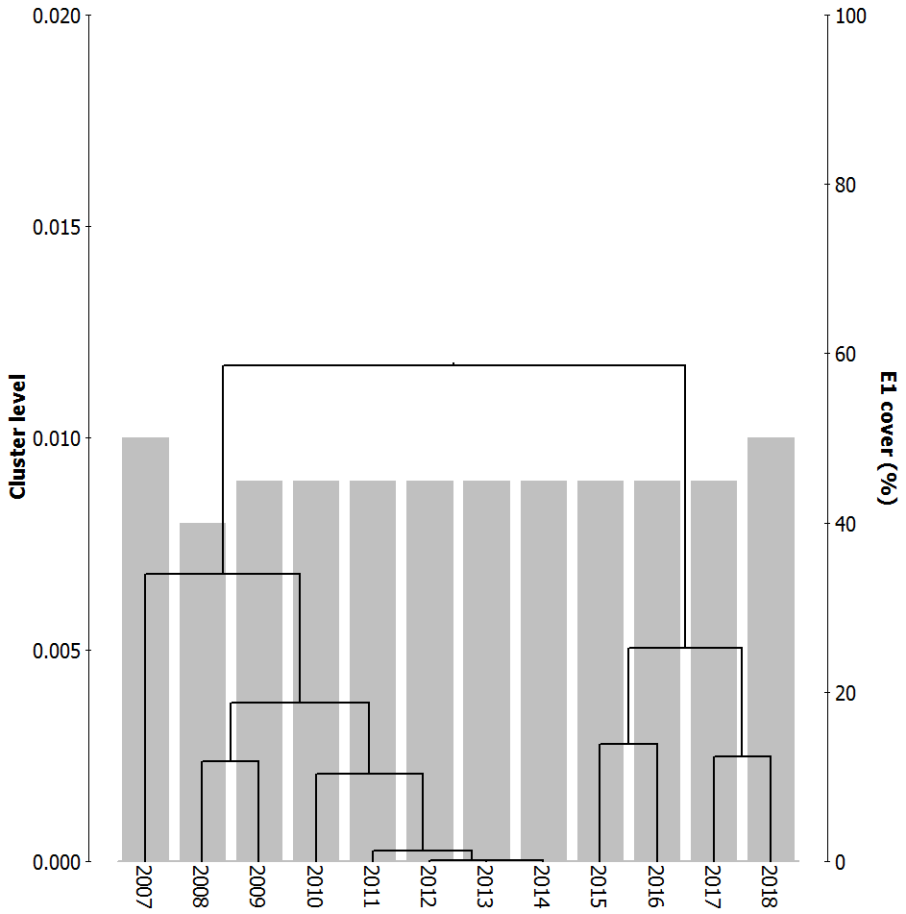
Povodí Čertova jezera, plocha C1

Obr. 19, Tabulka 10

Zápoj je narušen zpravidla jednou či několika menšími mezerami, které vznikly v minulosti po odumření jednotlivých stromů a/nebo v důsledku individuální (snad asanační) těžby. Mezi lety 2007 a 2008 došlo k mírnému poškození vegetace na ploše, kdy zde proběhla i slabá asanační těžba spojená s vyklízením dřeva. V této souvislosti došlo i k poškození půdního povrchu na části plochy. Tento faktor se projevil i v klasifikaci fytocenologických snímků, kdy sledované období je možno rozčlenit na etapy (obr. 20):

- 2007-2014 je obdobím od narušení vegetace a po její regeneraci.
- Následující období od roku 2015 je význačné akcelerací růstu zmlazení (zvýšení pokryvnosti keřového patra). V této době se rovněž zvýšila pokryvnost *Lycopodium annotinum*.

Obr. 19. Plocha C1 v povodí Čertova jezera v roce 2018
The plot C1 in the Čertovo Lake catchment at 2018



Obr. 20. HSCA/Sq klasifikace fytocenologických snímků řazených podle roku zápisu na ploše C1
The HSCA/Sq classification of relevés on plot C1 ordered according to year of sampling

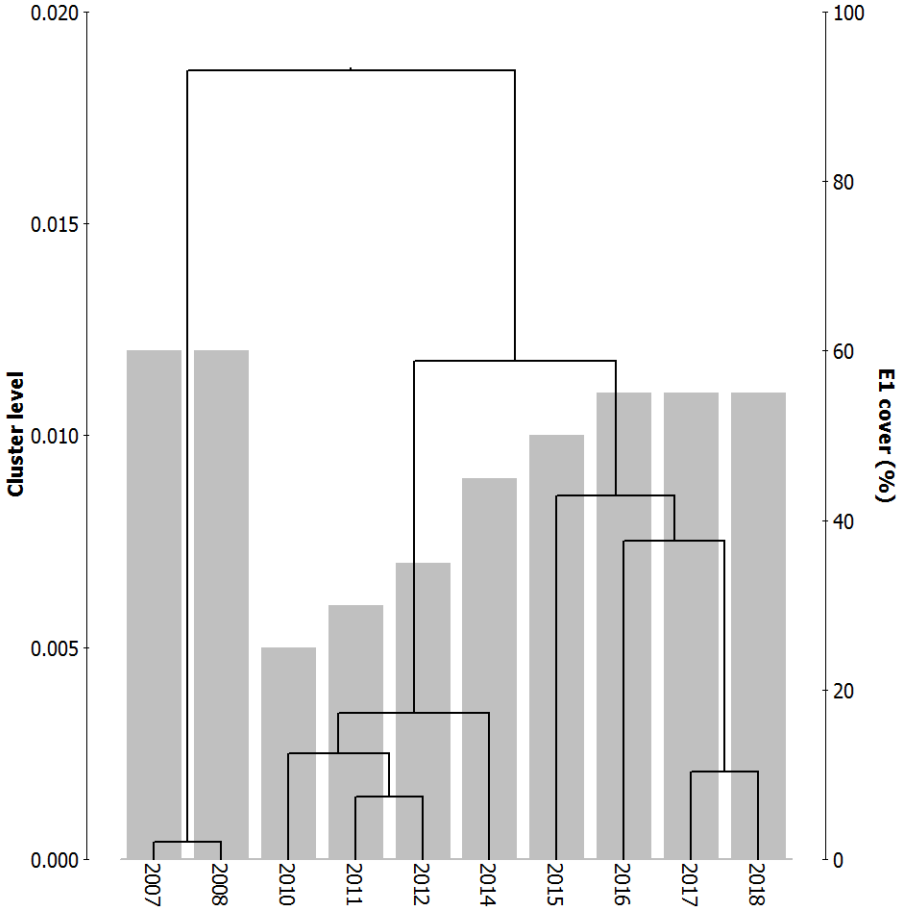
Povodí Čertova jezera, plocha C2

Obr. 21, Tabulka 11

Smíšený porost *Picea abies* - *Abies alba* - *Fagus sylvatica* je velmi heterogenní, obsahuje množství různě velkých světlin. Tento stav nastal zřejmě (případně byl prohlouben okolo let 2008-9, kdy došlo k poškození porostu, především z něj vypadlo několik jedinců smrku. Tato změna se projevuje i ve výsledcích klasifikace snímků, přestože rostlinné společenstvo je značně stabilní (obr. 22):

- Snímky z let 2007-2008 představují stav před narušením stromového patra nebo na jeho počátku.
- Od roku 2010 vidíme postupnou regeneraci společenstva po jeho náhlé změně, kdy došlo k výraznému snížení pokryvnosti bylinného patra zřejmě jako důsledek asanačního zásahu po vyklízení dřeva (v roce 2010 nebyly na ploše ani v jejím okolí patrné zvýšené zásoby rozkládajícího se dřeva). Ve zmlazení začíná odrůstat též *Abies alba*. Trávy *Avenella flexuosa* a *Calamagrostis villosa* mají nižší pokryvnost, naopak se zvyšuje pokryvnost *Lycopodium annotinum*.

Obr. 21. Plocha C2 v povodí Čertova jezera v roce 2018
The plot C2 in the Čertovo Lake catchment at 2018



Obr. 22. HSCA/Sq klasifikace fytocenologických snímků řazených podle roku zápisu na ploše C2
The HSCA/Sq classification of relevés on plot C2 ordered according to year of sampling

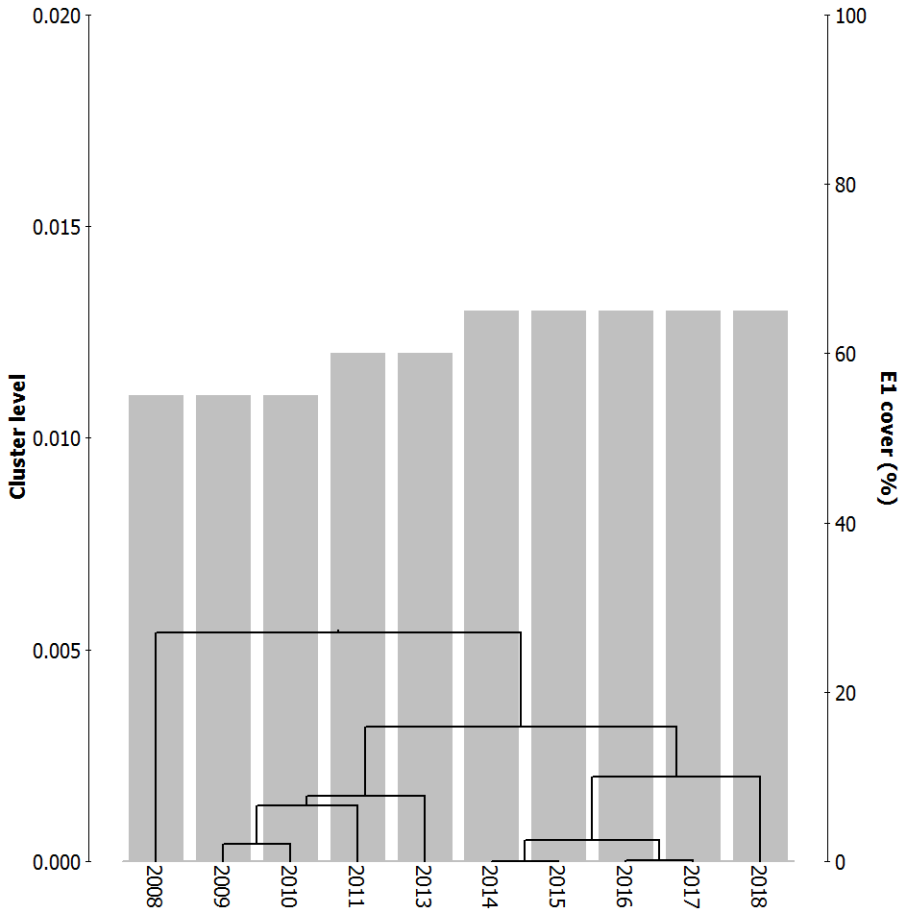
Povodí Čertova jezera, plocha C4

Obr. 23, Tabulka 12

Smíšený porost s převahou *Picea abies* je stabilní, přestože zde v historii občas došlo k odumření jednotlivých stromů, čehož důsledkem je přítomnost menších světlin v korunovém prostoru.

Rovněž stabilita druhového složení rostlinného společenstva je vysoká, což dokládá klasifikace fytocenologických snímků (obr. 24), na jejímž základě není možno rozlišit různé etapy vývoje společenstva v celém období 2008-2018.

Obr. 23. Plocha C4 v povodí Čertova jezera v roce 2018
The plot C4 in the Čertovo Lake catchment at 2018



Obr. 24. HSCA/Sq klasifikace fytocenologických snímků řazených podle roku zápisu na ploše C4
The HSCA/Sq classification of relevés on plot C4 ordered according to year of sampling

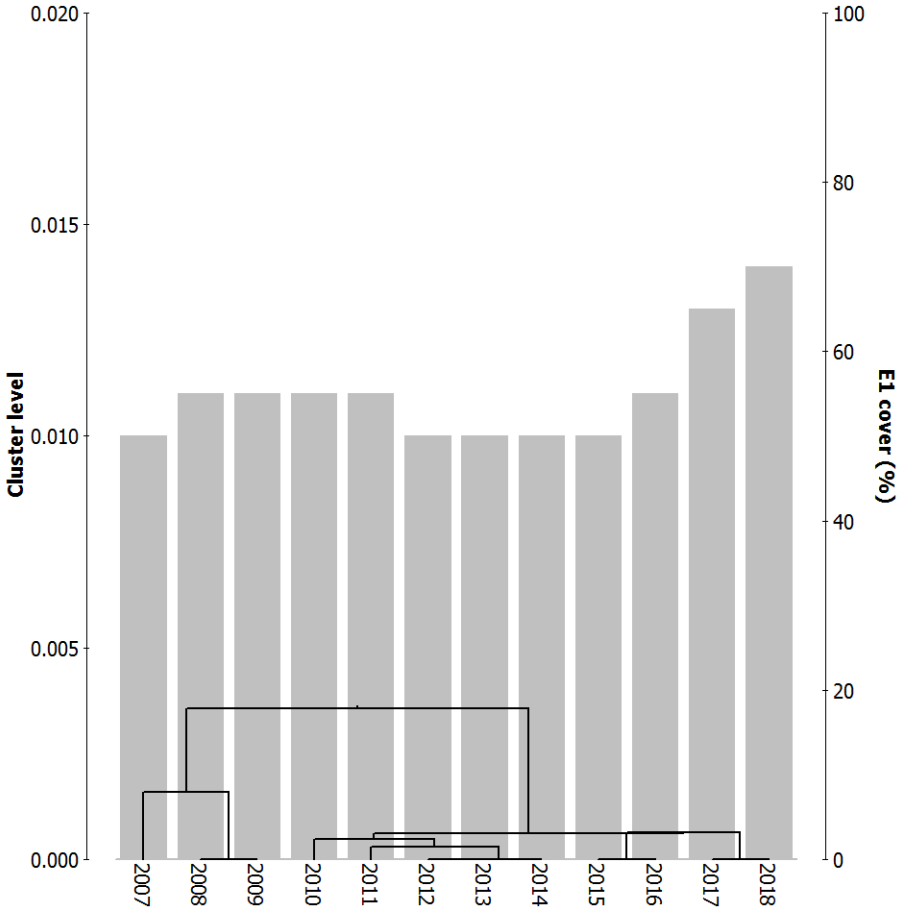
Povodí Čertova jezera, plocha CL

Obr. 25, Tabulka 13

Za celou dobu sledování plochy CL nedošlo k poškození stromového patra. Pro výskyt menších mezer v korunové vrstvě je však smrkový porost poměrně světlý.

Rovněž toto společenstvo je za celou dobu sledování stabilní a nemůžeme rozlišit etapy jeho vývoje (obr. 26). Pro dynamiku společenstva se jeví jako podstatná populační dynamika dominanty *Vaccinium myrtillus*. Pro tento druh bude pravděpodobně významný průběh počasí v jednotlivých letech. Příkladem může být silné poškození v roce 2012 jako důsledek výskytu pozdních mrazů.

Obr. 25. Plocha CL v povodí Čertova jezera v roce 2018
The plot CL in the Čertovo Lake catchment at 2018



Obr. 26. HSCA/Sq klasifikace fytocenologických snímků řazených podle roku zápisu na ploše CL
The HSCA/Sq classification of relevés on plot CL ordered according to year of sampling

Povodí Čertova jezera, plocha CU

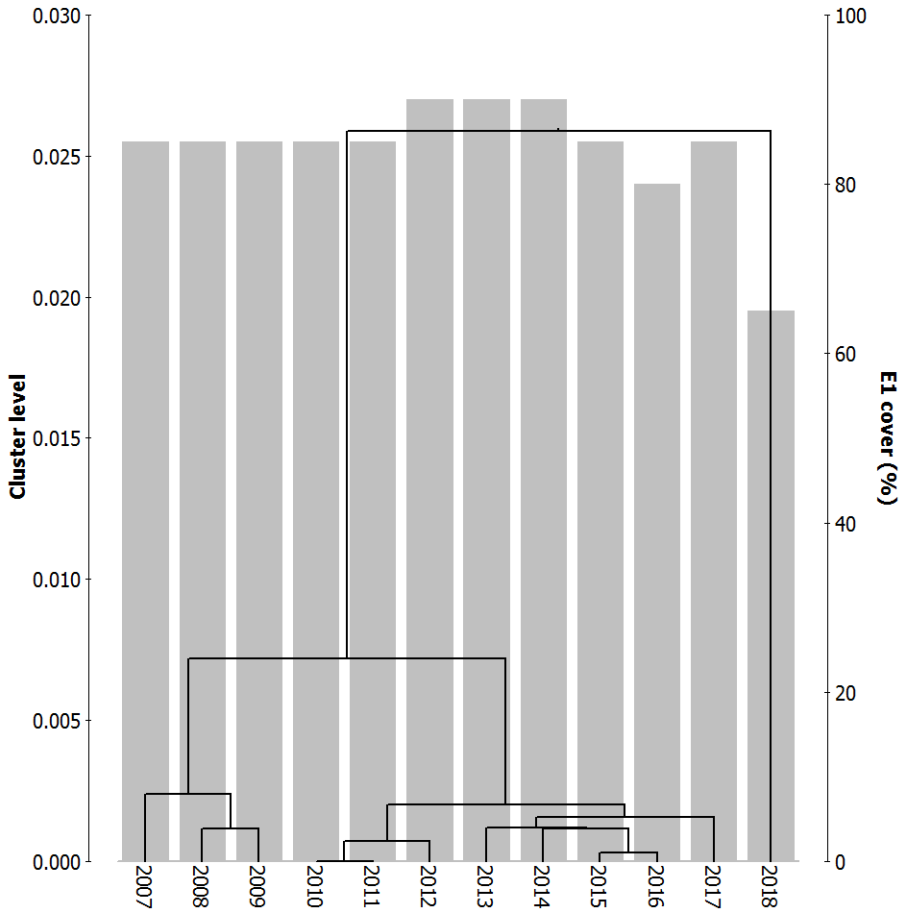
Obr. 27, Tabulka 14

Od roku 2014 bylo na ploše pozorováno poškození smrkového porostu, primárně v důsledku vlivu bořivých větrů, následně se zde vyskytoval lýkožrout smrkový, který byl systematicky v okolí i na vlastní ploše asanován. Větrná disturbance z 29. 10. 2017 spojená s cyklonou a bouří Herwart znamenala kompletní rozvrat porostu. V tento den byly naměřeny maximální nárazy větru o rychlosti 26,7 $m.s^{-1}$ na stanici Churáňov a 20,8 $m.s^{-1}$ na blízké vnitrozemské stanici Klatovy.

Až do roku 2017 bylo rostlinné společenstvo silně stabilní (obr. 28). Tím, jak se snižoval zápoj, postupně vznikala a odrůstala obnova dřevin, přičemž pravidelně se vyskytovaly relativně početně *Picea abies* a *Sorbus aucuparia*, zatím přechodný výskyt byl zaznamenán u *Betula pubescens*.

Společenstvo v roce 2018 má mírně odlišný charakter, což je zřejmě důsledkem náhlého celoplošného oslunění, ale i výskytem vývratů na celé ploše. Nicméně se zde vyskytují prakticky všechny druhy, které rostly v původním lese.

Obr. 27. Plocha CL v povodí Čertova jezera v roce 2018
The plot CL in the Čertovo Lake catchment at 2018



Obr. 28. HSCA/Sq klasifikace fytocenologických snímků řazených podle roku zápisu na ploše CU
The HSCA/Sq classification of relevés on plot CU ordered according to year of sampling

Závěr

V okolí Plešného jezera došlo po roce 2003 k velkoplošnému rozpadu stromového patra smrčin. Záhy nastala intenzivní obnova dřevin. V nižších polohách 6. a 7. LVS je jedná většinou o masivní zmlazení, které během krátké doby dosáhne plného zapojení, čímž dochází ke snížení množství světla v přízemní vrstvě a tak je omezována bylinná etáž. Ve vyšších polohách zůstávají nové porosty mezerovité, takže i struktura společenstev se mění pouze minimálně.

Tabulka 2. Variabilita druhového složení společenstev na jednotlivých sledovaných plochách vyjádřená koeficientem Sq.
Temporal variability of plant communities in selected permanent plots was evaluated by the Sq coefficient

A. Plešné jezero

Plocha	Sq
PJ1	0,0455
PJ2	0,0709
PJ3	0,0177
PJ4	0,0223
T	0,0317
P19	0,0083
P20	0,0347

B. Čertovo jezero

Plocha	Sq
C1	0,0117
C2	0,0186
C4	0,0054
CL	0,0036
CU	0,0259

Vývoj společenstev v povodí Plešného jezera je výrazně dynamičtější, což naznačují koeficienty Sq vyjadřující změnu druhového složení v průběhu celého období sledování (Tabulka 2). Tyto koeficienty popisují takzvanou temporální β-diversitu. Největší změny byly pozorovány na plochách PJ1 a PJ2. Tyto změny lze dát do souvislosti se změnami světelných poměrů v přízemní vrstvě (cf. MATĚJKA 2018b). Změny společenstev se tak odvíjejí zvláště od změny pokryvnosti jednotlivých etáží těchto společenstev (obr. 29).

Pouze na jediné ploše u Čerova jezera (plocha CU) došlo v roce 2017 k rozpadu mateřského porostu, takže poslední fytocenologický snímek ukazuje stav na čerstvě disturbované ploše, s čímž souvisí i výše temporální β-diversity podobná plochám u Plešného jezera.

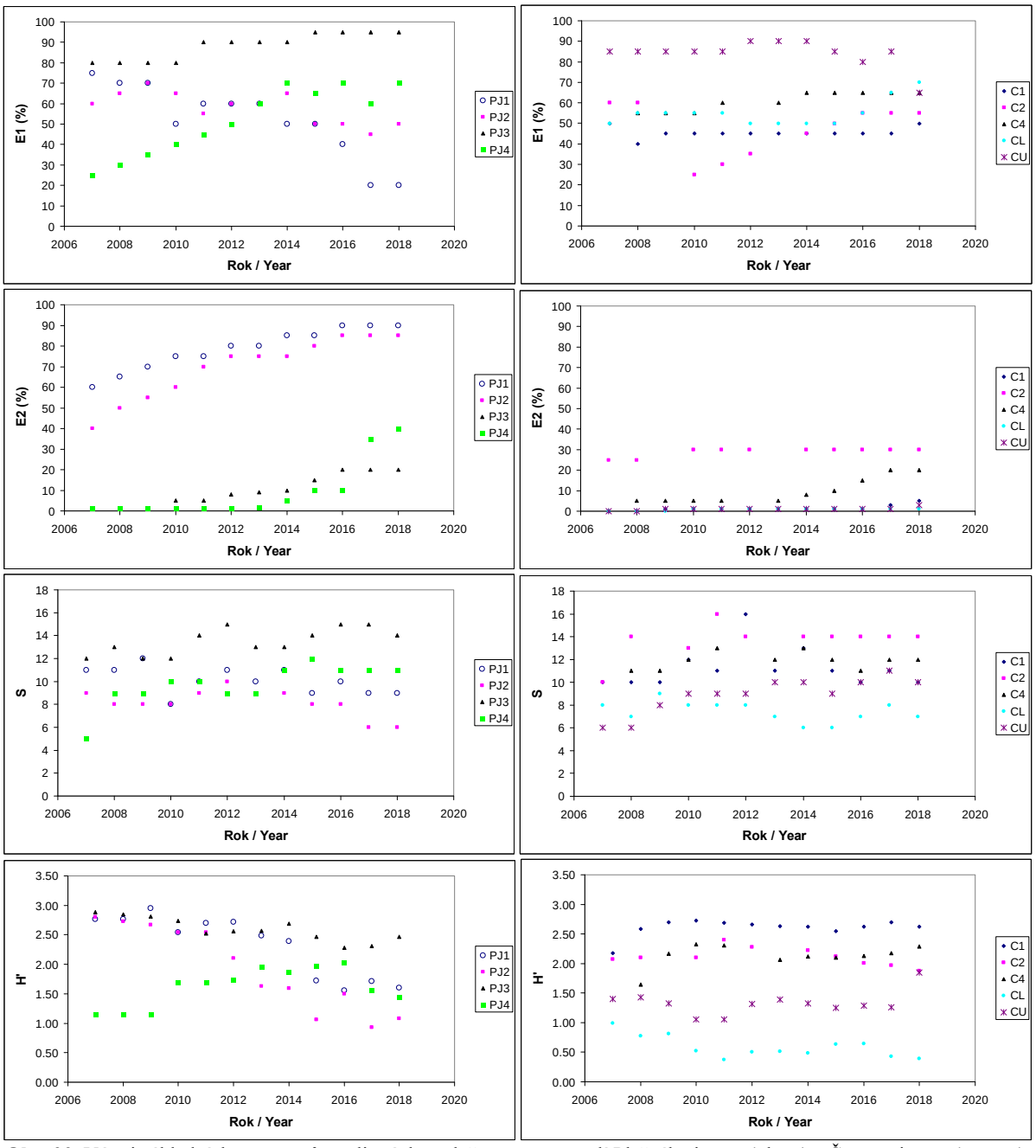
Základní výsledky lze shrnout následovně:

- Disturbance horských smrčin (7. a 8. LVS) probíhají velkoplošně a synchnonizovaně.
- Prvotní příčinou disturbance může být stres vyvolaný extrémním suchem a teplem, po němž následuje gradace lýkožrouta smrkového, jak tomu bylo v oblasti Plešného jezera od roku 2003. Obdobná situace v roce 1994 iniciovala rozpad smrčin na Modravsku (Kindlmann et al. 2012, MATĚJKA 2017b).
- Vítr může být sám příčinou disturbance (plocha CU) nebo může urychlit gradaci lýkožrouta.
- Plochy po asanační těžbě v 8. LVS jsou mnoho let po této těžbě plně osluněné. Nedojde-li k takové těžbě a aplikuje se bezzásahový management je dopadající sluneční záření sníženo průměrně o 8% (MATĚJKA 2018b).
- Rostlinná společenstva horských smrčin jsou značně druhově stabilní i v případě rozpadu stromového patra pokud nedojde k asanační těžbě.
- Změna regenerujícího společenstva nastává cca 7 až 9 let po rozpadu stromového patra v polohách 6. a 7. LVS. Tato změna je spojena se zvyšujícím se zastíněním půdního povrchu v důsledku kompletního krytí půdního povrchu rozrůstajícími se dřevinami, zvláště smrkem, který se stává dominantní a brzy přerůstá i takzvané pionýrské dřeviny (*Sorbus aucuparia*, *Betula pubescens*, případně další). V tomto případě biomasa bylinného patra může silně klesat oproti hodnotám před disturbancí.
- Obdobná změna společenstev v 8. LVS nenastává protože porost regenerujících dřevin zůstává stále silně mezerovitý, světelné podmínky při půdním povrchu nejsou výrazně omezeny. Výrazně nižší změna druhového složení regenerujícího společenstva je pozorovatelná 3 až 5 let po disturbanci. Vzhledem k tomu, že tato změna patrně souvisí i se snížením vlhkosti stanoviště, je možné, že se ní spolupodílí vyšší výskyt sucha ve střední Evropě. Biomasa bylinného patra se může zvyšovat (MATĚJKA 2015)

Odlišná dynamika porostů byla zjištěna v blízkém okolí na svěžích lokalitách v 7. LVS (MATĚJKA 2018c; plochy P17 a P18). Tam pozorovaná změna působí na přibližování charakteru společenstva ke společenstvům nižších vegetačních stupňů - snižuje se zastoupení *Picea abies* (ten je nahrazován zvláště *Fagus sylvatica*) a mírně se mění i druhové složení bylinného patra. Tyto změny mohou souviset s aktuálně probíhajícími klimatickými změnami.

Přestože se druhová struktura rostlinných společenstev příliš nemění, byl v povodí Plešného jezera pozorován určitý výkyv druhové bohatosti a diversity (obr. 29): celkově byly nejvyšší hodnoty zaznamenány přibližně v letech 2010 až 2014, poté opět dochází ke snížení těchto hodnot (snad s výjimkou plochy PJ4, kde k rozpadu původního porostu došlo později).

Problémem interpretace výše uvedených dat je krátká doba vývoje sledovaných ekosystémů. Výsledky lze tedy hodnotit pouze v rámci časového okna s rozpadem a časnou regenerací stromového patra.Otázkou tedy zůstává, jak hodnotit biodiversitu těchto stádií vývoje lesa v rámci celého vývojového cyklu (cf. HILMERS ET AL. 2018).



Obr. 29. Vývoj základních parametrů rostlinných společenstev v povodí Plešného jezera (vlevo) a Čertova jezera (vpravo): celková pokryvnost bylinného patra (E1), keřového patra (E2), druhová bohatost bylinného patra (S) a Shannon-Wienerův index druhové diversity (H')

Basic parameters of the plant communities in the catchments of Plešné Lake (left) and Čertovo Lake (right): total coverage of herb layer (E1), shrub layer (E2), species richness of herb layer (S) and Shannon-Wiener's index of species diversity of herb layer (H')

Literatura

BAČE R., JANDA P., SVOBODA M. (2009): Vliv mikrostanoviště a horního stromového patra na stav přirozené obnovy v horském smrkovém lese na Trojmezné. - Silva Gabreta, 15(1): 67-84

BÄSSLER C., MÜLLER J., SVOBODA M., LEPŠOVÁ A., HAHN C., HOLZER H., POUSKA V. (2012): Diversity of wood-decaying fungi under different disturbance regimes – a case study from spruce mountain forests. - Biodiversity and Conservation, 21(1): 33-49. DOI: 10.1007/s10531-011-0159-0

ČADA V., ŠANTRŮČKOVÁ H., ŠANTRŮČEK J., KUBIŠTOVÁ L., SEEDRE M., SVOBODA M. (2016): Complex Physiological Response of Norway Spruce to Atmospheric Pollution – Decreased Carbon Isotope Discrimination and Unchanged Tree Biomass Increment. - Frontiers in Plant Science, 7(805): 12pp. DOI: 10.3389/fpls.2016.00805

HÁJEK F., SVOBODA M. (2007): Vyhodnocení odumírání horského smrkového lesa na Trojmezné (NP Šumava) metodou automatizované klasifikace leteckých snímků. - Silva Gabreta, 13(1): 69-81

HILMERS T., FRIESS N., BÄSSLER C., HEURICH M., BRANDL R., PRETZSCH H., SEIDL R., MÜLLER J. (2018): Biodiversity along temperate forest succession. - Journal of Applied Ecology. DOI: 10.1111/1365-2664.13238

JANDA P., BAČE R., SVOBODA M., STARÝ M. (2010): Věková a prostorová struktura horského smrkového lesa v I. zóně „Trojmezná“ v NP Šumava. - Silva Gabreta, 16(1): 43-59

KAŇA J., ŠANTRŮČKOVÁ H., KOPÁČEK J., PEROUTKOVÁ M., MATĚJÍČKOVÁ I. (2014): Chemical and biochemical characteristics of soils in the catchments of Čertovo and Plešné lakes (Bohemian Forest) in 2010. - Silva Gabreta, 20(3): 97-127.

KAŇA J., TAHOVSKÁ K., KOPÁČEK J., ŠANTRŮČKOVÁ H. (2015): Excess of Organic Carbon in Mountain Spruce Forest Soils after Bark Beetle Outbreak Altered Microbial N Transformations and Mitigated N-Saturation. - PLoS ONE, 10(7): 19pp. DOI: 10.1371/journal.pone.0134165

KINDLMANN P., MATĚJKA K., DOLEŽAL P. (2012): Lesy Šumavy, lýkožrout a ochrana přírody. - Karolinum, Praha, 326p.

KOPÁČEK J., CUDLÍN P., SVOBODA M., CHMELÍKOVÁ E., KAŇA J., PICEK T. (2010): Composition of Norway spruce litter and foliage in atmospherically acidified and nitrogen-saturated Bohemian Forest stands, Czech Republic. - Boreal Env. Res., 15: 413-426

KOPÁČEK J., FLUKSOVÁ H., HEJZLAR J., KAŇA J., PORCAL P., TUREK J., ŽALOUDÍK J. (2013a): Chemistry of tributaries to Plešné and Čertovo lakes during 1998–2012. - Silva Gabreta, 19(3): 105-137

KOPÁČEK J., FLUKSOVÁ H., HEJZLAR J., KAŇA J., PORCAL P., TUREK J. (2017): Changes in surface water chemistry caused by natural forest dieback in an unmanaged mountain catchment. - Science of the Total Environment, 584: 971-981. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.01.148

KOPÁČEK J., FLUKSOVÁ H., KAŇA J., PORCAL P., TUREK J., ŽALOUDÍK J. (2013b): Chemical composition of atmospheric deposition in the catchments of Plešné and Čertovo lakes in 1998–2012. - Silva Gabreta, 19(1): 1-23

KOPÁČEK J., HEJZLAR J., PORCAL P. (2000): Seasonal patterns in chemistry of tributaries to Plešné and Čertovo Lakes in the 1998 hydrological year. - Silva Gabreta, 4: 105-116

KOPÁČEK J., HRUŠKA J. (2010): Reconstruction of acidic deposition in the catchments of Plešné and Čertovo lakes (the Bohemian Forest). - Silva Gabreta, 16(3): 149-163

KOPÁČEK J., STUCHLÍK E., VESELÝ J., SCHAUMBURG J., ANDERSON I.C., FOTT J., HEJZLAR J., VRBA J. (2002): Hysteresis in reversal of central European mountain lakes from atmospheric acidification. - Water, Air, and Soil Pollution: Focus, 2: 91-114

KOPÁČEK J., TUREK J., HEJZLAR J., PORCAL P. (2011): Bulk deposition and throughfall fluxes of elements in the Bohemian Forest (central Europe) from 1998 to 2009. - Boreal Env. Res., 16: 495-508

KOPÁČEK J., VRBA J. (2006): Integrated ecological research of catchment-lake ecosystems in the Bohemian Forest (Central Europe): A preface. - Biologia, Bratislava, 61/Suppl. 20: S363-S370. DOI: 10.2478/s11756-007-0078-4

KUBÁT K., HROUDA L., CHRTEK J. jun., KAPLAN Z., KIRSCHNER J., ŠTĚPÁNEK J. [eds.] (2002): Klíč k úplné květeně České republiky. - Academia, Praha. 927 p.

LEPŠOVÁ A., MATĚJKA K. (2009): Mykocenologický průzkum lesních ekosystémů na příkladu výškového transektu Plechý (Šumava). - Příroda, Praha, 28: 163–183.

MAJER V., COSBY B.J., KOPÁČEK J., VESELÝ J. (2003): Modelling reversibility of Central European mountain lakes from acidification: Part I - the Bohemian forest. - Hydrology and Earth System Sciences, 7(4): 494-509

MATĚJKA K. (1993): Hierarchical semi-cluster analysis (HSCA): a new method of gradient analysis. - Ekológia Bratislava, 12: 131-152.

MATĚJKA K. (2000): Rozbor poškození smrkového porostu na lokalitě Trojmezí v Národním parku Šumava. In: Podrázský V. et al., Monitoring, výzkum a management ekosystémů Národního parku Šumava. Sborník z celostátní konference. Kostelec nad Černými lesy, 27. a 28. listopadu 2000. - Praha: ČZU, Lesnická fakulta. pp. 79-85.

MATĚJKA K. (2008a): Základní charakteristiky trvalých výzkumných ploch v oblasti Šumavy (aktualizováno 24. 9. 2018). - URL: https://www.infodatasys.cz/sumava/tvp.pdf

MATĚJKA K. (2008b): Vývoj lesního ekosystému v oblasti Trojmezí (Šumava) – IDS, Praha, 6p. URL: https://www.infodatasys.cz/sumava/trojmezi.pdf

MATĚJKA K. (2009): Assessment of tree layer biomass and structure using aerial photos in lake catchments of the Šumava Mts. - Journal of Forest Science, 55(2): 63-74. DOI: 10.17221/95/2008-JFS

MATĚJKA K. (2015): Disturbance-induced changes in the plant biomass in forests near Plešné and Čertovo Lakes. - Journal of Forest Science, 61: 156-168. DOI: 10.17221/109/2014-JFS

MATĚJKA K. (2016): Sledování vegetace v povodí Plešného a Čertova jezera do roku 2016. - URL: https://www.infodatasys.cz/proj002/results2016.pdf

MATĚJKA K. (2017a): Vývoj teplot a srážek v ČR od roku 1961. - URL: https://www.infodatasys.cz/climate/KlimaCR1961.htm

MATĚJKA K. (2017b): Sucho na stanici Churáňov od roku 1962. - URL: https://www.infodatasys.cz/sumava/sucho-churanov.htm

MATĚJKA K. (2018a): Nápověda k programu DBreleve. Databáze fytocenologických snímků, verze 2.5. - URL: http://www.infodatasys.cz/software/hlp_dbreleve/dbreleve.htm

MATĚJKA K. (2018b): Struktura stromového patra a světelné poměry v porostech na výzkumných plochách. - URL: https://www.infodatasys.cz/proj008/DemObjects_HF2018.pdf

MATĚJKA K. (2018c): Lesy výškového transektu na Plechém (Šumava) po deseti letech. - URL: https://www.infodatasys.cz/sumava/Plechy_2018.pdf

MATĚJKA K., STARÝ J. (2009): Differences in top-soil features between beech-mixture and Norway spruce forests of the Šumava Mts. - Journal of Forest Science, 55(12): 540-555. DOI: 10.17221/63/2009-JFS

MATĚJKA K., STARÝ K., BOHÁČ J., LEPŠOVÁ A., ŠPULÁK O. (2016): Ukázkové a výzkumné plochy pro sledování vlivu managementu v lesích chráněných území. - URL: https://www.infodatasys.cz/BiodivLes/Demoobjects.pdf

OULEHLE F., CHUMAN T., HRUŠKA J., KRÁM P., MCDOWELL W.H., MYŠKA O., NAVRÁTIL T., TESAŘ M. (2017): Recovery from acidification alters concentrations and fluxes of solutes from Czech catchments. - Biogeochemistry, 132(3): 251-272. DOI: 10.1007/s10533-017-0298-9

OULEHLE F., WRIGHT R.F., SVOBODA M., BAČE R., MATĚJKA K., KAŇA J., HRUŠKA J., RAOUL-MARIE COUTURE R.-M., KOPÁČEK J. (2018): Effects of Bark Beetle Disturbance on Soil Nutrient Retention and Lake Chemistry in Glacial Catchment. - Ecosystems. DOI: 10.1007/s10021-018-0298-1

ŠANTRŮČKOVÁ H., ŠANTRŮČEK J., ŠETLÍK J., SVOBODA M., KOPÁČEK J. (2007): Carbon Isotopes in Tree Rings of Norway Spruce Exposed to Atmospheric Pollution. - Environmental Science & Technology, 41: 5778-5782. DOI: 10.1021/es070011t

ŠANTRŮČKOVÁ H., VRBA J., PICEK T., KOPÁČEK J. (2004): Soil biochemical activity and phosphorus transformations and losses from acidified forest soils. - Soil Biology & Biochemistry, 36: 1569-1576. DOI: 10.1016/j.soilbio.2004.07.015

SVOBODA M. (2003): Biological activity, nitrogen dynamics, and chemical characteristics of forest soils in the Šumava National Park. - Journal of Forest Science, 49(7): 302-312

SVOBODA M., FRAVER S., JANDA P., BAČE R., ZENÁHLÍKOVÁ J. (2010): Natural development and regeneration of a Central European montane spruce forest. - Forest Ecology and Management, 260: 707-714. DOI: 10.1016/j.foreco.2010.05.027

SVOBODA M., JANDA P., NAGEL T.A., FRAVER S., REJZEK J., BAČE R. (2012): Disturbance history of an old-growth sub-alpine Picea abies stand in the Bohemian Forest, Czech Republic. - Journal of Vegetation Science, 23: 86-97 DOI: 10.1111/j.1654-1103.2011.01329.x

SVOBODA M., KOPÁČEK J., MATĚJKA K., PODRÁZSKÝ V., SLÁDKOVÁ L. (2006): Carbon pools in mountain Norway spruce ecosystem in the Bohemian Forest (Czech Republic). - Lesnícky časopis-Forestry Journal, 52: 79-87.

SVOBODA M., MATĚJKA K., KOPÁČEK J., ŽALOUDÍK J. (2006a): Estimation of tree biomass of Norway spruce forest in the Plešné Lake catchment, the Bohemian Forest. - Biologia, Bratislava, 61(Suppl. 20): S523-S532. DOI: 10.2478/s11756-007-0075-7

SVOBODA M., MATĚJKA K., KOPÁČEK J. (2006b): Biomass and element pools of understory vegetation in the catchments of Čertovo Lake and Plešné Lake in the Bohemian Forest. - Biologia, Bratislava, 61(Suppl. 20): S509-S521. DOI: 10.2478/s11756-007-0074-8

SVOBODA M., MATĚJKA K., KOPÁČEK J. (2006c): Biomass and element pools of selected spruce trees in the catchments of Plešné and Čertovo Lakes in the Šumava Mts. - Journal of Forest Science, 52(10): 482-495. DOI 10.17221/4529-JFS

SVOBODA M., MATĚJKA K., KOPÁČEK J. (2006d): Biomass and element pools of herb layer in the catchments of the Čertovo and Plešné Lakes in Šumava Mts. - preliminary results. In: Jurásek A., Novák J., Slodičák M. (Eds.), Stabilisation of forest functions in biotopes disturbed by anthropogenic activity. - VÚLHM VS Opočno, pp. 505-513.

SVOBODA M., POUSKA V. (2008): Structure of a Central-European mountain spruce old-growth forest with respect to historical development. - Forest Ecology and Management, 255: 2177-2188. DOI: 10.1016/j.foreco.2007.12.031

TUREK J., FLUKSOVÁ H., HEJZLAR J., KOPÁČEK J., PORCAL P. (2014): Modelling air temperature in catchments of Čertovo and Plešné lakes in the Bohemian Forest back to 1781. - Silva Gabreta, 20(1): 1-24

VACEK S., KREJČÍ F., MATĚJKA K., PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., ULBRICHOVÁ I., ZATLOUKAL V., SIMON J., MINX T., JANKOVSKÝ L., TURČÁNI M., LEPŠOVÁ A., STARÝ J., VIEWEGH J., BEDNAŘÍK J., MALÍK K., BÍLEK L., ŠTÍCHA V., SEMELOVÁ V., VOKOUN J., MIKESKA M., PRAUSOVÁ R., EŠNEROVÁ J., MÁNEK J., KUČERA A., VOJTĚCH O., JAKUŠ R., KOZEL J., MALÍK V., VOJTÍŠEK R., BALÁŠ M. (2009): Lesní ekosystémy v Národním parku Šumava a jejich management. Druhé, aktualizované vydání - Lesnická Práce, Kostelec nad Černými Lesy, 512 p.

VACEK S., MATĚJKA K., MAYOVÁ J., PODRÁZSKÝ V. (2003): Dynamics of health status of forest stands on research plots in the Šumava National Park. - Journal of Forest Science, 49(7): 333-347. DOI: 10.17221/4708-JFS

VACEK S., PODRÁZSKÝ V., MATĚJKA K. (2005): Vývoj zdravotního stavu lesních porostů a jeho predikce na výzkumných plochách na Šumavě. In: Neuhöferová P. (Ed.), Sledování dynamiky obnovy lesa v oblasti postižené kůrovcem v Národním parku Šumava. - Česká zemědělská univerzita, Praha, pp. 87-106.

VACEK S., PODRÁZSKÝ V., MATĚJKA K. (2006): Dynamics of the health status of forest stands and its prediction on research plots in the Šumava Mts. - Journal of Forest Science, 52(10): 457–473. DOI 10.17221/4527-JFS

VRBA J., KOPÁČEK J., ČTVRTLÍKOVÁ M., ZNACHOR P. (2016): Brief history of long-term ecological research into aquatic ecosystems and their catchments in the Czech Republic. Part II: Glacial lakes. - Biology Centre of the Czech Academy of Sciences, v.v.i., Institute of Hydrobiology, České Budějovice, 32pp.

VRBA J., KOPÁČEK J., FOTT J. (2000): Long-term limnological research of the Bohemian Forest lakes and their recent status. - Silva Gabreta, 4: 7-28

VRBA J., KOPÁČEK J., FOTT J., KOHOUT L., NEDBALOVÁ L., PRAŽÁKOVÁ M., SOLDÁN T., SCHAUMBURG J. (2003): Long-term studies (1871-2000) on acidification and recovery of lakes in the Bohemian Forest (central Europe). - The Science of the Total Environment, 310: 73-85

VRBA J., KOPÁČEK J., TAHOVSKÁ K., ŠANTRŮČKOVÁ H. (2015): Long-term ecological research of glacial lakes in the Bohemian Forest and their catchments. - Silva Gabreta, 21(1): 53-71

ZENÁHLÍKOVÁ J., SVOBODA M., WILD J. (2011): Stav a vývoj přirozené obnovy před a jeden rok po odumření stromového patra v horském smrkovém lese na Trojmezné v Národním parku Šumava. - Silva Gabreta, 17(1): 37-54

Tabulka 3. Fytocenologické snímky z plochy PJ1 v povodí Plešného jezera. Plocha snímku 400 m^2.
Phytocoenological relevés in the Plešné Lake catchment's plot PJ1. Area 400 m^2 in size.

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Snímek / Relevé	106/07	107/08	111/09	52/10	22/11	22/12	1/13	12/14	78/15	1/16	8/17	53/18
Datum / Date	15.8. 2007	30.7. 2008	10.8. 2009	16.8. 2010	10.8. 2011	15.8. 2012	1.8. 2013	17.7. 2014	6.8. 2015	26.7. 2016	7.8. 2017	25.7. 2018
Pokryvnost E_3 / Cover E_3	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	10
Pokryvnost E_2 / Cover E_2	60	65	70	75	75	80	80	85	85	90	90	90
Pokryvnost E_1 / Cover E_1	75	70	70	50	60	60	60	50	50	40	20	20
Pokryvnost E_0 / Cover E_0	10	10	10	10	20	20	25	25	25	25	30	30
E_3:												
Abies alba									5%	5%	5%	5%
Fagus sylvatica											+	5%
Picea abies	D	D	D	D	D	D	D		35%	35%	35%	45%
Sorbus aucuparia									60%	60%	60%	45%
E_2:												
Abies alba	+	+	+	5%	2%	2%	1%	1%				
Betula pubescens							r	1%	1%	1%	1%	1%
Fagus sylvatica	10%	10%	10%	5%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Picea abies	45%	45%	40%	40%	36%	37%	48%	48%	48%	55%	60%	65%
Sorbus aucuparia	45%	45%	50%	50%	60%	60%	50%	49%	50%	43%	38%	33%
E_1:												
Avenella flexuosa	+-1	+	+	+								
Betula pubescens					r	r		r	r	r	r	r
Calamagrostis villosa	+-1	1	1	1	1	1	1	1	1	+		
Dryopteris dilatata	1-2	1	1	1	1-2	1	+	+	+	+	+	+
Fagus sylvatica			1			r	r	r	r	+	+	+
Maianthemum bifolium	+	+	+		r	r	r	r		r	(r)	(r)
Mycelis muralis	+											
Oxalis acetosella	2-3	2	2	1	1	1	1	+-1	+	+	+	+
Picea abies	2	2	2	2-3	2	2	2	2	3	3	2	2
Prenanthes purpurea	+	+	+		r	+	+	+	+	+	(r)	(r)
Rubus idaeus	1	1-2	1-2	1	1-2	1-2	1-2	1				

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Solidago virgaurea		r	r									
Sorbus aucuparia	2	2	1-2	1-2	2	1	1	1	1	1	1	+-1
Vaccinium myrtillus	2	2	1-2	1-2	1-2	1-2	2	2	2	2	2	2

Poznámka:
2007 - E_3 mrtvé
2009 - asanace mrtvého dřeva (rozřezání)
2014 - E_2 již začíná přecházet v E_3

Tabulka 4. Fytocenologické snímky z plochy PJ2 v povodí Plešného jezera. Plocha snímku 400 m^2.
Phytocoenological relevés in the Plešné Lake catchment's plot PJ2. Area 400 m^2 in size.

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Snímek / Relevé	107/07	108/08	112/09	53/10	23/11	23/12	2/13	13/14	79/15	2/16	9/17	54/18
Datum / Date	15.8. 2007	30.7. 2008	10.8. 2009	16.8. 2010	10.8. 2011	15.8. 2012	1.8. 2013	17.7. 2014	6.8. 2015	26.7. 2016	7.8. 2017	25.7. 2018
Pokryvnost E_3 / Cover E_3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	5	5
Pokryvnost E_2 / Cover E_2	40	50	55	60	70	75	75	75	80	85	85	85
Pokryvnost E_1 / Cover E_1	60	65	70	65	55	60	60	65	50	50	45	50
Pokryvnost E_0 / Cover E_0	30	25	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25
E_3:												
Betula pendula									5%	5%	5%	2%
Picea abies	D	D							80%	80%	80%	90%
Sorbus aucuparia									15%	15%	15%	8%
E_2:												
Betula pendula	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%				
Picea abies	65%	68%	68%	68%	70%	72%	73%	75%	77%	77%	85%	85%
Sorbus aucuparia	33%	30%	30%	30%	28%	26%	25%	23%	23%	23%	15%	15%
E_1:												
Calamagrostis villosa	1-2	2	1-2	1	1	+	r	+	+	+-1		
Dryopteris dilatata	2	2	2	2	2	2	2	1-2	1	1	+	1
Epilobium angustifolium	2-3	2	2	2	1-2	1	+	+	r	+	r	r
Luzula sylvatica						(r)						
Oxalis acetosella	1	+	+	+	+	r	r	r				
Picea abies	2-3	2-3	2	2	2	2	1	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2
Prenanthes purpurea	+				+	+	+	r	r	r	r	r
Rubus idaeus	1-2	2	2	2	1-2	1	+-1	1	+	r		
Sorbus aucuparia	1	1	+-1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Vaccinium myrtillus	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	3	3	3-4	4	3	3	3-4

Tabulka 5. Fytocenologické snímky z plochy PJ3 v povodí Plešného jezera. Plocha snímku 400 m^2.
Phytocoenological relevés in the Plešné Lake catchment's plot PJ3. Area 400 m^2 in size.

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Snímek / Relevé	108/07	109/08	113/09	54/10	24/11	24/12	3/13	14/14	80/15	3/16	10/17	55/18
Datum / Date	15.8. 2007	30.7. 2008	10.8. 2009	16.8. 2010	10.8. 2011	15.8. 2012	1.8. 2013	17.7. 2014	6.8. 2015	26.7. 2016	7.8. 2017	25.7. 2018
Pokryvnost E_3 / Cover E_3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pokryvnost E_2 / Cover E_2	0.5	0.5	1	5	5	8	9	10	15	20	20	20
Pokryvnost E_1 / Cover E_1	80	80	80	80	90	90	90	90	95	95	95	95
Pokryvnost E_0 / Cover E_0	15	18	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
E_3:												
Picea abies	+	D	D	D	D	D	D	D				
E_2:												
Betula pubescens							r				r	+
Picea abies	50%	50%	60%	55%	55%	55%	60%	70%	75%	80%	75%	75%
Populus tremula					r						r	+
Sorbus aucuparia	50%	50%	40%	45%	45%	45%	40%	30%	25%	20%	25%	25%
E_1:												
Athyrium distentifolium						+	+	1	1	+	+	+
Avenella flexuosa	2-3	2-3	2-3	3	3	3	3	3	3-4	3-4	3-4	3
Betula pubescens	r	r			r	r					r	
Blechnum spicant												r
Calamagrostis villosa	2	2	2-3	2-3	2	1-2	1-2	2	2	2	2	2
Carex canescens					r	r						
Dryopteris dilatata	1-2	1-2	1-2	1-2	1	1	1	1	+-1	+-1	+	+-1
Epilobium angustifolium	+	+	+	r	r	+	r	r	+	r	r	+
Fagus sylvatica										r		
Homogyne alpina	+-1	+-1	+-1	1	+	+	+	+	r	+	+	+
Luzula sylvatica	2	1-2	1	1	+-1	+-1	+-1	1	1	1	1	+
Oxalis acetosella	+	+	+	r	+	+	r	r	r	r	r	r
Picea abies	+-1	+	+-1	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2
Populus tremula									r	r		
Rubus idaeus		+	+	+	+	+	+-1	+-1	+-1	+-1	+	+-1

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Sorbus aucuparia	1-2	1-2	1-2	1	1	1	1	+-1	1	+-1	1	1
Trientalis europaea	+-1	+-1	+-1	+-1	+	+	+	+	+	+	+	+
Vaccinium myrtillus	2	2	1-2	1-2	2	2	2	1-2	1	1	2	2-3
Vaccinium vitis-idaea											r	

Poznámka:
2011 - Polámané a popadané souše leží na půdním povrchu

Tabulka 6. Fytocenologické snímky z plochy PJ4 v povodí Plešného jezera. Plocha snímku 400 m^2.
Phytocoenological relevés in the Plešné Lake catchment's plot PJ4. Area 400 m^2 in size.

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Snímek / Relevé	109/07	110/08	114/09	55/10	25/11	25/12	4/13	20/14	83/15	6/16	14/17	56/18
Datum / Date	15.8. 2007	30.7. 2008	10.8. 2009	16.8. 2010	10.8. 2011	15.8. 2012	1.8. 2013	8.8. 2014	17.8. 2015	26.7. 2016	7.8. 2017	26.7. 2018
Pokryvnost E_3 / Cover E_3	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pokryvnost E_2 / Cover E_2	1	1	1	1	1	1	2	5	10	10	35	40
Pokryvnost E_1 / Cover E_1	25	30	35	40	45	50	60	70	65	70	60	70
Pokryvnost E_0 / Cover E_0	60	60	60	60	70	70	50	60	60	60	60	60
E_3:												
Picea abies	100%	D	D	D	D	D	D	D	D			
E_2:												
Betula pubescens						r	r	40%	45%	45%	40%	40%
Picea abies		+	+	+	+	+	+	30%	25%	25%	30%	35%
Sorbus aucuparia	r	r	r	+	+	+	+	30%	30%	30%	30%	25%
E_1:												
Avenella flexuosa	1	+-1	+	+	+	+	+	+	+-1	+-1	r	r-+
Betula pubescens		r	r	+	+-1	1	1	1	1	1	+-1	+
Calamagrostis villosa									r	r	r	r
Carex canescens								r	r			
Dryopteris dilatata	+	+	+	+-1	+	+	+	+-1	+-1	1	+	+
Epilobium angustifolium		+	+	1-2	1-2	2	2	1	1-2	1	+	1
Fagus sylvatica		r										
Larix decidua									r	r	r	r
Picea abies	+	1	1	1-2	1-2	1-2	2	2	2	2	2	2
Populus tremula								r				
Rubus idaeus			r	+	+	+	+	+	+	+-1	+-1	+
Senecio ovatus				r	r							
Sorbus aucuparia		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+-1	+
Vaccinium myrtillus	2	3	3	3-4	3-4	3-4	3	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4
Vaccinium vitis-idaea	+	+	+-1	+-1	+-1	+	+	+-1	+	+	+	+

Poznámka:
2010 - probíhá intenzivní opad drobných větví z odumřelého smrku
2011 - výrazné lámání vrcholů suchých stromů, množství hrubého i jemného dřeva na půdním povrchu
2013 - extrémní množství polámaného dřeva na půdním povrchu
2016 - většina souší je již zlomených

Tabulka 7. Fytocenologické snímky z plochy T (Trojmezí). Plocha snímku 500 m^2. Snímky v bílých sloupcích použity pro klasifikaci (obr. 14)
Phytocoenological relevés in the plot T (Trojmezí). Area 500 m^2 in size. Only relevés in white columns were classified (Fig. 14)

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Snímek / Relevé		15/06	16/06	117/08	118/08	66/09	67/09	26/11	27/11	20/14	52/18
Datum / Date	30.6. 1988	29.9. 2006	29.9. 2006	25.8. 2008	25.8. 2008	20.7. 2009	20.7. 2009	10.8. 2011	10.8. 2011	8.9. 2014	25.7. 2018
Pokryvnost E_3 / Cover E_3	60	40	35	0	0	0	0	0	0	0	0
Pokryvnost E_2 / Cover E_2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.1	0.5
Pokryvnost E_1 / Cover E_1	85	90	95	93	96	90	95	95	95	90	95
Pokryvnost E_0 / Cover E_0	30	30	30	30	30	15	7	15	10	20	20
Poznámka / Comment		UP	LP	UP	LP	UP	LP	UP|	LP	C	C
E3:											
Picea abies	100	100	100	D	D	D	D	D	D	D	
E2:											
Picea abies							r		r	r	r
E1:											
Athyrium distentifolium	2	2	3	2	2-3	1	2	2	2	2-3	3
Avenella flexuosa	3	3	2-3	3	2-3	2	1-2	2	1-2	2-3	2
Betula pubescens								r			
Calamagrostis villosa	2	3	2-3	3	3	2	2	2-3	2-3	2	3-4
Carex canescens						r	r-+	r	r-+	r	r
Dryopteris dilatata	1	1-2	1	1-2	1	1	+-1	1	+-1	+	+
Epilobium angustifolium								+	r	+-1	1
Fagus sylvatica										r	
Homogyne alpina	(r)	1		+		+	+	+	+	+	
Luzula sylvatica	3	1	2-3	2	2-3	2-3	2-3	2	2	1	+
Maianthemum bifolium	r										
Molinia caerulea										r	
Oxalis acetosella	+	+	+	+	+	+	r	+	+	+-1	+
Picea abies	1	+	+	+	+	r	+	+	+	1	+-1
Rubus idaeus										r	
Soldanella montana	1	r	r	r	r	r	r	r	r	r	
Sorbus aucuparia	r	r		+	+	r	r	r	r	r	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Streptopus amplexifolius	(r)										
Trientalis europaea	1	+	r	1	+	+	1	+	1	+	1
Vaccinium myrtillus	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1

Poznámka / Comment:
1988 - Autor: A. Lepšová (1988): Význam studia plodnic makromycetů pro biomonitorování změn v lesním ekosystému. Ms. [Kand. dis. práce]; velikost plochy (plot size) 2500 m^2
UP - horní část plochy (upper part of the plot), LP - spodní část plochy (lower part of the plot), C - střední část plochy (the middle part)
2011 (snímek 26/11) - Několik souší pokáceno a asanováno, pravděpodobně v roce 2010.

Tabulka 8. Fytocenologické snímky z plochy P19 (transekt plechý) od roku 2007 (starší snímky viz MATĚJKA 2016).
Phytocoenological relevés in the plot P19 (transect on the Plechý hill) sice 2007 (older relevés see MATĚJKA 2016).

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Snímek / Relevé	P19-07	P19-09	51/10	30/11	27/12	7/13	21/14	81/15	5/16	13/17	48/18
Datum / Date	2007	2009	2010	2011	15.8. 2012	1.8. 2013	8.8. 2014	6.8. 2015	26.7. 2016	7.8. 2017	24.7. 2018
Pokryvnost E_3 / Cover E_3	40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pokryvnost E_2 / Cover E_2	(1)	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3
Pokryvnost E_1 / Cover E_1	(75)	75	85	85	90	90	80	85	85	85	85
Pokryvnost E_0 / Cover E_0			60	60	60	40	40	40	40	40	40
Stupnice pokryvnosti / Cover scale	Zl	Zl	BR-BL	BR-BL	BR-BL	BR-BL	BR-BL	BR-BL	BR-BL	BR-BL	BR-BL
E_3:											
Picea abies	(40)/5%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	90%
Sorbus aucuparia											10%
E_2:											
Picea abies	5%	-	70%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%
Sorbus aucuparia	10%	-	30%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%
E_1:											
Athyrium distentifolium	+2	-/+	+-1	+	+	+	1	1	1	+	+
Avenella flexuosa							r	r	r	+	r
Betula pubescens					r		r	r	r		
Calamagrostis villosa			r	r			r	r	r		r
Dryopteris dilatata	+	-	1	1-2	1-2	1-2	+	+	+	+	+
Epilobium angustifolium		-	+	+-1	1	+-1	1	1-2	+-1	+-1	1
Epilobium montanum					r						
Galium saxatile		-									
Picea abies	+	+	+	+	+	+-1	+	1	1	1	1
Pinus mugo	+										
Rubus idaeus							+	r	r	+	+-1
Sorbus aucuparia		+/1	r	+	+	+	+	+	+-1	+-1	+
Vaccinium myrtillus	+5	-4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	5
Vaccinium vitis-idaea	1	-2	2	2	2	2	2	1-2	1-2	1-2	2

Poznámka: Stupnice pokryvnosti Zl - Zlatníkova stupnice, autor snímků J. Viewegh, ČZU Praha, snímkovaná plocha 2500 m^2; BR-BL - Braun-Blanquetova stupnice, autor snímků Karel Matějka, IDS, snímkovaná plocha 400 m^2.
2013 - *Vaccinium myrtillus* místy s mrtvými listy, zvláště na exponovaných místech, zřejmě jako následek pozdního jarního mrazu
2014 - *Vaccinium myrtillus* silně poškozené žírem (suché vrcholky,...)
2017 - *Vaccinium myrtillus* i *V. vitis-idaea* jsou silně plodné

Tabulka 9. Fytocenologické snímky z plochy P20 (transekt plechý) od roku 2007 (starší snímky viz MATĚJKA 2016).
Phytocoenological relevés in the plot P20 (transect on the Plechý hill) sice 2007 (older relevés see MATĚJKA 2016).

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Snímek / Relevé	P20-07	106/08	P20-09	30/11	26/12	8/13	22/14	71/15	4/16	11/17	50/18
Datum / Date	2007	30.7. 2008	2009	10.8. 2011	15.8. 2012	1.8. 2013	8.8. 2014	24.7. 2015	26.7. 2016	7.8. 2017	25.7. 2017
Pokryvnost E_3 / Cover E_3	40	20	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Pokryvnost E_2 / Cover E_2	(5)	5	8	10	15	15	15	15	15	15	15
Pokryvnost E_1 / Cover E_1	(80)	80	80	85	90	95	95	95	95	95	95
Pokryvnost E_0 / Cover E_0					20	15	15	15	15	20	20
Stupnice pokryvnosti / Cover scale	Zl	BR-BL	Zl	BR-BL	BR-BL	BR-BL	BR-BL	BR-BL	BR-BL	BR-BL	BR-BL
E_3:											
Picea abies	40%/5%	100%	+	+	+	+	+	+	+		
E_2:											
Picea abies	20%	40%	+	35%	35%	35%	35%	30%	35%	40%	40%
Sorbus aucuparia	+	60%	5%	65%	65%	65%	65%	70%	65%	60%	60%
E_1:											
Athyrium distentifolium	+/-2	1	+	+	1	1	1-2	1	1	1	1
Avenella flexuosa	+3	3	+2	1	2	2-3	2	2-3	2-3	2-3	2
Betula pubescens				r							
Calamagrostis villosa	+2	1	+/1	1-2	1	2	2	2	2	2-3	2-3
Dryopteris dilatata	-2	2	1	2	2	2	2	2	2	1-2	1-2
Epilobium angustifolium				+-1	1-2	2	1-2	2	1	+-1	1-2
Epilobium ciliatum					r						
Epilobium montanum				r	r			r	r		
Fagus sylvatica										r	
Galium saxatile									r		
Homogyne alpina	+/1	+-1	-	1	1	1	1	1	+-1	+	+
Luzula sylvatica	-2	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Oxalis acetosella	-2	+	-3	2	2	1	+	+	+	+	+
Picea abies	1/1	+-1	+	+-1	+-1	+	+	+	+	+-1	1
Rubus idaeus			-/+	+	+-1	+	+-1	+	+-1	+-1	1-2
Salix caprea				r							
Senecio ovatus				+	+		r				+-1
Soldanella montana			-								

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Solidago virgaurea											
Sorbus aucuparia	1/-	+-1	+	1	+-1	+	+	+-1	+	+-1	1
Trientalis europaea	1		-	r	+	+	+	+	+	+	+
Vaccinium myrtillus	+3	2	+2	2	2	2	2	3	3	2-3	2-3

Poznámka: Stupnice pokryvnosti Zl - Zlatníkova stupnice, autor snímků J. Viewegh, ČZU Praha, snímkovaná plocha 2500 m^2; BR-BL - Braun-Blanquetova stupnice, autor snímků Karel Matějka, IDS, snímkovaná plocha 400 m^2.

Tabulka 10. Fytocenologické snímky z plochy C1 v povodí Čertova jezera. Plocha snímku 400 m^2.
Phytocoenological relevés in the Čertovo Lake catchment's plot C1. Area 400 m^2 in size.

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Snímek / Relevé	111/07	113/08	117/09	60/10	33/11	20/12	12/13	17/14	75/15	9/16	20/17	59/18
Datum / Date	29.8. 2007	5.8. 2008	17.8. 2009	23.8. 2010	17.8. 2011	8.8. 2012	6.8. 2013	25.7. 2014	30.7. 2015	8.8. 2016	15.8. 2017	31.7. 2018
Pokryvnost E_3 / Cover E_3	55	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Pokryvnost E_2 / Cover E_2	0	0	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	3	5
Pokryvnost E_1 / Cover E_1	50	40	45	45	45	45	45	45	45	45	45	50
Pokryvnost E_0 / Cover E_0	20	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	15
E_3:												
Abies alba	10%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Fagus sylvatica	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
Picea abies	60%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%
E_2:												
Abies alba					r	+	+	+	+	+	+	+
Fagus sylvatica			r	r	r	r	r	r	r			
Picea abies				r	r	r	r	r	+	+	+-1	1
Sorbus aucuparia				r	r	r	r	r	+	+	+	+
E_1:												
Abies alba *	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Avenella flexuosa	2-3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1-2
Blechnum spicant	r			r	r	r	r	r	r	r	r	r
Calamagrostis villosa	1	1-2	1	1	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2
Carex canescens						r						
Carex echinata						r	r					
Carex pilulifera						r		r				
Dryopteris dilatata	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+-1
Fagus sylvatica	+	+	+	r		r	+	(r)	r-+	r	+	r
Homogyne alpina				r	r						r	
Luzula sylvatica						r						
Lycopodium annotinum	1-2	1	1	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	2	2	2	2
Maianthemum bifolium				r				r	r			

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Oxalis acetosella						r						
Picea abies	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+-1	1	1
Rubus idaeus		r	+		r	r		r				
Sorbus aucuparia	+	+	+-1	1	+-1	+	+	+	+	+	+	+
Vaccinium myrtillus	1	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	2	1-2	2	2

Poznámka:
* Jedle může být částečně i vysázená (na části plochy je pozorován její pravidelný spon), roste však přirozeně i při bázi stromů.
2008 - přes plochu bylo přibližováno dřevo, probírková těžba v okolí
2010 - znatelná regenerace podrostu

Tabulka 11. Fytocenologické snímky z plochy C2 v povodí Čertova jezera. Plocha snímku 400 m^2.
Phytocoenological relevés in the Čertovo Lake catchment's plot C2. Area 400 m^2 in size.

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Snímek / Relevé	113/07	115/08	56/10	34/11	21/12	18/14	76/15	10/16	21/17	60/18
Datum / Date	29.8. 2007	5.8. 2008	23.8. 2010	17.8. 2011	8.8. 2012	25.7. 2014	30.7. 2015	8.8. 2016	15.8. 2017	31.7. 2018
Pokryvnost E_3 / Cover E_3	40	30	25	25	25	25	25	25	25	20
Pokryvnost E_2 / Cover E_2	25	25	30	30	30	30	30	30	30	30
Pokryvnost E_1 / Cover E_1	60	60	25	30	35	45	50	55	55	55
Pokryvnost E_0 / Cover E_0	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
E_3:										
Abies alba	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	15%
Fagus sylvatica	25%	25%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	70%
Picea abies	65%	65%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	15%
E_2:										
Abies alba		5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Fagus sylvatica		5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Picea abies	70%	65%	85%	85%	85%	80%	80%	80%	80%	80%
Sorbus aucuparia	30%	25%	5%	5%	5%	10%	10%	10%	10%	10%
E_1:										
Abies alba	1	+-1	+	+	+	+	+	+	+	+
Avenella flexuosa	2	2	+	1	1	1	1-2	1	1	1
Blechnum spicant	+	+	r	r	+	+	+		r	r
Calamagrostis villosa	2	2	1	1-2	1	1	1	+-1	+-1	+-1
Dryopteris carthusiana			+	+	r	+	+	+	+	+
Dryopteris dilatata	+-1	+	1	1	1	+	+	+	+	+
Fagus sylvatica		+	+	+	+	+	+	+	+	+
Homogyne alpina				r						
Luzula sylvatica	+	+	+	+	+	+	+	r	r	r
Lycopodium annotinum	+	+-1	2	2	2	2	1	2	1-2	1
Maianthemum bifolium		(r)		r	r			r		r
Oxalis acetosella		(r)	r	+	r	r	r	r	r	
Picea abies	1	1	1	1	1	1-2	1	1	1	1

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Prenanthes purpurea	r	(r)		r		(r)	(r)	(r)	(r)	(r)
Sorbus aucuparia		+	+	+	+	+	+	+	+	+
Vaccinium myrtillus	3-4	3-4	3	3	3	3	3	3	3	3

Poznámka:
2018 - na několika jedincích *Picea abies* se vyskytuje napadení lýkožroutem smrkovým

Tabulka 12. Fytocenologické snímky z plochy C4 v povodí Čertova jezera. Plocha snímku 400 m^2.
Phytocoenological relevés in the Čertovo Lake catchment's plot C4. Area 400 m^2 in size.

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Snímek / Relevé	111/08	118/09	61/10	36/11	13/13	19/14	77/15	11/16	22/17	61/18
Datum / Date	5.8. 2008	17.8. 2009	23.8. 2010	17.8. 2011	6.8. 2013	25.7. 2014	30.7. 2015	8.8. 2016	15.8. 2017	31.7. 2018
Pokryvnost E_3 / Cover E_3	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Pokryvnost E_2 / Cover E_2	5	5	5	5	5	8	10	15	20	20
Pokryvnost E_1 / Cover E_1	55	55	55	60	60	65	65	65	65	65
Pokryvnost E_0 / Cover E_0	20	20	20	20	25	30	30	35	35	35
E_3:										
Fagus sylvatica	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Picea abies	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%
E_2:										
Abies alba				+	+	+	+	+	+	+
Fagus sylvatica				+	+	+	+	+	+	r
Picea abies			2%	4%	5%	10%	15%	20%	20%	35%
Sorbus aucuparia	100%	100%	98%	95%	94%	90%	85%	80%	80%	65%
E_1:										
Abies alba	r	+	+	+	r	+	+	+	+	r
Avenella flexuosa	+	+	+	+	+	+	+	r	+	+
Blechnum spicant			r	r	r	r	r			
Calamagrostis villosa	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Dryopteris dilatata	+	+-1	+-1	+	+	+	+	+	+	+
Fagus sylvatica									r	r
Luzula sylvatica	r	r	+	+	+	+	+	+	+	+
Lycopodium annotinum	+	+	+-1	1	+	+	+	+	+	+-1
Maianthemum bifolium				r						
Melampyrum pratense	r					r				
Oxalis acetosella	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+-1
Picea abies	+	1	1	1	1	1-2	1-2	1-2	1-2	1
Prenanthes purpurea		+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sorbus aucuparia	+-1	1	1	1	1	+-1	+-1	1	1	1

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Vaccinium myrtillus	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3	2-3

Tabulka 13. Fytocenologické snímky z plochy CL v povodí Čertova jezera. Plocha snímku 400 m^2.
Phytocoenological relevés in the Čertovo Lake catchment's plot CL. Area 400 m^2 in size.

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Snímek / Relevé	112/07	114/08	116/09	59/10	32/11	19/12	11/13	16/14	74/15	8/16	19/17	58/18
Datum / Date	29.8. 2007	5.8. 2008	17.8. 2009	23.8. 2010	17.8. 2011	8.8. 2012	6.8. 2013	25.7. 2014	30.7. 2015	8.8. 2016	15.8. 2017	31.7. 2018
Pokryvnost E_3 / Cover E_3	30	30	30	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Pokryvnost E_2 / Cover E_2	0	0	0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Pokryvnost E_1 / Cover E_1	50	55	55	55	55	50	50	50	50	55	65	70
Pokryvnost E_0 / Cover E_0	35	30	30	30	30	35	40	40	40	40	40	40
E_3:												
Abies alba	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Fagus sylvatica	5%	5%	5%	5%	5%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	9%
Picea abies	89%	89%	89%	89%	89%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%
Sorbus aucuparia	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
E_2:												
Abies alba											+	+-1
Fagus sylvatica											r	r
Picea abies												+
Sorbus aucuparia				r	+	+	+	+	+	+	+	+-1
E_1:												
Abies alba	+	+	+	+	+	r-+	+	+	+	+	+	+
Avenella flexuosa	1-2	1	1	+	+	+	+	+	+	+	r-+	r
Calamagrostis villosa						r						
Dryopteris dilatata	+-1	+-1	+-1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Epilobium angustifolium			r									
Fagus sylvatica	+		r							r	r	
Lycopodium annotinum			(+)	(+)	(+)	(+)	(+)				r	r
Picea abies	+	+	+	+	+	+-1	+-1	+-1	+-1	+-1	+-1	+-1
Rubus idaeus	r			r	r							
Sorbus aucuparia	+	+	+	+-1	+	+	+	+	+-1	+-1	+	+
Vaccinium myrtillus	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4-5	4-5
Vaccinium vitis-idaea		r										

Poznámka:
2012 - Pozorována výrazná defoliace *Vaccinium myrtillus*, snad důsledek pozdního mrazu;
2013 - druh není plodný (i na většině ostatních ploch);
2014 - plodnost *Vaccinium myrtillus* stále minimální;
2017 - tento druh výrazně regeneroval.

Tabulka 14. Fytocenologické snímky z plochy CU v povodí Čertova jezera. Plocha snímku 400 m^2.
Phytocoenological relevés in the Čertovo Lake catchment's plot CU. Area 400 m^2 in size.

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Snímek / Relevé	110/07	112/08	115/09	58/10	31/11	18/12	10/13	15/14	73/15	7/16	18/17	57/18
Datum / Date	29.8. 2007	5.8. 2008	17.8. 2009	23.8. 2010	17.8. 2011	8.8. 2012	6.8. 2013	25.7. 2014	30.7. 2015	8.8. 2016	15.8. 2017	31.7. 2018
Pokryvnost E_3 / Cover E_3	30	25	20	20	20	20	20	20	20	15	15	0
Pokryvnost E_2 / Cover E_2	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	3
Pokryvnost E_1 / Cover E_1	85	85	85	85	85	90	90	90	85	80	85	65
Pokryvnost E_0 / Cover E_0	20	30	35	35	40	40	40	40	40	30	35	5
E_3:												
Picea abies	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
E_2:												
Sorbus aucuparia			r	r	r	r	r	r	r	r	r	20%
Picea abies								r	r	r	r	80%
E_1:												
Avenella flexuosa	3	3-4	3-4	4	4	4	4	4	4	3-4	4	2
Betula pubescens							r	r			r	(r)
Calamagrostis villosa	2-3	2-3	2-3	2	2	2	2-3	2	2-3	2	2	3
Dryopteris dilatata	1	1-2	1	+-1	+-1	1	1	1	1	1	1	1
Epilobium angustifolium										r	+	+
Luzula sylvatica	+	+	+	+	+	+-1	+-1	+-1	+	r-+	r	+-1
Lycopodium annotinum	+	+	+	r-+	r-+	+	+	r	r-+	r-+	r	(r)
Oxalis acetosella			r									
Picea abies			r	r	r	+	+	+	r-+	r-+	+	1
Rubus idaeus				r	r	r	r	r	r	r	+	
Sorbus aucuparia	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
Vaccinium myrtillus				r	r	r	r	+	r	r	+	+

Poznámka:
2012 - Zřetelné je mírné zvyšování zmlazení smrku; *Lycopodium annotinum* po předchozím odumírání regeneruje.
2014 - mírně zvětšený počet vývratů a zlomů; *Lycopodium annotinum* opět silně poškozeno (též na ostatních plochách v povodí)
2015 - proběhlá asanace mrtvých stromů (odkornění, rozřezání pro odvoz); *Lycopodium annotinum* silně prosychá

2016 - silné poškození lýkožroutem smrkovým začínající od otevření porostu - pás poškození prochází středem plochy, řada stromů je pokácena a odkorněna
2017 - na části plochy řada vývratů
2018 - plocha postižena kompletním polomem s vývraty, snímek na náhradní ploše cca 60 m vzdálené