

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra pěstování lesů



**Přirozená obnova reliktních borů v NPR
Adršpašsko-teplické skály**

Bakalářská práce

Autor: Kristýna Kašparová

Vedoucí práce: prof. RNDr. Stanislav Vacek, DrSc.

2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Přirozená obnova reliktních borů v NPR Adršpašsko-teplické skály“ vypracovala samostatně pod vedením prof. RNDr. Stanislava Vacka, DrSc. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 19. 4. 2018

Kristýna Kašparová

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce prof. RNDr. Stanislavu Vackovi, DrSc. za možnost vypracování této práce a za poskytnuté odborné rady. Dále děkuji své rodině, která mi pomáhala s měřením dat v terénu, také za jejich psychickou a finanční podporu při dosavadním studiu.

Abstrakt

Ve své bakalářské práci se zabývám přirozenou obnovou reliktních borů v NPR Adršpašsko-teplické skály. Jedná se o lokalitu ve východních Čechách v kvádrových pískovcích CHKO Broumovsko, která patří do LHC Broumov. Tato oblast byla ponechána samovolnému vývoji.

Výzkum probíhal na čtyřech trvalých výzkumných plochách, které byly vybrány již v roce 1975, na studium zdravotního stavu těchto porostů pod vlivem imisí. Jedná se o oblast přirozeného výskytu borovice lesní a dalších dřevin především smrku ztepilého a břízy skalní. Velikost jednotlivých trvalých výzkumných ploch je 50 x 50 m, tedy 2500 m². V první části práce je proveden rozbor a popis studovaného území, stanovištních a porostních poměrů. Následně je popsána metodika postupů, která se týká zhodnocení struktury, vývoje a přirozené obnovy těchto porostů.

Klíčová slova: přirozená obnova, reliktní bory, NPR Adršpašsko-teplické skály, CHKO Broumovsko

Abstract

I deal with natural recovery of relict pine forests in NPR Adršpašsko-teplické rocks in my bachelor project. The area is in block sandstone in CHKO Broumovsko in the east of Czech Republic belonging to LHC Broumov. The area was left to evolve naturally.

My research was carried out at four permanent research areas which had been chosen already in 1975 for studying the undergrowth influenced by imission. It's an area of natural appearance of pines, spruce, birch and other trees. The area of each research location is 2500m² (50x50m). The first part of my work contains of analysis and description of the studied territory, positions and undergrowth evolution. I also describe the methodology of my procedure which concerns a valuation of the structure, evolution and natural recovery of the undergrowth.

Key words: natural regeneration, relict pine forests, NPR Adršpašsko-teplické rocks, CHKO Broumovsko



Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autorka práce: Kristýna Kašparová
Studijní program: Lesnictví
Obor: Lesnictví

Vedoucí práce: prof. RNDr. Stanislav Vacek, DrSc.
Garantující pracoviště: Katedra pěstování lesů
Jazyk práce: Čeština

Název práce: **Přirozená obnova reliktních borů v NPR Adršpašsko-teplické skály**
Název anglicky: **Natural regeneration of relict pine forests in the NNR Adršpašsko-teplické skály**
Cíle práce: Získat poznatky o kvantitě a kvalitě obnovy porostů přirozených reliktních borů na třech vybraných výzkumných plochách v NPR Adršpašsko-teplické skály v CHKO Broumovsko.

Metodika:

- Rozbor problematiky přirozené obnovy na stanovištích přirozených borů v Evropě a v České republice se zaměřením na přirozené reliktní bory v CHKO Broumovsko.
- Charakteristika zájmové oblasti CHKO Broumovsko a zejména pak stanovištních a porostních poměrů v NPR Adršpašsko-teplické skály.
- Charakteristika 3 výzkumných ploch v přirozených reliktních borech v NPR Adršpašsko-teplické skály.
- Standardní biometrická měření všech jedinců přirozené obnovy na 3 TVP o velikosti 50×50 m.
- Aplikace standardních biometrických a matematicko-statistických metod.
- Zhodnocení kvantity a kvality přirozené obnovy porostů na 3 výzkumných plochách v přirozených reliktních borech v NPR Adršpašsko-teplické skály.

Doporučený rozsah práce: Minimálně 30 stran textu.

Klíčová slova: přirozená obnova, reliktní bory, NPR Adršpašsko-teplické skály, CHKO Broumovsko

Doporučené zdroje informací:

1. Bílek L., Vacek S., Vacek Z., Remeš J., Král J., Bulušek D., Galo J. (2016): How close to nature is close-to-nature pine silviculture? *Journal of Forest Science*, 62: 1: 24–34.
2. Kolbek J., Vítková M. (1999): Biomonitoring v lesních společenstvech Křivoklátska I. Semenačky dřevin a keřové patro. *Příroda*, 14: 127–144.
3. Mikeska M., Vacek S. et al. (2008): Typologické vymezení, struktura a management přirozených borů a borových doubrav v ČR. Kostelec nad Černými lesy, *Lesnická práce*, s. r. o., 450 s.
4. Vacek S., Moucha P. et al. (2012): Péče o lesní ekosystémy v chráněných územích ČR. Praha, Ministerstvo životního prostředí, 896 s.
5. Vacek S., Podrázský V. (1994). Decline of pine forests in the protected area Broumovsko and their nutrition status. In: Matějka K. (ed.). Investigation of the forest ecosystems and of forest damage. Lowland and submontane forests and monitoring of the forest status. VÚLHM, Praha. p. 176–183.
6. Vacek S., Podrázský V. (1996): Struktura a vývoj reliktních borů v CHKO Broumovsko. In: *środowisko przyrodnicze parku narodowego gór Stolowych. Sympozjum naukowe. Kudowa Zdrój*, 11 – 13. pazdzionika 1996, Kudowa Zdrój, Wyd. Parku Narodowego Gór Stolowych 1996, s. 151–158.

7. Vacek S., Podrázský V. (1997): Ohrožení lesních ekosystémů na pískovcových útvarech CHKO Broumovsko. IV. Struktura a vývoj reliktních borů. Příroda, 11: 125–141.
8. Vacek S., Podrázský V. (1997): Ohrožení lesních ekosystémů na pískovcových útvarech CHKO Broumovsko. V. Vegetační změny v reliktních borech. Příroda, 11: 171–182.
9. Vacek S., Simon J., Remeš J. et al. (2007): Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 447 s.
10. Vacek S., Vacek Z., Bílek L., Simon J., Remeš J., Hůnová I., Král J., Putalová T., Mikeska M. (2016). Structure, regeneration and growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands with respect to changing climate and environmental pollution. *Silva Fennica*, 50: 4: 1-21.

Předběžný termín obhajoby: 2017/18 LS - FLD

Konzultant: doc. Ing. Miroslav Mikeska, Ph.D.

Elektronicky schváleno: 28. 4. 2017
prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 12. 2. 2018
prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.
Děkan

Obsah

1. Úvod	9
2. Cíle práce	10
3. Rozbor problematiky	11
3.1. Struktura a vývoj porostů	11
3.2. Charakteristika zájmového území	14
3.2.1. CHKO Broumovsko a NPR Adršpašsko-teplické skály	14
3.2.2. Přírodní poměry	21
3.2.3. Porostní poměry	25
3.2.4. Stav lesních porostů	30
3.2.5. Základní charakteristika dřevin v zájmovém území	34
4. Materiál a metodika	38
4.1. Charakteristika trvalých výzkumných ploch	38
4.2. Metodika terénního měření a zpracování dat	41
5. Výsledky	43
6. Diskuze	59
7. Závěr	60
8. Literatura	61
9. Seznam obrázků	61
10. Seznam tabulek	67

1. Úvod

V minulé době byly reliktní bory spíše nežádoucí překážkou, postupem let se však tento vztah člověka měnil. Během tisíciletí se z nich stává jedna z největších přírodních, krajino tvorných, lesnických a kulturních vzácností. Jsou nenahraditelnými objekty základního i aplikovaného výzkumu (Podrázský, Vacek, 1997). Tyto původní porosty borovice lesní se u nás vyskytují spíše ostrůvkovitě na extrémních reliktních stanovištích, například ve světlých lesích na skalnatých ostrožinách, balvanitých svazích, sutích, štěrcích, písčích, na lokalitách často suchých a mělkých (Musil, Hamerník, 2007). Právě v CHKO Broumovsko v jeho části NPR Adršpašsko-teplické skály, se tyto bory dochovaly. Jedná se o reliktní bory s břízou „skalní“ (*Betula „petraea“*), které prorůstají mělké dystrofní rankery a litozemě na okrajích pískovcových plošin a úpatích sutí (Vacek et al., 2000).

Borovice lesní je významný druh z ekologického i ekonomického hlediska, vyskytuje se ve všech členských státech EU. Mezi stromovitými dřevinami má nejrozsáhlejší areál. Tento druh dřeviny má velkou ekologickou amplitudu, je neobyčejně přizpůsobivá, tolerantní k teplu, suchu a nízkým teplotám. Co, ale netoleruje je zastínění. (Poleno, Vacek, 2009).

Tyto reliktní bory jsou dlouhodobě pod vlivem imisního zatížení, hodnotil se zde zdravotní stav a vliv klimatu na strukturu a vývoj porostů již od roku 1975. Tato společenstva jsou významná především z ekologického hlediska, ale jsou výzkumně opomíjena, i když jsou ovlivňovány globálními změnami (Vacek et al., 2000).

2. Cíle práce

Cílem této práce je především získat poznatky o kvantitě a kvalitě obnovy porostů přirozených reliktních borů na čtyřech vybraných výzkumných plochách v NPR Adršpašsko-teplické skály v CHKO Broumovsko. Charakteristika a popis stanovištních a porostních poměrů této vybrané oblasti, jak z obecného hlediska, tak se zaměřením na čtyři trvalé výzkumné plochy v pískovcových skalních městech chudých reliktních borů v NPR Adršpašsko-teplické skály. Na těchto plochách o velikosti 50 x 50 m byla zaznamenána přirozená obnova. Následně byly naměřené hodnoty zpracovány a vyhodnoceny. Získané výsledky pak mohou dále posloužit pro představu o vývoji těchto porostů zejména pak o schopnostech obnovy přirozených reliktních borů.

3. Rozbor problematiky

3.1. Struktura a vývoj porostů

Složení porostu je souhrn vnějších a vnitřních znaků, které charakterizují celé vnitřní uspořádání (stav porostu zaznamenaný v určitém okamžiku). Jde o statické zachycení kvantitativních a kvalitativních znaků jako výslednice růstu a vývoje porostu (Poleno, Vacek et al., 2007).

Pro dosažení maximální ekologické a biologické rozmanitosti lesních ekosystémů je nejvhodnějším způsobem přírodě blízké hospodaření. K tomuto je zapotřebí znát spontánní vývojové tendence ekosystému a právě proto je důležitá struktura a vývoj přírodních lesů. Začíná se projevovat snaha o ochranu spontánní dynamiky lesa (Poleno, Vacek et al., 2011). „Společným cílem lesního hospodářství a ochrany přírody je zachování lesního biomu, bez jehož naplňování nelze realizovat antropocentrické funkce lesů (mimoprodukční a produkční funkce) a ani biocentrické požadavky (ochrana lesních biotopů, společenstev a druhů organismů)“ - (Vacek, 2006).

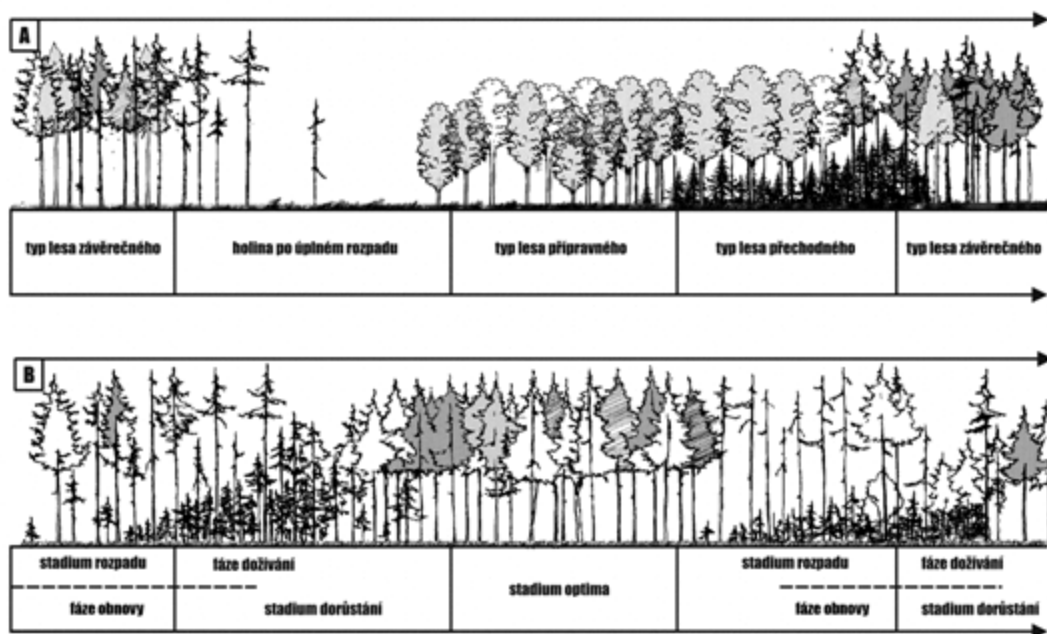
I na velmi chudých půdách může les trvale existovat za předpokladu vyrovnaného cyklu výživy, kde jsou na sebe napojeny mikroorganismy, houby, vyšší rostliny, živočichové a vlastnosti prostředí.

Existují dva vývojové cykly lesa:

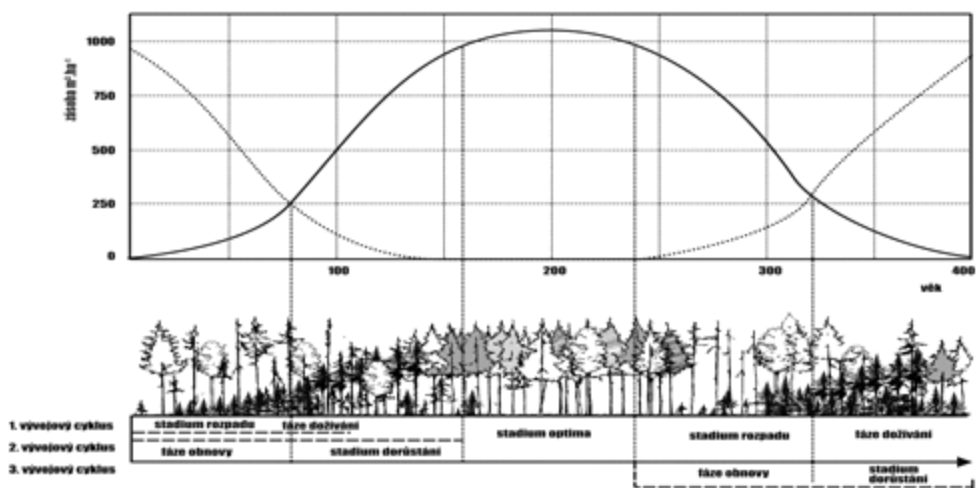
Velký vývojový cyklus a malý vývojový cyklus

První zmíněný probíhá na velkých plochách (řádově v hektarech) a v širokém časovém rozpětí (desetiletí). Vždy začíná po katastrofickém rozpadu lesního porostu a tedy na půdě, která je zbavená dřevin. Nejdříve se šíří světlo milné pionýrské dřeviny (bříza, ořeš, topol, vrba, borovice), jde o sekundární sukcesí a dochází tak k formování tzv. přípravného lesa. V jeho zástinu se uchycují stinnější dlouhověké dřeviny tzv. závěrečného lesa (klimaxu), které postupně vytlačují a nahrazují pionýrské dřeviny v porostním typu tzv. lesa přechodného, složeného z kombinace dřevin pionýrských a klimaxových. Pionýrské dřeviny s kratší životností jsou na vyvinutých půdách v porostním typu lesa přechodného nahrazovány dlouhověkými dřevinami klimaxovými a ustupují z porostu, přirozeným vývojem se pak na těchto půdách vytváří tzv. les závěrečný. Ten je složen hlavně ze stinných dřevin, která odráží dané vlastnosti prostředí (Poleno, Vacek et al., 2011).

I v rámci závěrečného lesa dochází ke střídání tří vývojových stádií, která tvoří malý vývojový cyklus. První je stadium dorůstání, jde o vzestupnou etapu, stromy mladých generací uplatňují růstové schopnosti. Převažují zde především stromy střední a spodní vrstvy. Porost má největší výškovou, tloušťkovou a prostorovou různorodost. Po odumírání stromů z předešlého stadia či nahodilým odumřením stromů z tohoto stadia vznikají mezery a světliny, které se ale velmi rychle zapojí. Druhé je stadium optima, zde dochází k výškovému vyrovnávání různě starých jedinců. Rozděluje se na dvě fáze. Nejdříve přichází fáze síňové výstavby, kdy porost dosahuje svých maxim, nicméně časem klesá objemový a výškový přírůst. Je zde malý počet stromů na plochu a dochází k úhynům nejstarších stromů (nejčastěji jde o nejtlustší a největší jedince). Tím pádem se také uvolňuje zápoj. Tou pozdější fází je fáze stárnutí, kdy ti nejstarší stromy hynou. Třetí je stadium rozpadu, zde jsou stromy ploše rozmístěny velmi nepravidelně, jde spíše o skupiny stromů. Porostní zásoba se rychle snižuje, jelikož odumírání starých stromů nestíhá být tak rychle nahrazováno ostatními. Podle rychlosti rozpadu může dojít k různé obnově, pokud se porost rozpadá pomalu, obnoví se především stinné dřeviny (klimaxové), ale pokud se porost rozpadá rychle, může dojít k nástupu slunných dřevin (přípravných) – (Vacek, Simon, Remeš et al., 2007).



Obr. č. 1 – Převažující formy dynamiky přírodních smrčín (A) v boreální tajgové zóně Skandinávie, Sibíře a Severní Ameriky (velký vývojový cyklus) a (B) v horských ekosystémech smrkového vegetačního stupně, vklíněného do zóny listnatých opadavých lesů (malý vývojový cyklus) s trvalou existencí typu lesa závěrečného-klimaxu (upraveno podle Schmidt-Vogt 1985; Poleno, Vacek et al., 2011).



Obr. č. 2 – Časový sled, návaznost a prolínání vývojových cyklů (vývojových stadií a fází) na příkladu přírodního lesa v 6 LVS (upraveno podle Korpeľ 1988; Poleno, Vacek et al., 2011)

Stabilitu porostů velmi ovlivňuje vnitřní porostní struktura, kde se rozlišuje druhové, věkové a prostorové složení. Porosty, které mají tyto prvky různé, se označují jako strukturně bohaté, považují se zároveň za stabilnější. Tuto stabilitu zhoršují pěstební chyby jako je například špatná volba dřevin nebo jejich ekotypů, nevhodná oblast původu či zanedbávaná výchova. Následně jsou porosty náchylnější vůči abiotickým činitelům (Poleno, Vacek et al., 2011).

Věková skladba porosty rozděluje podle stáří. Vyjadřuje se ve věkových třídách nebo stupních. Ovlivňuje odumírání stromů, délku vývojových cyklů, poukazuje na produkční a reprodukční možnosti a také lze posoudit budoucí vývoj. Podle věkového členění rozděluje porosty na stejnověké a různověké (Vacek, Simon, Remeš et al., 2007).

Druhová skladba rozděluje porost dle dřevin v porostu a jejich zastoupení. Máme porosty listnaté, které se skládají z listnatých dřevin a porosty jehličnaté, ty se skládají z dřevin jehličnatých. Dále je dělíme na stejnorodé (nesmíšené) a různorodé (smíšené). Zastoupení základních (hlavních) dřevin v porostu je větší než 30 %, přimíšené 10-30 % a vtroušené jsou do 10 %. Zastoupení jednotlivých druhů dřevin se určí jako plošný podíl jednotlivých dřevin v porostu.

Prostorová skladba porost rozděluje vertikálně (svisle) a horizontálně (vodorovně). U vertikálního rozdělení (vertikální struktura) se hodnotí tvorba jednoho nebo více porostních pater a uspořádání výškových a věkových skupin. Vertikální strukturu nejvíce ovlivňuje věk, růstová rychlost jednotlivých dřevin a společenské vztahy na daném stanovišti. U horizontální struktury sledujeme zakmenění, zápoj a hustotu porostu. Ty jsou ovlivněny zejména způsobem vzniku porostu, přirozenou redukcí počtu stromů a cílevědomými zásahy lesníků

hospodářů. Porosty, které jsou uměle obnovené, mají pravidelné výchozí rozmístění jedinců, oproti tomu přirozená obnova má výchozí rozmístění nepravidelné, shlukovité (Poleno, Vacek et al., 2007).

Ve všech dobách probíhají genetické změny organismů, jde především o proces přizpůsobování se měnícím se podmínkám prostředí. Toto je předpoklad pro dnešní strukturní a funkční stav ekosystémů. Zároveň se dlouhodobě vyvíjí společenské vztahy mezi druhy, jde o vzájemné ovlivňování, což způsobuje další vývojové změny. Tyto procesy nikdy nekončí, a v důsledku nárůstu lidské populace dochází k velkému antropogennímu ovlivňování, které se ale na naší krajině projevuje už velice dlouho (od neolitu). Pokud tyto kulturní porosty přestanou být obhospodařované, začne se vegetace pomalu přeměňovat směrem k původnímu složení. Tento vývoj je důkazem nerovnováhy mezi vlastnostmi vegetace a prostředím, zejména makroklimatem a nazývá se ekologická sukcese. Takovéto dlouhodobé změny druhové skladby lesa vedou od nejnižších sukcesních forem až po nejvyšší, tou je pak klimaxový les. Na extrémních stanovištích může být závěrečným stadiem společenstvo keřů či pionýrských dřevin (např. reliktní bory) - (Vacek, Simon, Remeš et al., 2007). Sukcese se dále dělí na primární, kdy jde o nové osídlování (např. na půdách vytvořených sopečným popelem, říčních nánosech, apod.) a na sekundární, ta vede k vzniku nového lesa na stanovištích, kde les už dříve byl, ale byl zničen katastrofickou poruchou (nebo nevhodným hospodářským zásahem) - (Fanta, 1986).

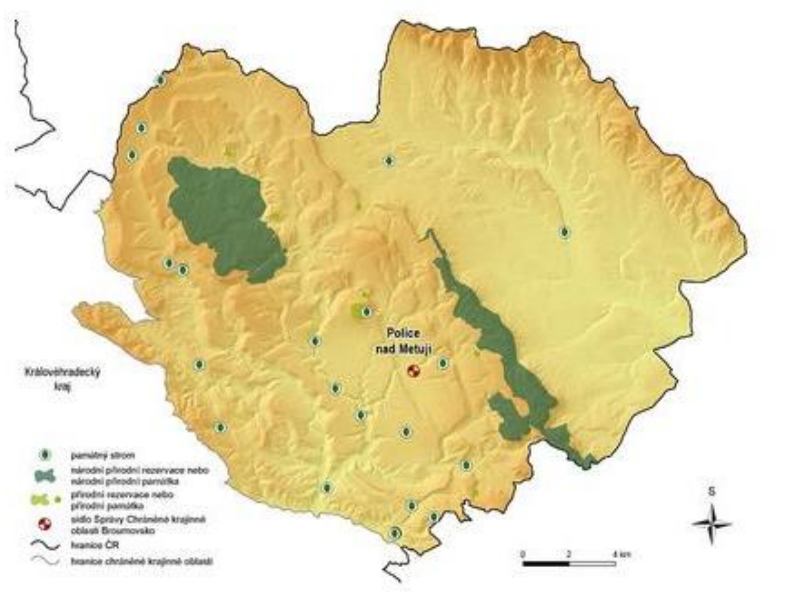
Sekundární sukcesi můžeme dále dělit na autogenní a allogenní. Autogenní je samovolná sukcese, která zahrnuje možný vývoj ekosystému za působení teoreticky neměnných vnějších faktorů prostředí. V průběhu dochází v ekosystému k akumulaci mrtvé a živé organické hmoty až po určitou hladinu, která je dána stanovištními limity. Jde o vývoj sukcese probíhající bez zjevné příčiny, častý v přirozených lesích. Allogenní sukcese je vyvolána vnějšími vlivy (požár, imise, mokrý sníh). Citlivost, schopnost přizpůsobit se a ekologická stabilita závisí tedy i na dlouhověkosti klíčových druhů v nich. Ekosystémy, ve kterých jsou především druhy s krátkou životností, jsou na změny citlivější, nicméně se mohou rychleji adaptovat na novou situaci změnou druhové struktury. Oproti tomu přizpůsobivost lesů je kvůli dlouhověkosti dřevin velmi omezená (Poleno, Vacek et al., 2011).

3.2. Charakteristika zájmového území

3.2.1. CHKO Broumovsko a NPR Adršpašsko-teplické skály

Chráněná krajinná oblast Broumovsko je známá svými církevními a lidovými stavbami (např. barokní kaple Panny Marie Sněžné na vrchu Hvězda), ale zejména se

proslavila svými přírodními krásami. Byla vyhlášena v roce 1991, vyhláškou Ministerstva životního prostředí č. 157/1991, a zaujímá území o rozloze 410 km². Zahrnuje 3 přírodní rezervace (např. Křížová cesta), 5 přírodních památek (např. Kočičí skály), ale nejvýznamnější jsou právě 2 národní přírodní rezervace. Adršpašsko-teplické skály, které byly vyhlášeny v roce 1993 a rozkládají se na území o velikosti 17 km², spolu s Broumovskými stěnami tvoří výjimečnou přírodní památku. (AOPK ČR, 2018).



Obr. č. 3 – Vyznačené MZCHÚ v CHKO Broumovsko (AOPK ČR, 2018).

Tato oblast je v Evropě velmi dobře známá, zejména kvůli fenoménu pseudokrasového reliéfu, který se vytvořil v kvádrových pískovcích, jde o nejrozsáhlejší komplex v Evropě. Zahrnuje skalní plošiny, členěné hřbety, kaňony, jeskyně, soutěsky, labyrinty skalních věží kryté rozsáhlými lesními porosty s významnou faunou a florou. Zahrnuje také zachovalé chudé reliktní bory v extrémních polohách skalních měst či na okrajích rozčleněných tabulových plošin křídové pánve (Vacek et al., 2000).

Pro svou unikátnost bylo toto území zařazeno do soustavy Natura 2000, jde například o staré bučiny, rašeliniště či skalnaté reliktní bory. Je zde vyhlášeno 8 Evropsky významných lokalit a ptačí oblast, především pro dva cílové druhy a to: výr velký a sokol stěhovavý (AOPK ČR, 2018).

Území NPR Adršpašsko-teplické skály leží v Královéhradeckém kraji. V okresech Náchod, Trutnov a zasahuje do katastrálního území Dolní Adršpach, Dolní Teplice nad Metují, Teplice nad Metují, Hodkovice, Janovice, Studnice (AOPK ČR, 2018), (Vacek, Moucha et al., 2012).



Obr. č. 4 -Vyznačené hranice NPR Adršpašsko-teplické skály (AOPK ČR, 2018).

Území je rozděleno do čtyř zón podle způsobu ochrany přírody, a dle tohoto členění je ovlivněno i hospodářské využití.

1. zóna má rozlohu 35 km² (8,5% území) a patří sem nejcennější části CHKO.

Jde především o starší porosty, pískovcové skalní oblasti, špatně přístupné terény či lokality s velkou biologickou rozmanitostí (AOPK ČR, 2018). Geologicky a geomorfologicky významná území byla zařazena do 1. zóny bez většího ohledu na skladbu lesních porostů, proto sem patří i lesy se silně změněnou druhovou skladbou, které se nacházejí např. i v NPR (Vacek, Moucha et al., 2012)

Jedná se o místa maloplošných chráněných území - např. NPR Adršpašsko-teplické skály, Broumovské stěny, Ostaš, Kočičí skály. V těchto místech platí omezení a zákazy výstavby, změn říčního koryta apod.

2. zóna má rozlohu 57,4 km² (14% území) a tvoří ochranný předěl, který má za úkol minimalizovat škodlivé činitele z okolního prostředí. Zahrnuje lesy i se značně pozměněnou druhovou skladbou (AOPK ČR, 2018). Jsou zde jak listnaté a smíšené porosty tak jehličnaté monokultury, ve většině případů jde o stejnověkové porosty.

Nejvíce jsou to lesy, které obklopují MCHÚ- Broumovské stěny, Ostaš a další (Vacek, Moucha et al., 2012). I v této zóně platí spousta omezení a zákazů jako například hospodařit tak

aby došlo k poškození ekosystémů, měnit vodní režim, zavádět intenzivní chovy a spousta dalších (AOPK ČR, 2018).

3. zóna má rozlohu 252 km² (61,5% území) a jsou v ní zahrnuty louky, pastviny, monokulturní lesy. Často jsou to místa s krajinářskými hodnotami. Jde o harmonicky utvářené území bez zvláštních ochranných podmínek.

4. zóna má rozlohu 65,6 km² (16% území). Tvoří ji místa člověkem nejvíce ovlivněná a to především negativně, jedná se o zastavěná území, zemědělsky obdělávané půdy v okolí Broumova. Do 4. zóny patří z důvodu dochování tradičních staveb, jako jsou unikátní barokní kostely apod. (AOPK ČR, 2018).



Obr. č. 5 - Zóny CHKO Broumovsko (AOPAK ČR, 2018).

3.2.1.1. Historický vývoj

Tato oblast dle Kosmovy kroniky patřila do pomezného pralesa. Hlavní dřevinou zde byl buk s příměsí jedle a smrku. Jednalo se tedy především o jedlobukové porosty. V nižších polohách to byly doubravy s dubem a habrem. O borovici lesní je málo záznamů, avšak jisté je, že na skalních útvarech rostla, k jejímu většímu rozšíření došlo za vlády Marie Terezie. Dále jsou záznamy o výskytu javoru, jilmu a lípy na suťových stanovištích (Vacek, Moucha et al., 2012).

Do cca pol. 18. století se těžilo převážně v lépe dostupných, nižších polohách, které byly v blízkosti osídlení. Šlo hlavně o potřeby panských a klášterních statků, drobných pil, mlýnů apod. Od

konce 18. stol. už byl vyvíjen větší tlak na dřevo, jakožto na základní stavební materiál. Les se těžil už i v odlehlých a špatně přístupných terénech (AOPK ČR, 2013). Zvětšoval se počet lidí, kteří obydlovali dříve nezabrané oblasti a tak spotřeba dřeva byla větší. Zároveň došlo k rozvoji průmyslu a tím rostlo i využití dříví, např. pro pivovary, sklárny, papírny nebo na výrobu dřevěného uhlí pro železářskou huť v teplickém údolí. Pro tyto účely byla vytěžena a odvezena velká část původního broumovského pralesa. Dalším důvodem ústupu lesů bylo pastevectví, které nejspíše velmi dopomohlo k přeměně z převážně listnatých lesů na jehličnaté, kdy buk postupně nahrazovali jedle, smrk a borovice.

V tomto období (18. a 19. stol.) byla lesnatost nižší než v dnešní době. Obnova porostů byla především přirozenou cestou. Většina lesů (64 %) patřila panstvu, byly to tedy lesy dominikální. Hospodaření v těchto lesích je z dnešního pohledu hodnoceno jako velmi dobré. Zbytek lesů (36 %) bylo selských, tedy rustikální. Hospodaření v těchto lesích je hodnoceno jako neodborné, špatné. Na konci 18. století se ke stávajícím dřevinám přidává modřín evropský, který byl dovezen ze Slezska. Zároveň se začíná s hospodářskými úpravami lesů a vznikají první mapové doklady. Byl to počátek umělého zalesňování, ovšem postupně docházelo na vytváření smrkových monokultur a v polovině 19. stol. už šlo o holosečný způsob hospodaření. Nejprve se vysazovala borovice, ale později se přešlo na smrk. Přirozená obnova zůstala v nepřístupných a skalnatých terénech. Převládal názor, že vůči nákladům je smrk nejvhodnější dřevina. K opuštění tohoto názoru došlo ve 20. století, kdy se ukázala velká náchylnost monokultur na biotické i abiotické škodlivé činitele. Docházelo ke kalamitám a koncem 30. let 20. století se přešlo na maloplošný způsob hospodaření. Od roku 1945 je většina lesů ve státní správě a od roku 1960 mají vypracovaný LHP. Opět se klade větší důraz na přirozenou obnovu (AOPK ČR, 2013).

Výchova porostů byla spíše zanedbávána. Až koncem 19. století byly snahy o zlepšení. Následné kalamity donutily lesní hospodáře dělat probírky a zpevňovat porost.

Lesnatost postupně vzrůstá, došlo k zalesnění nelesních půd a půd v nyní už neobhospodařovaných podhorských oblastech a také míst, která jsou těžko přístupná mechanizaci. Za posledních 150 let je nárůst lesních ploch o 2000ha (Vacek, Moucha et al., 2012).

Státní lesy mají ve vlastnictví největší podíl lesů. Většinu obhospodařují Lesy České republiky, s. p., jedná se o 62,8% území. Ve většině případů jsou to ucelené souvislé komplexy. Menší podíl pak má ve své správě AOPK ČR, tvoří 1,1% území. Do těchto území

patří část NPR Adršpašsko-teplické skály. Dále jsou zde lesy měst a obcí a soukromé lesy (AOPK ČR, 2013).

3.2.1.2. Přírozené reliktní bory

V historii vývoje lidské společnosti se stále měnil vztah člověka k reliktním borům na pískovcových skalních útvech. Původně šlo spíše o nechtěnou civilizační překážku, ale postupem let se z nich stává jedna z největších přírodních, krajnotvorných, lesnických a kulturních vzácností. Jsou důležitým zdrojem výzkumů (Podrázský, Vacek, 1994a, 1994b, 1996; Vacek, Podrázský, 1994, 1996a, 1996b, 1996c, 1997a, 1997b, 2000).

Pro rychlý růst a všestranné využití dřeva je borovice lesní hned po smrku ztepilém naší druhou nejvíce využívanou dřevinou (Vacek et al., 2016). Její přírozený výskyt je především na místech, kde je konkurence ostatních dřevin velmi oslabená či naprosto vyloučená (jsou to především dřeviny stínomilné se silnými konkurenčními schopnostmi, jako je smrk, buk či jedle). Výskyt borovice ovlivňují především edafické vlastnosti, geologická rozdílnost tedy nepředstavuje velké rozdíly ve výskytu. Důkazem toho je i fakt, že borovice se zde vyskytuje na stanovištích s půdami mělkými, skalnatými, silně kamenitými (sutě), ale i na půdách částečně podmáčených či na rašeliništích. Na tomto území má borovice reliktní charakter díky tomu, že se jedná o zbytky původního souvislého rozšíření, z něhož byla později vytlačována právě smrkem, bukem a jedlí. Na vývoj a rozšíření borovice zde, ale mělo vliv i klima a geologie, což vedlo k tomu, že se na určitých místech v malých populacích borovice vyvíjela odděleně. Z tohoto důvodu v NPR Adršpašsko-teplické skály rozlišujeme čtyři lokální populace (ekotypy) borovice lesní, které mají určité morfologické odlišnosti a vyskytují se na určitých stanovištích (AOPK ČR, 2013).

1. Ekotyp borovice na stanovištích reliktních borů

Její kmen je ve většině případů křivolaký, někdy i přímý, silně sbíhavý, většinou průběžný v celé délce. Koruna je robustní, kuželovitě plochá až deštníkovitá. Větve jsou silné, středně dlouhé, nasazené převážně v pravém úhlu a mírně esovitě prohnuté. Borcka je ve spodní části (přibližně do poloviny kmene) hnědošedá, podlouhle hrubě šupinovitá a v horní části kmene přechází do oranžově žluté, lístkovitě. Dřevo má červenohnědé, velmi široké jádro (AOPK ČR, 2013).

Patří do hospodářského souboru 01- mimořádně nepříznivá stanoviště, řady 1 tedy extrémní. Tyto lesy mají především půdoochranný charakter a význam (ohrožení erozí) dále mají funkci klimatickoochrannou a funkci biodiverzity. Jsou ovlivňovány klimatickými

extrémy (sucho, mráz). Je zde snaha o přirozený vývoj, zásahy jsou spíše jemnějšího charakteru a je nutné je přizpůsobit podmínkám stanoviště a dřevinné skladbě (Anonym, 2007). Produkce je silně podprůměrná a jsou to porosty borovicí lesní se smrkem ztepilým a břízou pýřitou.

Zahrnuje soubory lesních typů 0K, 0N, 0Y, 0Z. Jedná se o acidofilní bory svazu - *Dicrano-Pinion*.

SLT 0K je kategorie K- „kyselá“ (normální). Jde o kyselý (dubo-bukový) bor, který zde zaujímá 8,31 ha (0,05 %) porostní plochy. Jsou to borůvkové a brusinkové bory na skalnatých, chudých, kyselých stanovištích a písčitých terasách. Rostou zde např. brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*), vřes obecný (*Calluna vulgaris*).

SLT 0N je kategorie N- „kyselá kamenitá“ (nevyvinuté kambizemě). Je to kamenitý buk-smrkový bor, který se v této oblasti rozprostírá na 54,21 ha (0,34 %) plochy. Tyto půdy jsou kamenité, minerálně chudší na exponovaných svazích a hřebenech, s vysokým podílem skeletu a středně hlubokými, dobře propustnými půdami.

SLT 0Y je kategorie Y- „skeletovitá“. Skeletový a roklinový bor, který na tomto území zaujímá největší plochu v rámci borů a to 468,53 ha (2,83 % plochy). Jsou to středně hluboké, kyselé, suťové a balvanité půdy.

SLT 0Z je kategorie Z- „zakrslá“. Jde o reliktní bor. Nachází se zde jen velmi ojediněle, zaujímá cca 2 ha (0,01 % porostní plochy). Spojuje kyselé a středně bohaté typy extrémních stanovišť. Vyskytuje se na vrcholových a hřebenových polohách. Bylinné patro je zde velmi redukováno, ojediněle zastoupeno trávami s úzkými listy např. metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*), kostřava ovčí (*Festuca ovina*). Spíše je zde vyvinuto mechové a lišejníkové patro (rody *Polytrichum*, *Dicranium*, *Cladonia*).

Tento ekotyp dle typologického mapování zaujímá cca 3,2 % lesů. (Vacek, Moucha et al., 2012; AOPK ČR, 2013; ÚHÚL, 2000; Anonym, 2007).

2. Ekotyp borovice na balvanitých a silně kamenitých půdách jedlobučin až bukových smrčín

Z morfologického hlediska jsou zde drobná odlišení. Zahrnuje SM porosty a částečně smíšené porosty SM, BK a JD s BO a BR. Zahrnuje SLT 5Y, 6Y, 7Y, 5N, 6N, 6Z. Jedná se tedy převážně o skeletovitá a kamenitá stanoviště.

3. Ekotyp borovice na kyselých a chudých stanovištích jedlobučin a smrkových bučin

Morfologie je zde opět mírně odlišná. Opět jde o převážně SM porosty a částečně smíšené porosty SM, BK a JD s BO. Patří sem SLT 5K, 5M, 5I, 6K, 6M, 6I. Jsou to porosty kyselých, chudých stanovišť.

4. Ekotyp borovice na podmáčených stanovištích smrkových bučin a rašelinných smrčín

Morfologické znaky jsou opět mírně odlišné. Patří sem SLT 6P, 6G, 6R, 7R, 7T. Jde o porosty na kyselých, podmáčených, rašelinných a chudých stanovištích. Dřevina skladba zde je především SM a JD (AOPK ČR, 2012; ÚHÚL, 2000).

3.2.2. Přírodní poměry

3.2.2.1. Klimatologie a hydrologie

V CHKO Broumovsko jsou poměrně velké výškové rozdíly od 351 do 880 m n. m. Terén je velmi členitý, jsou zde exponovaná stanoviště prolínající se s údolími a tento fakt vytváří podnební rozdílnosti (AOPK ČR, 2018). Tyto rozdílnosti společně s dalšími přírodními ukazateli (podloží apod.) vytvářejí existenční podmínky, na které je vázaná spousta druhů fauny, flory a mikroorganismů (Křístek et al., 2002).

Klimatické podmínky jsou tedy určeny nadmořskou výškou, zeměpisnou polohou a směrem atmosférického proudění. Dle Quittovy klasifikace patří Broumovsko do dvou oblastí: mírně teplé a chladné (AOPK ČR, 2012). Mírně teplá oblast zde zahrnuje dva rajony MT 7 a MT 2. Kdy do rajonu MT 7 patří nejteplejší část tohoto CHKO, jde o střed jižní poloviny Broumovské kotliny. Zbytek území patří do rajonu MT 2 (AOPK ČR, 2018). Adršpašsko-teplické skály společně s dalšími vyššími polohami patří do chladné klimatické oblasti CH 7. V těchto pískovcových skalních městech se vytváří výjimečný mezo a mikroklimatický charakter. Právě zde v hlubokých a zastíněných roklich, soutěškách, jeskyních a propastech se vytváří klimatická inverze s velkým zvratem teplot (Vacek et al., 2000). Vznikají tu tedy vlhká a podchlazená místa, ve kterých se může zdržovat led až do léta a vyskytují se zde horské druhy (např. *Cicerbita alpina*, *Viola biflora*), byť jde o nízkou nadmořskou výšku. Často jde o glaciální relikty, které jsou vázány právě na tento jev (AOPK

ČR, 2018). Naopak ve vrcholových partiích a exponovaných skalních stěnách za slunečných dnů dochází k přehřívání a vysoušení (Vacek et al., 2000; Podrázský, Vacek, 1997).

Na celém území převládají větry západních směrů. Průměrná roční teplota je 7,3 °C, údaje pochází z měření z meteorologické stanice Broumov (410 m n. m). Vegetační období trvá 152 dnů a průměrná teplota je 13,3 °C. Nejchladnějším měsícem je leden s průměrnou teplotou - 2,7 °C a nejteplejším je červenec s průměrnou teplotou 17,2 °C. Ve skalních městech jsou však teplotní rozdíly výraznější, to je způsobeno inverzními zvraty, zde je průměrná roční teplota okolo 4 °C (Podrázský, Vacek, 1994). Nejnížší naměřenou teplotou bylo 30,2 °C v letech 1987 a 1996, naopak nejvyšší 35,5 °C v roce 1983 (AOPK ČR, 2012). Nejbližší komplexní klimatická stanice ČHMÚ se nachází až v Úpici (okres Trutnov). Na území CHKO se takováto stanice nenachází. Měření pochází ze srážkoměrných a teploměrných stanic, kterých je ale nedostatek (5 např. Broumov). Do roku 2000 fungovaly ještě další 4 stanice (financované ze sponzorských darů), nyní jsou již zrušeny (AOPK ČR, 2018).

Roční úhrn srážek je okolo 685 mm, ve vegetačním období 427 mm. Srážkové minimum bývá v březnu (36 mm) a maximum v červenci (89 mm). Sněhová pokrývka zde vydrží v průměru 70 dnů v roce. Ovšem tento fakt, je stejně jako teplota, jiný ve skalních městech, kde v hlubokých, stinných skalních roklích může vydržet až 9 měsíců (Podrázský, Vacek, 1994). Přirozený hydrologický cyklus není známý, protože je velmi ovlivněn čerpáním povrchových a podpovrchových vod (byl pouze simulován). Nejrychlejší oběh vody je ovšem na povrchu. Území patří do povodí řek Metuje (pramení poblíž Horního Adršpachu) a Stěnavy (pramení v Polsku). Adršpašskými skalami protéká právě řeka Metuje, jde o pískovcové území Polické křídové tabule, zde je větší podíl lesních porostů a nedějí se tu tak velké škody povodněmi. Naopak Stěnava protéká Broumovskou kotlinou po nepropustném podloží permu a zemědělsky obdělávanou krajinou. Způsobuje tedy významné povodňové škody. Důležitým faktem ale je, že přirozený vodní režim byl antropogenně narušen například napřímením toků, odvodňováním krajiny, nešetrným zemědělstvím a je třeba revitalizace těchto říčních systémů (AOPK ČR, 2018).

3.2.2.2. Pedologie

Vývoj půd je zde nejvíce ovlivněn klimatem. Důležitým půdotvorným činitelem je faktor biologický. Půdy vznikaly pod vlivem lesní vegetace. Nejvíce zastoupeným půdním typem jsou kambizemě, dále se zde nacházejí podzoly. Na zamokřených místech nebo

pramenech řek se vyvinuly pseudogleje a gleje. Ve skalních městech (kvádrové pískovce) a balvanitých sutích je vývoj mladý, většinou jde o litozem nebo půdu tvořenou z mělkého humusového horizontu na skále. V roklich dochází k hromadění rašeliny, její nejhlubší vrstvy se vytvořily již v dobách poledových (Vacek, Moucha et al., 2012; AOPK ČR, 2012).

V oblasti broumovské kotliny se vytvořily nejvíce půdy hlinité, společně s nižší nadmořskou výškou a geologickým podložím je to oblast nejvhodnější pro zemědělství. Proto zde byla odstraněna největší část lesních porostů a jde o území, které je nejvíce pozměněné člověkem. Na kvádrových pískovcích leží balvanité svahoviny a balvany ležící na písčitém substrátu mohou místy vytvářet skupiny a následně až kamenná moře. U skalních výchozů se vytvářejí kamenné sutě. Dále se zde vyskytují písčito-hlinité, hlinité a jílovito-hlinité půdy v Polické vrchovině (AOPK ČR, 2012).

Půdy v mnou zkoumané oblasti vykazují spíše špatný stav. Jde o lehké, mělké půdy, které jsou snadno propustné pro vodu, dále mají nízký obsah humusu, dusíku a živin. Můžeme na nich tedy očekávat spíše porosty, které budou mít větší sklony k poškození v důsledku například imisí a acidifikace půd (Podrázský, Vacek, 1994).

3.2.2.3. Geologie a geomorfologie

Důležitou roli v utváření povrchu krajiny měly sedimentární procesy, tektonické pohyby a vodní eroze. Vlivem eroze má krajina dynamický vzhled. Mírné svahy se zde střídají s prudkými stráněmi a údolí mohou mít velká převýšení (až 100m). Dle geomorfologického členění se území dělí do tří celků: Žacléřská vrchovina, Meziměstská vrchovina a Polická vrchovina (AOPK ČR, 2012).

Jihozápad až západ CHKO tvoří Žacléřská vrchovina, která byla budovaná jednotkami svrchního karbonu a permu. Lze ji dále rozdělit na dvě morfologicky odlišné části, nicméně v obou částech se vyskytuje a dříve také těžilo černé uhlí. V dnešní době však těžba nepokračuje, krajina je ale pozměněna těžební činností (vhloubené tvary- šachty, povrchové tvary- důlní haldy, odvaly). Meziměstská vrchovina tvoří severovýchod oblasti CHKO a dále se dělí na dvě odlišné jednotky (Javoří hory a Broumovská kotlina). Javoří hory tvoří vulkanity a na některých místech se zde vytváří známý jev ventarol (AOPK ČR, 2018), (ten je spojen především s Českým středohořím a jeho vrcholem Boreč). Kdy hlavně na začátku zimního období z puklin na vrcholu vyvěrají oblaka páry: „*V zimě relativně teplý vlhčí vzduch stoupá vzhůru, zatímco otvory na úpatí nasávají studený vzduch. V létě naopak těžší až 4 °C chladný vzduch „vytéká“ otvory na úpatí.*“ (Gruntorádová, 2018). V této oblasti se vyskytuje

nejvyšší bod CHKO a okresu Náchod a tím je Ruprechtický špičák (880 m n. m). Broumovská kotlina zabírá větší území a část tohoto území je modelována řekou Stěnavá. Je budována sedimenty spodnopermského stáří (AOPK ČR, 2018)

Polická vrchovina vytváří nejcennější část CHKO, jsou to pískovcová skalní města nadnárodního významu v Adršpašsko-teplických skalách, Broumovských stěnách, na Ostaši či Kočičích skalách. Zaujímá největší plochu a byla tvořena především svrchněkřídovými sedimenty (AOPK ČR, 2012). Dále se rozděluje na Polickou stupňovinu, Stolové hory a Polickou pánev. Do Polické stupňoviny patří velmi významná oblast CHKO a tou jsou Broumovské stěny, které jsou tvořeny pískovci středního turonu a vytváří se zde pseudokrasový reliéf. Skrze Stolové hory probíhá hranice s NP Stolové hory v Polsku (Góry Stolowe). Polická pánev tvoří střední část Polické vrchoviny. Geologické podloží tvoří horniny svrchní křída. Jsou zde písčité slínovce až slínité prachovce a vápno-jílovité pískovce středního turonu. Mocné vrstvy pískovce vznikly sedimentací v mělkém křídovém moři. Právě zde v Adršpašsko-teplických skalách leží největší celistvý pískovcový skalní masív, který má cca 20 km² (AOPK ČR, 2018). Nacházejí se zde významná a rozsáhlá skalní města, která jsou cílem mnoha přírodovědeckých studií, turismu či horolezectví (AOPK ČR, 2012). Mezi fenomény této NPR patří také pseudokrasový reliéf. *„Tento název byl vytvořen pro pojmenování morfologicky obdobných tvarů reliéfu, jako jsou povrchové a podzemní tvary krasové. Pseudokrasové tvary však nevznikají na horninách lehkou rozpustných, ale na horninách těžko rozpustných a za přispění fyzikálních a mechanických procesů, rozpadu a odnosu hornin.“* Tím, že v NPR je tento jev velmi rozsáhlý můžeme hovořit o pseudokrasovém reliéfu (AOPK ČR, 2012).

3.2.2.4. Rostlinstvo

V oblasti Broumova bylo zatím nalezeno cca 1000 cévnatých rostlin. Většina území CHKO patří do fytogeografické oblasti mezofytikum, ale NPR Adršpašsko-teplické skály byla samostatně vyčleněna do oreofytika. Především z důvodu dlouhodobé akumulace sněhu a také proto, že jde o inverzní stanoviště, kdy se v údolích a soutěskách hromadí chladný vzduch a rostou zde druhy, které se vyskytují na horách. Jako je například violka dvoukvětá (*Viola biflora* L.), podbělice alpská (*Homogyne alpina* L.), plavuň pučivá (*Lycopodium annotinum* L.), vranec jedlový (*Huperzia selago* L.) či hořec tolitovitý (*Gentiana asclepiadea* L.), který byl nejspíše do NPR zavlečen z Krkonoš. Zdejší přírodní podmínky dávají možnost existence velkého počtu mechorostů a lišejníků a můžeme zde nalézt i endemitický

dvouhrotec Sendtnerův (*Dicranium sendtneri*). Právě v těchto chladných a vlhkých místech se smrk už dříve vyskytoval přirozeně a na malých územích se dochoval svaz (*Piceion excelsae*).

Na vrcholech skal rostly a na některých místech se dochovaly reliktní bory (*Dicrano-Pinion*), které doprovázejí porosty vřesu obecného (*Calluna vulgaris*), brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus* L.), brusnice brusinky (*Vaccinium vitis-idaea* L.) nebo vzácnější rojovník bahenní (*Ledum palustre* L.). Tato místa jsou suchá a teplá. Na příkrých svazích údolí se dochovaly suťové lesy svazu (*Tilio-Acerion*).

Ve Vlčí rokli se nachází nejstarší a největší rašelinště v rezervaci, které je až 4 metry hluboké. Jeho stáří se odhaduje až na 10 000 let. Nálezy řas ukazují na existenci řad bažin, tůní a řídkého stromového patra. V dnešní době zde roste klikva bahenní (*Vaccinium oxycoccus* L.), suchopýr úzkolistý (*Eriophorum angustifolium* Honck.), suchopýr pochvatý (*Eriophorum vaginatum* L.), nebo vzácný jednokvítok velekvěť (*Moneses uniflora* L.).

Na příkrých svazích údolí se dochovaly suťové lesy svazu (*Tilio-Acerion*) a na menších územích zbytky květnatých a acidofilních bučin svazu (*Fagion, Luzulo-Fagion*). Tyto oblasti jsou významné pro výskyt vzácných druhů rostlin, jako jsou okrotice bílá (*Cephalanthera damasonium* Mill.), lilie zlatohlávek (*Lilium martagon* L.), kapradina laločnatá (*Polystichum aculeatum* L.) či sleziník routička (*Asplenium ruta-muraria* L.) - (AOPK ČR, 2012; 2018).

3.2.3. Porostní poměry

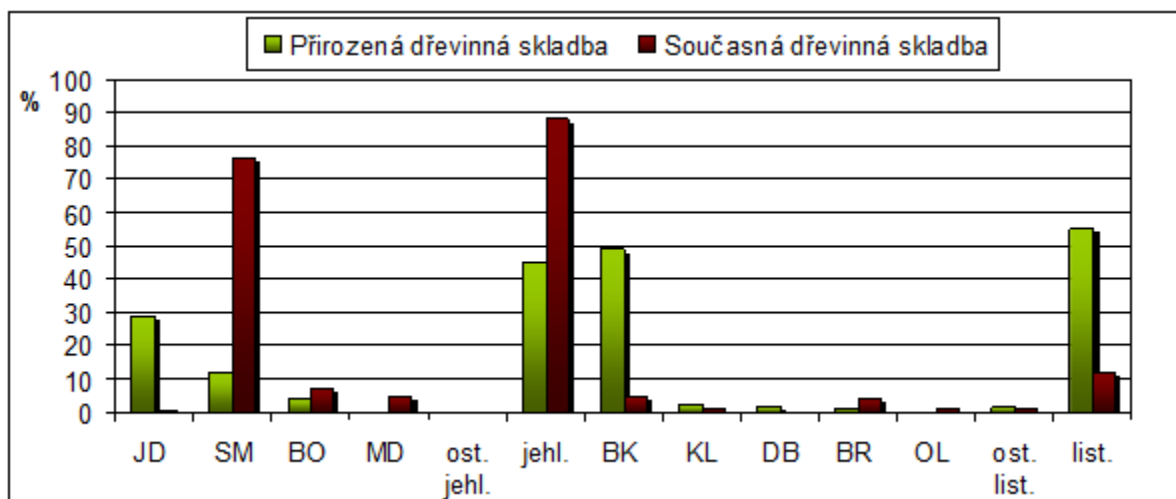
Dříve byla oblast NPR pokryta jedlobukovými pralesy s vtroušeným smrkem a částečně zastoupenými reliktními bory na nejextrémnějších místech. V dnešní době zde převládají kulturní smrčiny s ojediněle přimíšenou borovicí lesní (*Pinus sylvestris*) a s vtroušenou břízou bělokorou a pýřitou (*Betula pendula* a *Betula pubescens* a jejich vzájemnými kříženci), bukem lesním (*Fagus sylvatica*), javorem klenem (*Acer pseudoplatanus*), modřínem opadavým (*Larix decidua*) - (Podrázský, Vacek, 1997).

Jehličnaté dřeviny zde převládají v poměru 84 % k listnatým 16 %. Nejvíce je zastoupen smrk ztepilý a to 71 %, často vytváří monokultury. Ve směsi roste obvykle po kalamitách s borovicí a modřínem. Výrazně je tu zastoupená borovice (6,5 %) a modřín (5,6 %). Jedle je zde jako původní dřevina zastoupena 0,5 %. Z listnáčů je zde nejvíce zastoupen buk lesní (7,4 %). Starší porosty s jeho převahou se vyskytují jen ojediněle. Bříza se vyskytuje na chudých, kyselých stanovištích a došlo k jejímu náletu na holiny a proto je tu v zastoupení 3,9 %. Dalšími listnatými dřevinami jsou javor klen, olše, lípa, habr (AOPK ČR, 2012).

Věková struktura porostu je poměrně různá. Zastoupení věkových stupňů je nerovnoměrné. Nejvíce je zastoupen 7. a 8. věkový stupeň, to je výsledek velkých větrných kalamit. Dále je zde poněkud zvýšený 1. věkový stupeň. Poněkud nízké je zastoupení 3. věkového stupně, taktéž zastoupení starých porostů 13. až 17. věkového stupně není významné. Staré porosty se vyskytují spíše na extrémních stanovištích a v MZCHÚ. Toto je následek kalamit, kdy byly porosty poškozeny větrem, kůrovcem ale především imisemi (Vacek, Moucha et al., 2012; AOPK ČR, 2012).

Na podloží pískovců, hadců, v extrémních místech rašelin a vápenců, na skalnatých výchozech různých kyselých hornin se borovice dochovala jako dominantní. Jde o půdně specifická stanoviště, která svými vlastnostmi překrývají povahu klimatu, a proto tvoří bory v typologickém systému samostatný stupeň -0. Většina těchto stanovišť se nachází v rozpětí klimatu 2-4 LVS.

Druhová skladba lesních porostů v CHKO Broumovsko je uvedena na Obr. 6.

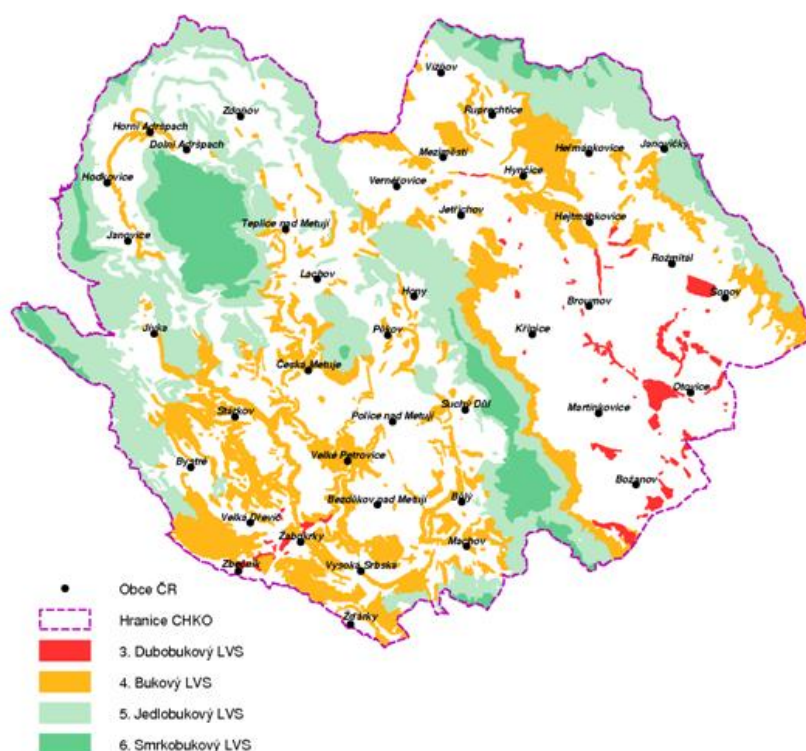


Obr. č. 6 – Přirozená a současná dřevinná skladba v CHKO Broumovsko (Vacek, Moucha et al. 2012).

Tabulka č. 1 - Zastoupení lesních vegetačních stupňů v CHKO Broumovsko (Vacek, Moucha et al., 2012; ÚHÚL, 1987).

Lesní vegetační stupeň	Plocha		Nadmořská výška m n.m.	Průměrná teplota ° C	Roční srážky mm	Vegetační doba dny
	Ha	%				
3. dubobukový	353,19	2,13	400-550	6,5-7,5	650-700	150-160
4. bukový	4 949,49	29,83	550-600	6,5-7,5	690-800	140-150
5. jedlobukový	8 090,84	48,76	600-700	5,5-6,5	800-980	130-140
6. smrkobukový	3 199,94	19,28	700-900	4,5-5,5	900-1050	115-130

Celkem	16 593,46	100				
Z toho 0. bory	1 179,33	7,34	520-600	6,0-6,5	700-900	140-150



Obr. č. 7 – Mapa LVS v CHKO Broumovsko (Vacek, Moucha et al. 2012),

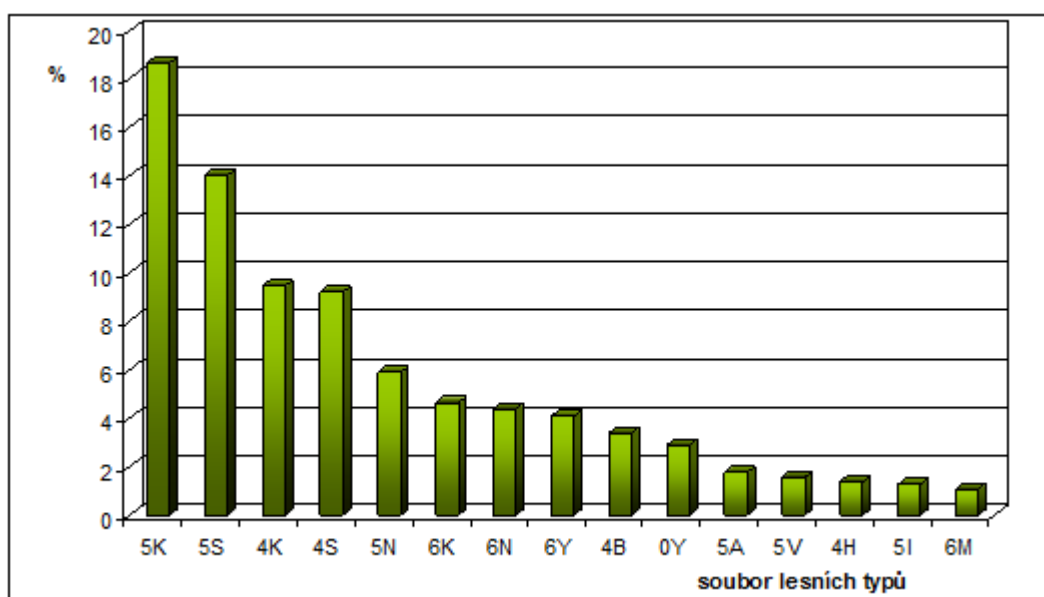
Dle klasifikace ÚHÚL je CHKO Broumovsko zařazeno převážně do 5. jedlobukového lesního vegetačního stupně (Obr. č. 7). Významné zastoupení má 4. bukový a 6. smrkobukový stupeň. V těchto LVS je nejvíce zastoupena řada kyselá, především edafická kategorie K a N. Významný podíl má také řada živná s edafickými kategoriemi S, B a H. V 6. smrkobukovém stupni a v 0. borech se ve větší míře nachází extrémní řada s edafickou kategorií Y (Vacek, Moucha et al., 2012; AOPK ČR, 2012). Přehled souborů lesních typů (SLT) v CHKO Broumovsko je uveden v Tab. č. 2 a znázorněn na Obr. č. 8.

Tabulka č. 2 - Zastoupení SLT v CHKO Broumovsko (Vacek, Moucha et al., 2012).

SLT		Plocha porostní	
Zkratka	Název	[ha]	[%]
0K	kyselý bor	8,31	0,05
0N	kamenitý bukosmrkový bor	56,21	0,34
0Y	skeletový a roklinový bor	468,53	2,83
0Z	reliktní bor	2,00	0,01
1G	vrbová olšina	0,35	0,00
3A	lipodubová bučina	9,44	0,06
3B	bohatá dubová bučina	31,41	0,19
3C	vysychavá dubová bučina	7,57	0,05

SLT		Plocha porostní	
3D	obohacená dubová bučina	59,89	0,36
3H	hlinitá dubová bučina	127,33	0,77
3J	lipová javořina	35,82	0,22
3K	kyselá dubová bučina	17,46	0,11
3L	jasanová olšina	115,08	0,70
3N	kamenitá kyselá dubová bučina	0,60	0,00
3S	svěží dubová bučina	74,78	0,45
3U	javorová jasanina	3,10	0,02
3V	vlhká dubová bučina	0,92	0,01
4A	lipová bučina	118,91	0,72
4B	bohatá bučina	557,81	3,37
4C	vysýchavá bučina	36,21	0,22
4D	obohacená bučina	158,89	0,96
4F	svěží kamenitá bučina	109,18	0,66
4H	hlinitá bučina	225,81	1,36
4I	uléhavá kyselá bučina	69,74	0,42
4K	kyselá bučina	1 560,30	9,43
4M	chudá bučina	53,45	0,32
4N	kamenitá kyselá bučina	22,21	0,13
4O	svěží dubová jedlina	67,58	0,41
4P	kyselá dubová jedlina	1,06	0,01
4S	svěží bučina	1 522,99	9,20
4V	vlhká bučina	29,13	0,18
5A	klenová bučina	285,67	1,73
5B	bohatá jedlová bučina	155,95	0,94
5C	vysýchavá jedlová bučina	0,71	0,00
5D	obohacená jedlová bučina	100,97	0,61
5F	svěží kamenitá jedlová bučina	162,53	0,98
5G	podmáčená jedlina	12,70	0,08
5H	hlinitá jedlová bučina	155,66	0,94
5I	uléhavá kyselá jedlová bučina	199,85	1,21
5J	suťová jilmojasanová javořina	49,58	0,30
5K	kyselá jedlová bučina	3 088,91	18,66
5L	montánní jasanová olšina	26,56	0,16
5M	chudá jedlová bučina	119,49	0,72
5N	kamenitá kyselá jedlová bučina	968,03	5,85
5O	svěží buková jedlina	75,62	0,46
5P	kyselá jedlina	18,63	0,11
5S	svěží jedlová bučina	2 321,73	14,03
5U	vlhká jasanová javořina	58,55	0,35
5V	vlhká jedlová bučina	253,65	1,53
5Y	skeletová jedlová bučina	50,35	0,30
5Z	zakrslá jedlová bučina	14,07	0,08
6A	klenosmrková bučina	1,00	0,01
6D	obohacená smrková bučina	11,74	0,07
6F	svěží kamenitá smrková bučina	0,33	0,00
6G	podmáčená smrková jedlina	40,52	0,24
6I	uléhavá kyselá smrková bučina	57,24	0,35
6K	kyselá smrková bučina	760,85	4,60
6M	chudá smrková bučina	173,36	1,05
6N	kamenitá kyselá smrková bučina	724,45	4,38
6O	svěží smrková jedlina	108,26	0,65
6P	kyselá smrková jedlina	72,31	0,44

SLT		Plocha porostní	
6Q	chudá smrková jedlina	8,28	0,05
6R	svěží rašelinná smrčina	14,55	0,09
6S	svěží smrková bučina	72,11	0,44
6V	vlhká smrková bučina	25,77	0,16
6Y	skeletová smrková bučina	668,52	4,04
6Z	zakrslá smrková bučina	44,94	0,27
7R	kyselá rašelinná smrčina	16,88	0,10
7T	podmáčená chudá jedlová smrčina	31,29	0,19
7V	vlhká buková smrčina	9,29	0,06
7Y	skeletová buková smrčina	39,10	0,24
NE	neklasifikováno	0,95	0,01
Celkem		16 553,03	100,00



Obr. č. 8 – Zastoupení SLT v CHKO Broumovsko (Vacek, Moucha et al., 2012).

CHKO Broumovsko patří do PLO 24- Sudetské mezihorí (Schváleno Ministerstvem zemědělství v roce 2000). Dle jednotlivých funkcí lesů zde byly vymezeny tři kategorie: lesy hospodářské (73,4 %), lesy ochranné (10,7 %), které jsou na mimořádně nepříznivých stanovištích, jako např. pískovcová skalní města, balvanité sutě a rokle či extrémně prudké svahy a lesy zvláštního určení (15,9 %), to jsou např. lesy v pásmech hygienické ochrany I. stupně, lesy v ochranných pásmech zdrojů přírodních léčiv a stolních minerálních vod či lesy na území NPR a prvních zón CHKO.

Ministerstvo zemědělství zde schválilo překryv funkcí lesů se subkategoriemi, které vyjadřují další užitečné funkce:

2a - lesy ochranné na mimořádně nepříznivých stanovištích - sutě, strže, stráně, hřebeny, kde souvisle vystupuje matečná hornina, dále pak nezpěvněné štěrkové nánosy a hluboká rašeliniště. Tato kategorie má výměru 2649,7 ha.

3d - lesní porosty chráněných území podle předpisů o státní ochraně přírody, které vyžadují odlišný způsob hospodaření. Mají výměru 3018 ha.

3g - lesy, v nichž jiné důležité potřeby společnosti vyžadují odlišný způsob hospodaření. Jejich výměra činí 43,97 ha (Vacek, Moucha et al., 2012).

3.2.4. Stav lesních porostů

3.2.4.1. Poškození porostů imisemi

V současné době je již celé území České republiky zasaženo průmyslovými imisemi. Toto znečištění atmosféry je toxické pro lesní dřeviny a patří mezi jeden z hlavních důvodů zhoršeného zdravotního stavu lesních porostů na rozsáhlých plochách. Ekosystémy, vyskytující se na exponovaných polohách, v klimatických, stanovištních a půdních extrémech jsou ohroženy nejvíce. Poškození lesních ekosystému a jednotlivých stromů se tedy projevuje i na území CHKO, především v oblastech pískovcových útvarů (Podrázský, Vacek, 1994).

Ohrožení imisemi v této oblasti je známé už z 19. století, kdy zde fungovaly parní kotle důlních šachet. Toto ohrožení bylo spíše lokální a projevovalo se především v údolích. To však nelze srovnávat s dnešním celoplošným poškozením porostů, kdy největšímu ohrožení jsou vystaveny porosty na návrších a hřebenech hor. Různé druhy dřevin jsou imisím jinak odolné a také je rozdílná rezistence jedinců. V CHKO trpí nejvíce smrk ztepilý, zdejší vzniklé monokultury jsou tedy k imisím velmi citlivé, listnaté stromy jsou všeobecně odolné více. Konečné poškození porostů však ovlivňuje více činitelů. Podstatné je, v jaké koncentraci se imise vyskytují, jak jsou porosty exponované a velmi významnou roli zde hraje počasí. Nebezpečí je především za silných mrazů, při dlouhotrvající mlze či za sucha. Dále je důležité, odkud porosty pochází a kde se daný strom v porostu nachází (podúroveň odumírá nejdříve) - (Vacek, Moucha et al., 2012).

Na imisním zatížení CHKO se nejvíce podílí vliv elektrárny Poříčí u Trutnova, teplárny Náchod a Dvůr Králové, dálkové přenosy a případně menší místní zdroje (AOPK ČR, 2012). První větší poškození se stalo v roce 1956 po silných mrazech (až - 36 °C) na ploše o rozloze 513 ha. Poté přišla do provozu elektrárna EPO II v Poříčí u Trutnova a rozsah poškození se rozšiřoval. Největší problém nastal při zvratu teplot z 31. 12. 1978 na 1. 1. 1979, kdy během patnácti hodin nastal rozdíl teplot 30 °C (+8 °C se snížilo na -22 °C). Poškození se

projevilo na rozloze 9 354 ha a rozšířilo se dále do lesních porostů (Vacek, Moucha et al., 2012). Od roku 1998 má elektrárna zavedené odsiřovací zařízení a objem imisí tedy výrazně klesl. Celé území CHKO je zařazeno do pásem ohrožení B, C a D. NPR Adršpašsko-teplické skály patří do stupně ohrožení C.

Poškození imisemi se po odtěžení a obnově nejvíce zasažených porostů projevuje především redukcí jehličí na návětrných okrajích starších porostů, v proředěných částech porostů a na chudších stanovištích. V řadě lokalit dochází k chřadnutí dřevin, především žloutnutí smrku (AOPK ČR, 2012). Jako důkaz vlivu imisí se velmi často používají listové analýzy, dále pak biochemické, fyziologické a morfologické metody (především letokruhové analýzy). Jako nejčastější indikátor pro vliv imisí na stav stromů v porostu je využívána defoliace (Vacek et al., 2000).

V poslední době škody spíše stagnují a většina exhalačních těžeb je již vykonána. Přesto z toho nelze zatím nic vyvozovat, protože poškození probíhá především při sledu nečekaných a nepříznivých okolností. A i přes snížení imisní zátěže je stále velké ohrožení a možný nárůst poškození na kyselých půdách s nižší pufrací schopností (Vacek, Moucha et al., 2012).

3.2.4.2. Poškození porostů větrem, sněhem a námrazou

Největší škody působí vítr, menší jsou pak způsobeny sněhem, námrazou a suchem. Tyto činitele se podstatnou měrou podílejí na nahodilých těžbách. Převažují zde především větry západních směrů, to je dáno orientací hřbetů od SZ k JV a velkou členitostí terénu. Časté jsou i větry od S a SV. V posledních dvaceti letech jsou nahodilé těžby způsobené větrem ve výši několika tisíc m³ ročně. Na území CHKO se projevily i silné větry z let 2007 a 2008 kdy Českou republiku zasáhl orkán Kyril a vichřice Emma. Tyto přírodní zásahy způsobily kalamitu o objemu cca 37 000 m³. Opožděné zpracování této kalamity v Polsku dalo za následek kalamitě kůrovcové.

Velmi časté jsou zde také škody sněhem a námrazou, projevují se především ve vyšších polohách nad 600 m. V nižších polohách je to spíše následek poškození loupáním zvěří a hnilobou kmene. Poškození se projevuje především vrcholovými zlomy. Nejčastěji jsou poškozovány lokality na hřebenech Jestřebích hor, Broumovských stěn a Javořích hor. Sněhové a námrazové polomy se objevují téměř každoročně. Sucho se projevuje především na pískovcových lokalitách a na jižních expozicích. Porosty jsou následně oslabené, což vede k větší náchylnosti na kůrovcové kalamity (AOPK ČR, 2012; Vacek, Moucha et al., 2012).



Obr. č. 9 – Škody způsobené větrem v NPR Adršpašsko-teplické skály – zlom (foto: K. Kašparová).

3.2.4.3. Škody způsobené zvěří

Zvěře je v této oblasti vysoká koncentrace, její stavy jsou přemnožené. Vlivem toho způsobuje značné škody na lesích, zejména loupáním, ohryzem a okusem sazenic. To má za následek větší koncentraci hnilob a porosty jsou poté náchylnější na poškození. Nejvíce jsou zasaženy mladé porosty, které by měly sloužit jako fond pro obnovu lesů po imisních kalamitách (Vacek, Moucha et al., 2012). Vyskytuje se zde zvěř mufloní, která spásá v místě svého výskytu nárosty, dále zvěř srnčí a jelení, poškozují především dřeviny, kterých je v oblasti méně (jedle, buk) a tak omezují přirozenou obnovu listnatých dřevin a jejich větší návrat do porostů. Škody zvěří se projevují po celém území CHKO (AOPK ČR, 2012).

Broumovsko je jelení oblastí, ale zároveň se zde velkoplošně pěstuje řepka v Broumovské kotlině. Zvěř se zde sdružuje do velkých stád a přečkává při okrajích lesů, kde svým ohryzem významně ničí mladé porosty. Honitby jsou především roztráštěné a mají menší výměru. Došlo k určitému poklesu množství zvěře, ale stále skutečné stavy převyšují ty normované (Vacek, Moucha et al., 2012).

3.2.4.4. Škody způsobené hmyzem

V této oblasti se nejvíce vyskytuje kalamitní škůdce lýkožrout smrkový (*Ips typographus*). Jeho gradace se objevuje vždy po včas nezpracovaných větrných a sněhových polomech, při dlouhých obdobích sucha a tepla (má až tři generace v jednom roce) a na imisemi ovlivněných stanovištích. V nepříznivých terénech byly napadené stromy vyklizeny pomocí lanovek a dokonce i vrtulníku, vznikly rozsáhlé seče o výměře přesahující i 20 ha. Ty jsou v současnosti ve stádiu mlazin s vysokým podílem břízy. Z řad kůrovců jsou zde také lýkožrout lesklý (*Pityogenes chalcographus*), lýkožrout menší (*Ips amitinus*) a lýkožrout severský (*Ips duplicatus*), jehož výskyt probíhá poměrně skrytě. Napadá stojící stromy v jejich horních částech a uvnitř porostu. Při případném vzniku kalamity (v důsledku polomů, sucha, imisí) je jeho škodlivý výskyt velmi reálný.

Dalším škůdcem je bekyně mniška (*Lymantria monacha*). Její kalamita v letech 1921-1923 byla především na Náchodsku. CHKO se dotkla pouze okrajově a svým žírem nezpůsobila rozsáhlé zničení porostů. V oblasti se nachází v základním stavu, ale při nepříznivém vývoji počasí by v nižších polohách mohlo dojít k její opětovné gradaci.

Po zavedení holosečného hospodářství se stal významným škůdcem jehličnatých kultur klikoroh borový (*Hylobius abietis*). Poté co holoseče byly omezeny, se jeho škody podstatně snížily. A v posledních letech díky ošetřování sazenic není nijak výrazný.

Dříve zde byly velmi časté škody žírem chroustů (především na dubech) a jejich ponrav na kořenech sazenic, nicméně za posledních 20 let naprosto zmizely. Příčina jejich zmizení dosud není zcela objasněna (Vacek, Moucha et al., 2012; AOPK ČR, 2012).

3.2.4.5. Škody způsobené houbami

Hniloby, které způsobují houby, jsou tu velmi časté. Nejvíce napadené jsou smrkové porosty, především jsou-li poškozeny loupáním a ohryzem nebo při těžbě. V nich se nejčastěji vyskytují choroše- zejména troudnatec - (*Fomes anosus*). Dále jsou zasaženy geneticky nevhodné porosty, ty jsou postihovány vrškovými zlomy (AOPK ČR, 2012).

Vyskytuje se zde sypavka borová, ta se objevuje především v obdobích vlhkých let, protože houba potřebuje dobré podmínky k rozvoji. Dalším důležitými druhy jsou pevník krvavějící (*Stereum sanguinolentum*), kořenovník vrstevnatý (*Heterobasidion annosum*) a václavka smrková (*Armillaria ostoyae*), kterou nalezneme převážně v místech, kde jsou stromy vystaveny většímu imisnímu zatížení.

Ke škodám na lesních porostech dochází především tam, kde je určitým způsobem snížena odolnost daných dřevin. Například jde o jedince, pro které dané stanoviště není zcela přirozené, nemají vhodné podmínky pro svůj rozvoj anebo jsou zasaženy dalšími abiotickými či biotickými činiteli (imise, sucho, hmyz). Zdravotní stav lesa ať už přímo či nepřímo ovlivňuje i lidská činnost (Vacek, Moucha et al., 2012), (AOPK ČR, 2012).

3.2.5. Základní charakteristika dřevin v zájmovém území

3.2.5.1. Borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

Mezi stromovitými dřevinami má borovice lesní nejrozsáhlejší areál výskytu, pokrývá značnou rozlohu Euroasie. Její původní rozšíření v České Republice je v mezofytiku, v horských polohách je zastoupena roztroušeně a ojediněle se nachází v termofytiku (Poleno, Vacek et al., 2009). V Evropě je její výskyt znám od třetihor. Její rozšíření se v posledních desetiletích mění v důsledku globálních klimatických změn. Vysoký stupeň rozšíření zahrnuje širokou škálu klimatických podmínek, které je schopna tolerovat, od chladných oblastí Sibiře až po středomořské podnebí jižního Španělska. Právě proto, že se vyskytuje ve všech členských státech EU, a pokrývá 20 % plochy lesů, jde o významný druh jak z ekologického tak ekonomického pohledu. Nachází se v cca 64 typech přírodních stanovišť v rámci soustavy Natura 2000, jedním z těchto přírodních stanovišť jsou právě reliktní bory (Vacek et al., 2000).

Jedná se o druh s vysokou ekologickou amplitudou, je velmi přizpůsobivá, tolerantní k teplu, suchu a nízkým teplotám. Jediné co netoleruje je zastínění. Klíčení tedy probíhá nejlépe za plného nebo alespoň částečného oslunění než v zástínu. Její růst je v mládí poměrně velmi rychlý (Poleno, Vacek et al., 2009). To lze přisuzovat faktu, že jde o světlomilnou a pionýrskou dřevinu. Roste především na místech, kde je vyloučena konkurence stinných dřevin.



Obr. č. 10 – Obdivuhodná životaschopnost borovice lesní (foto: K. Kašparová).

Svou přirozenou dominanci si zachovala především na půdně výrazných stanovištích, které svou specifickou povahou překrývají rozdílnosti klimatu. Jde především o lokality na podloží písčitých sedimentů, hadců, v extrémních podmínkách i vápenců a rašelinišť a na skalnatých výchozech různých kyselých hornin. Kořenový systém je mohutný, křivý s častými bočními kořeny. Je uzpůsoben tak, že drží nadzemní část velmi dobře v zemi, proto je řazena mezi zpevňující dřeviny. Dorůstá výšky až 40 m. Borka je silná a rozpukaná, v horní části se výrazně odlupuje. Dřevo má měkké a s jádrem. Nejkrásnější porosty velmi dobré výšky, s jehlancovitou nebo válcovitou korunou se vytvářejí na hlinitopísčitých až písčitých, hlubokých, kyprých, vodou přiměřeně zásobených půdách, hrubší skladby. Na takovýchto stanovištích tvoří křivý kořen s poměrně bohatým větvením. Oproti tomu na velmi chudých, jílnatých, příliš suchých půdách s hluboko položenou hladinou spodní vody, která nedosahuje ke kořenům, bývá kmen kratší a koruna deštníkového tvaru. Na rašeliništích převládá borovice pyramidního tvaru, typické je pro ni dlanité uspořádání kořenů, které jsou bohatě větveny (Poleno, Vacek et al., 2009).

Přirozená obnova borovice, pokud jde o zabuřené půdy je velmi nesnadná. Především pokud jde o půdy zarostlé borůvkou a vřesem. V těchto případech je třeba příprava půdy. Základním předpokladem pro přirozenou obnovu je vhodnost mateřského porostu, jeho včasná příprava k obnově a vhodná úprava půdního prostředí (Poleno, Vacek et al., 2009). Vhodné podmínky pro spontánní přirozenou obnovu vytvářejí porosty lišejníků a mechů, z rodu mechů to je především *Hypnum*, *Hylocomium*, *Pleurozium* a *Dicranum*. Mechy a do určité míry i lišejníky, někdy i řídká travní a bylinná vegetace na chudých půdách nepředstavují překážku pro klíčení semen. Mechy působí spíše jako ochrana před vysycháním půdy (Šindelář, 2004).

3.2.5.2. Smrk ztepilý (*Picea abies*)

Ve střední Evropě se jedná o dřevinu horských poloh, kde nejčastěji vytváří horní lesní i stromovou hranici. Člověk jeho rozšíření zvětšoval a nyní je zastoupen ve všech lesních vegetačních stupních, nejvíce v monokulturách. V České Republice se smrk přirozeně vyskytuje převážně v oreofytiku (polohy nad 1000 m n. m.) a v mezofytiku (inverzní polohy-NPR Adršpaško-teplické skály). V nadmořských výškách od 500 do 1000 m je jeho produkční optimum. „Ukazuje se, že pro přirozený výskyt smrku není rozhodující nadmořská výška, ale především chladné kontinentální klima s dostatečným zásobováním půdy vodou, což nemusí být jen vysoké srážkové úhrny, ale i kořenům smrku dosažitelná hladina proudící podzemní vody (nikoliv stagnující) - (Poleno, Vacek et al, 2009). Obecně je kořenový systém smrku považován za povrchový, ten vytváří na mělkých půdách a je zde také silně ohrožen větrem. Pokud, ale roste na hlubokých, kyprých půdách, bez vysoké hladiny podzemní vody podobá se spíše kořenovému systému borovice.

Na živiny smrk náročný není, avšak nesvědčí mu ani nízký obsah živin v půdě (má za následek nízký přírůst) a ani vysoký obsah živin v půdě (je více napadán houbovými chorobami). Mladí jedinci jsou tolerantní k zastínění (Poleno, Vacek et al, 2009).

3.2.5.3. Bříza skalní (*Betula „petraea“*)

Předpokládaným vývojovým centrem rodu bříza jsou Himaláje a Tibet. V rámci Evropy a i celosvětového měřítko patří k taxonomicky obtížným rodům, dosahuje velké druhové variability. Jednotlivé druhy se mezi sebou kříží a vznikají morfologicky odlišní jedinci, zároveň v některých oblastech dochází k jejímu izolovanému vývoji. Jedná se o pionýrskou dřevinu, která se umí dobře přizpůsobit prostředí. Je schopna odolávat mrazu, těžkému sněhu, ale také imisím. Vyskytuje se i v extrémních horských polohách.

Předpokládá se, že bříza skalní (*Betula „petraea“*) je reliktním hybridogenním taxonem, vzniklý křížením břízy bělokoré (*Betula pendula*) a břízy pýřité (*Betula pubescens*). Její výskyt je znám z reliktních borů na skalách, sutích, rašeliništích a pískovcových skalních měst. Dále byla nalezena např. i v Českém středohoří a na Kokořínsku. Její rozšíření dodnes není přesně určeno (Buriánek, Novotný, Frýdl, 2014)

4. Materiál a metodika

4.1. Charakteristika trvalých výzkumných ploch

Podklady pro svoji bakalářskou práci jsem měřila ve východních Čechách v NPR Adršpašsko-teplické skály. Studované porosty se nacházejí v lesním vegetačním stupni 0, tedy bory v nadmořských výškách okolo 600 m n. m. Z typologického hlediska jde o soubor lesních typů 0Y4. Všechny trvalé výzkumné plochy mají rozměry 50 x 50 m (2500 m²). Měření probíhalo v měsících srpen a září 2017.

Trvalá výzkumná plocha 1 – „Nad Skalní bránou 1“ dále (TVP 1). Nachází se v nadmořské výšce 630 m, na středně sklonitém svahu a severní expozici. Dle typologického zařazení se jedná o soubor lesních typů 0Y4 - skeletový roklinový smrkový bor (*Piceeto-Pinetum faucibile*). Půdní typ je litozem silikátová až podzol litický arenický. Průměrný věk porostu je 129 let a průměrná výška 13 m. GPS souřadnice sledované plochy jsou 50°35'41"N, 16°07'59"E.



Obr. č. 11 – TVP 1 „Nad Skalní bránou 1“ (foto: K. Kašparová).

Trvalá výzkumná plocha 2 – „Nad Skalní bránou 2“ dále (TVP 2). Nachází se v nadmořské výšce 625 m a navazuje na TVP 1, opět tedy jde o středně sklonitý svah a severní expozici. Dle typologického zařazení se jedná o soubor lesních typů 0Y4 - skeletový roklinový smrkový bor (*Piceeto-Pinetum faucibile*). Půdní poměry jsou stejné, jedná se tedy opět o silikátovou litozem až litický arenický podzol. Průměrný věk porostu je 122 let a průměrná výška 15 m. GPS souřadnice sledované plochy jsou 50°35'40"N, 16°08'04"E.



Obr. č. 12 – TVP 2 „Nad Skalní bránou 2“ (foto: K. Kašparová)

Trvalá výzkumná plocha 3 – „U Střmenu“ dále (TVP 3). Nachází se v nadmořské výšce 615 m a dále navazuje na TVP 2. Jedná se o středně sklonitý svah a severní expozici. Z typologického hlediska se zde nachází soubor lesních typů 0Y4 - skeletový roklinový smrkový bor (*Piceeto-Pinetum faucibile*). Půdní typ je litozem silikátová až podzol litický arenický. Průměrný věk porostu je 127 let a průměrná výška 16 m. GPS souřadnice sledované plochy jsou 50°35'41"N, 16°08'13"E.

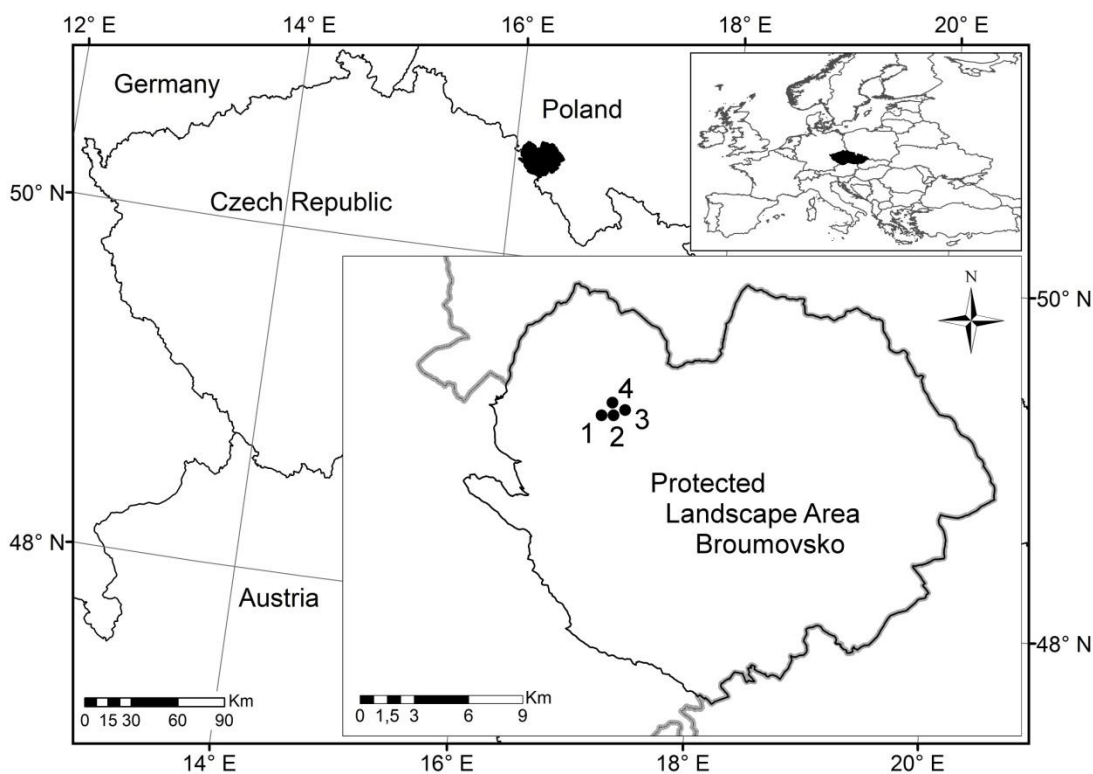


Obr. č. 13 – TVP 3 „U Střmenu“ (foto: K. Kašparová)

Trvalá výzkumná plocha 4 – „ U Vstupní rokle “ dále (TVP 4). Nachází se v nadmořské výšce 610 m a sousedí s TVP 2. Je zde středně sklonitý svah a severní expozice. Z typologického hlediska se zde nachází soubor lesních typů 0Y4 - skeletový roklinový smrkový bor (*Piceeto-Pinetum faucibile*). Půdní typ je litozem silikátová až podzol litický arenický. Průměrný věk porostu je 128 let a průměrná výška 16 m. GPS souřadnice sledované plochy jsou 50°35'45"N, 16°08'03"E.



Obr. č. 14 – TVP 4 „ U Vstupní rokle “ (foto: K. Kašparová).



Obr. č. 15 – Lokalizace TVP 1, 2, 3, 4 v České Republice a CHKO Broumovsko (Vacek et al., 2000)

4.2. Metodika terénního měření a zpracování dat

Jedná se o již založené a naměřené výzkumné plochy, v roce 2000 byl k tomuto účelu použit teodolit a v roce 2015 technologie FieldMap (IFER-Monitoring and Mapping Solutions Ltd), pro měření struktury stromového patra a přirozené obnovy porostu. Jsou to navazující zkoumání na studium zdravotního stavu těchto porostů v letech 1975-2015 (Vacek et al., 2000). Takto byly vytyčeny trvalé výzkumné plochy tvaru čtverce o rozměrech 50 x 50 m (2 500 m²). Hraniční stromy jsou označeny sprejem. Mezi těmito označenými stromy jsem si natáhla pásmo, pro lepší orientaci. Dále jsem si na ploše změřila dílce o rozměrech 5 x 5 m (25 m²) a v těchto jednotlivých menších územích prováděla měření stromků přirozené obnovy.

U každého stromku do výšky 150 cm se zaznamenával druh dřeviny, pro mou bakalářskou práci se studovala borovice lesní (*Pinus sylvestris*), smrk ztepilý (*Picea abies*) a bříza skalní (*Betula „petraea“*). Dále jeho výška (cm), průměr kořenového krčku (mm), průměr koruny (cm) a výška nasazení koruny (cm). Hodnotil se také zdravotní stav jednotlivých stromků (1-5, kdy hodnocení 1 dostal zdravě vypadající, dobře rostoucí jedinec a

hodnocení 5 jeho opak). Také jsem zapisovala, v jakém pokryvu stromek roste (hrabanka, skála, velmi často brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) a u TVP 1 hasivka orličí (*Pteridium aquilinum*). Mnou měřené stromky přirozené obnovy se zakreslovaly do mapy z výzkumu „Struktura, vývoj a biodiverzita reliktních borů ponechaných samovolnému vývoji pod vlivem imisí v NPR Adršpašsko-teplické skály v České republice“ (Vacek et al., 2000), v nichž jsou zaznamenány dospělé stromy, jejich korunová projekce a také tlející, ležící dřevo. Následně se pro každý stromek dělaly souřadnice X a Y pro další zpracování v programu ArcGis. Naměřená data se později zpracovávala a vytvářely se z nich tabulkové a grafické výstupy.



Obr. č. 16 – Pohled na měřenou část plochy na TVP 4 (foto: K. Kašparová).

5. Výsledky

5.1. Trvalá výzkumná plocha 1 - „Nad Skalní bránou 1“

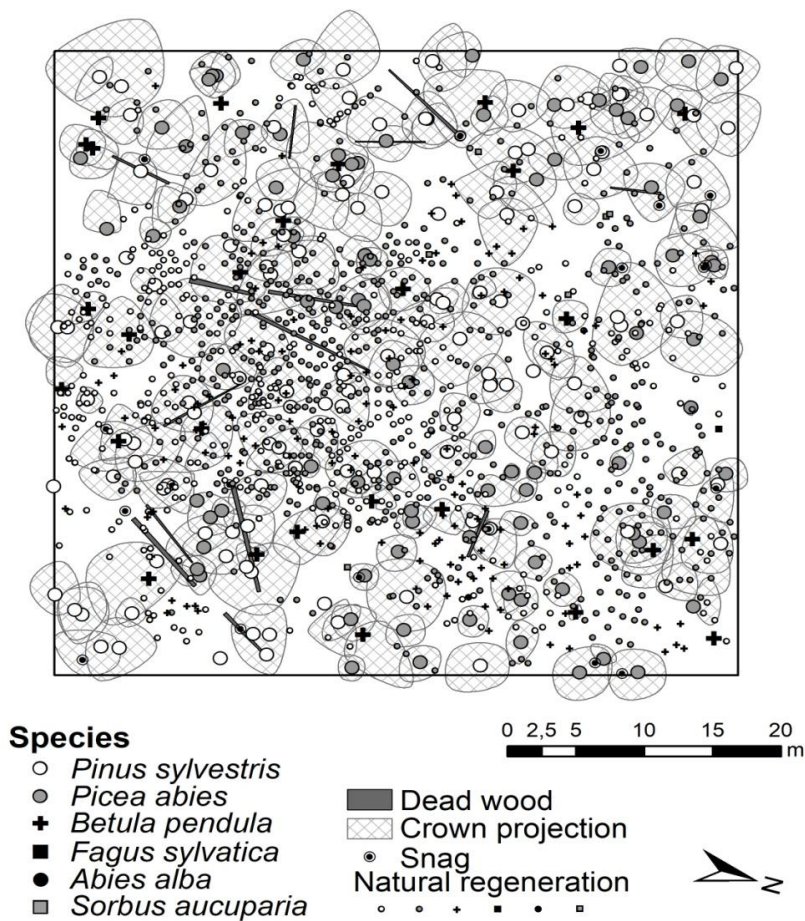
Na této ploše se jedná o různorodou kmenovinu se skupinovitými nárosty smrku ztepilého a vtroušenou břízou na členitém okraji skalní plošiny. Půdním pokryvem je zde převážně hrabanka, velmi časté jsou zde nárosty brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*), a místy hasivky orličí (*Pteridium aquilinum*). Na některých částech této lokality je tedy konkurenční tlak bylinného patra vysoký, převážně tam, kde roste hasivka orličí. Množství přirozeného zmlazení ovlivňuje především bylinné patro, zápoj stromového patra a půdní podmínky.

Počty jedinců v přepočtu na hektar a jejich procentuální zastoupení rozdělené dle dřevin jsou uvedeny v tabulce č. 3. Převažující dřevinou je smrk ztepilý, což lze přisuzovat historickému vývoji, kdy se v těchto oblastech smrk vysazoval, jakožto vhodná dřevina v té době (jak dokládají záznamy z AOPK ČR, 2018)

Tabulka č. 3 – Počty jedinců v přepočtu na hektar a procentuální zastoupení rozdělené dle dřevin.

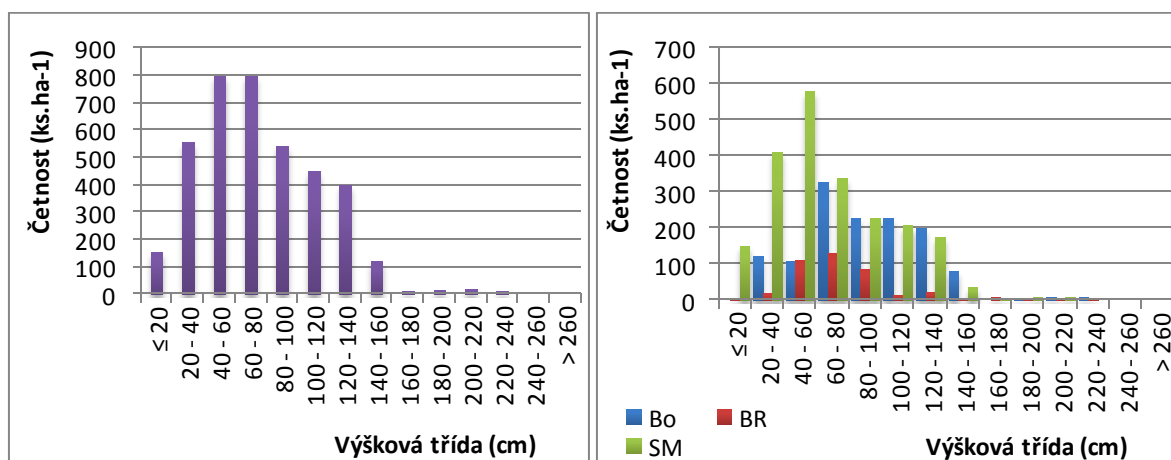
TVP 1	ks/ha	%
<i>Picea abies</i>	2152	55
<i>Pinus sylvestris</i>	1316	34
<i>Betula pendula</i>	420	11
Σ	3888	100

Na Obr. č. 17 je znázorněna horizontální struktura stromového patra v roce 2017, je zde vidět, že na TVP 1 bylo jedinců přirozené obnovy nejvíce, oproti ostatním plochám. To se dá přisuzovat především tomu, že zde byl dospělý porost nejvíce rozvolněn. Jedinci jsou v jedné části plochy rozmístění velmi shlukovitě, postupně se jejich rozmístění rozvolňuje. Mladší jedinci, kteří jsou tím pádem menšího věku, rostou především na místech, kde se méně vyskytuje buřň a odrostlé zmlazení (Vacek, Vacek, Schwarz et al., 2009).



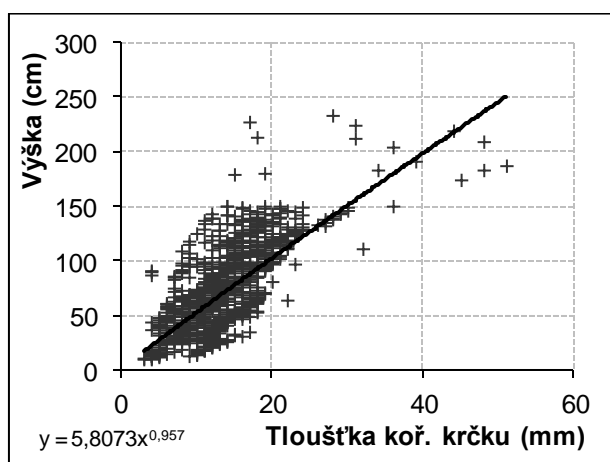
Obr. č. 17 – Horizontální struktura dřevinné složky ekosystému na TVP 1.

Na Obr. č. 18 je znázorněna výšková struktura přirozené obnovy v přepočtu na 1 ha. Z obrázku vidíme, že výšková struktura je různá. Nejvíce jedinců se nachází ve výškové třídě 40-60 a ten samý počet v 60-80 cm. Při rozdělení dle dřevin je nejvíce jedinců smrku ve výškové třídě 40-60 cm. Naopak borovice a břízy v třídě 60-80 cm.



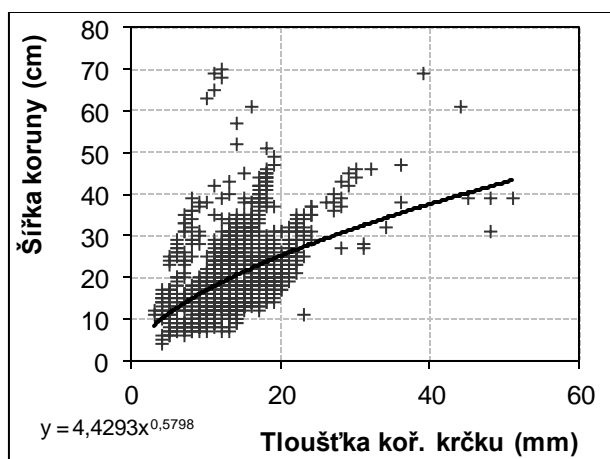
Obr. č. 18 – Histogram výškové struktury přirozené obnovy na TVP 1, rozdělen dle druhů dřevin.

Na Obr. č. 19 jsou hodnoty výšek a tloušťek kořenového krčku, můžeme zde pozorovat, že s rostoucí výškou roste i tloušťka. Nejvíce jedinců do 150 cm měli tloušťku kořenového krčku do 20 mm.



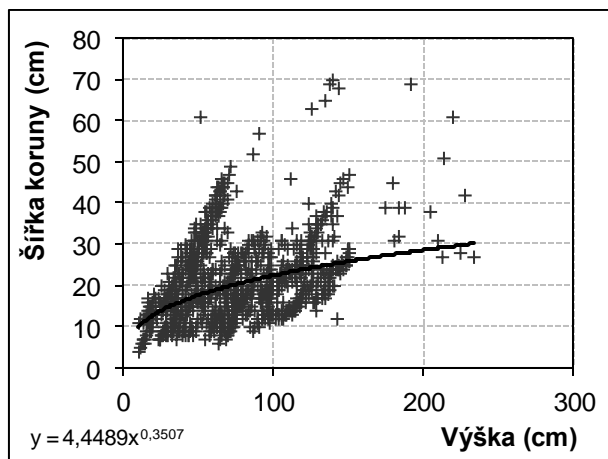
Obr. č. 19 – Vztah mezi závislostí výšky na tloušťce kořenového krčku na TVP 1.

Vztah mezi šířkou koruny a tloušťkou kořenového krčku je vidět na Obr. č. 20. Lze z něho usuzovat, že v tloušťkovém rozmezí 0-20 mm se vyskytuje největší variabilita šířek koruny, a to až do 40 cm.



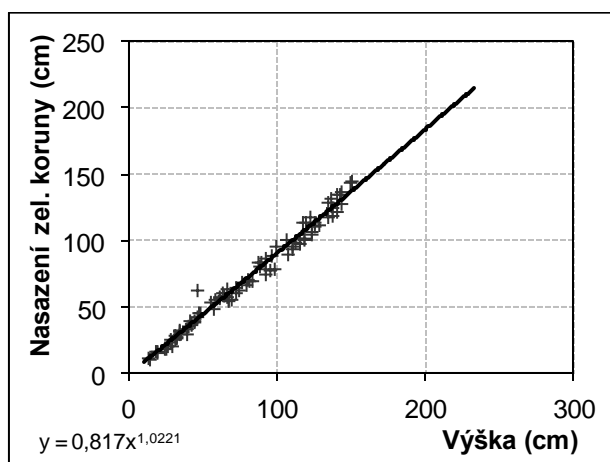
Obr. č. 20 – Vztah mezi závislostí šířky koruny na tloušťce kořenového krčku na TVP 1.

Obr. č. 21 popisuje souvislost šířky koruny a výšky. Můžeme říci, že tento vztah je variabilní. Převážně do 100 cm výšky se šířka koruny velmi mění, v některých případech dosahuje i přes 40 cm.



Obr. č. 21 – Vztah mezi závislostí šířky koruny na výšce na TVP 1.

Vztah mezi výškou nasazení zelené koruny je znázorněn na Obr. č. 22, vyplývá z něho, že s rostoucí výškou roste i výška nasazení koruny.



Obr. č. 22 – Vztah mezi závislostí nasazení zelené koruny a výšky na TVP 1.

Dle Vacka (2000) se stav přirozené obnovy na jednotlivých plochách převážně zvětšuje. To se dá přisuzovat např. menší imisně-ekologické zátěži než v dřívějších letech.

5.2. Trvalá výzkumná plocha 2 - „Nad Skalní bránou 2“

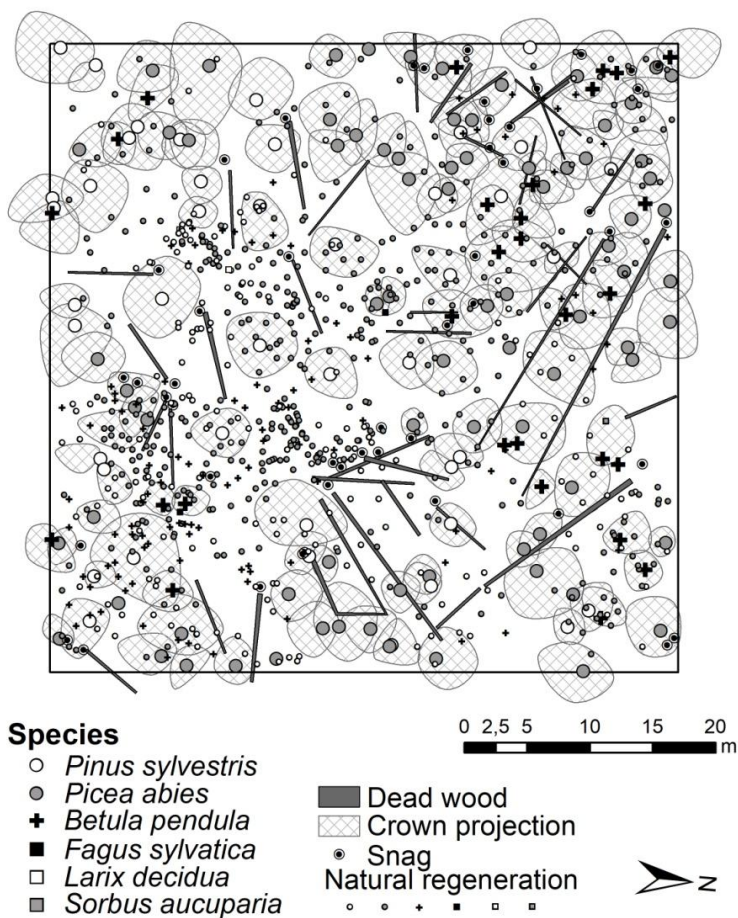
Jedná se zde o různorodou kmenovinu se skupinovitými nárosty smrku ztepilého a vtroušenou břízou na členitém okraji skalní plošiny. Tato výzkumná plocha je velmi podobná té první, akorát půdní pokryv tvoří převážně velké nárosty brusnice borůvky a hasivka orličí se zde nachází v podstatně menší míře.

Počty jedinců v přepočtu na hektar a jejich procentuální zastoupení rozdělené dle dřevin jsou uvedeny v tabulce č. 4. Převažující dřevinou je opět smrk ztepilý. Jeho zastoupení je na této ploše větší oproti TVP 1.

Tabulka č. 4 – Počty jedinců v přepočtu na hektar a procentuální zastoupení rozdělené dle dřevin.

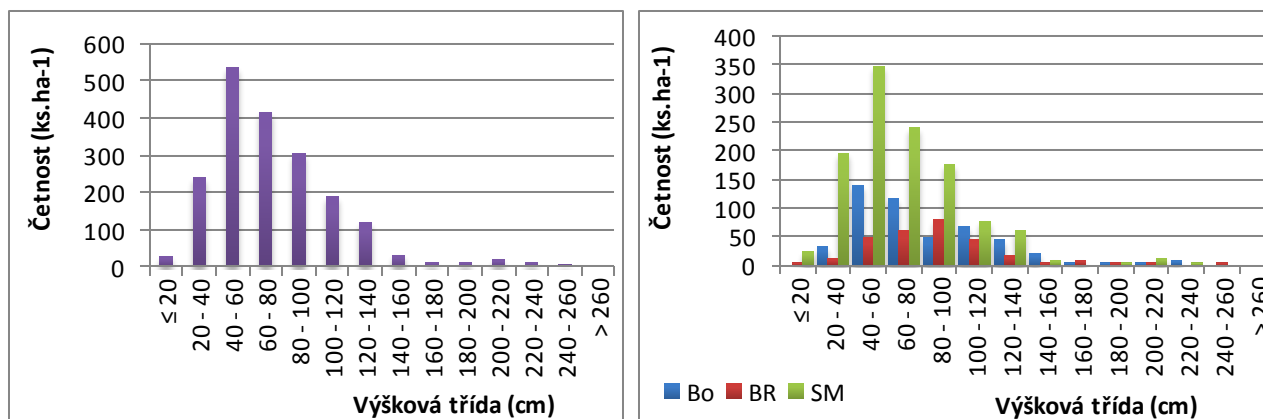
TVP 2	ks/ha	%
<i>Picea abies</i>	1148	60
<i>Pinus sylvestris</i>	488	25
<i>Betula pendula</i>	288	15
Σ	1924	100

Na Obr. č. 23 je znázorněna horizontální struktura stromového patra v roce 2017, jedinců přirozené obnovy je zde méně než na TVP 1. Můžeme to přisuzovat například většímu tlaku bylinného patra, zároveň byl dospělý porost více zapojen. Rozmístění mladých stromků je spíše náhodné, v některých částech shlukovité.



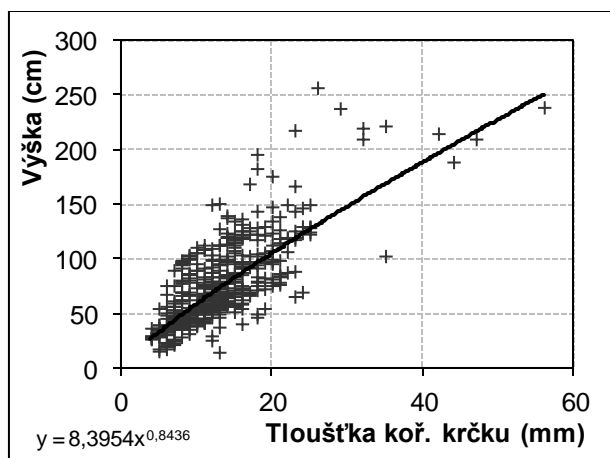
Obr. č. 23 – Horizontální struktura dřevinné složky ekosystému na TVP 2.

Na Obr. č. 24 je znázorněna výšková struktura přirozené obnovy v přepočtu na 1 ha. Z obrázku vidíme, že výšková struktura je velmi různá. Nejvíce jedinců se nachází ve výškové třídě 40-60. Při rozdělení dle dřevin je nejvíce jedinců smrku ve výškové třídě 40-60 cm. Borovice ve třídě 60-80 cm a břízy ve třídě 20-40. Můžeme říci, že oproti TVP 1 je tato plocha výškově variabilnější.



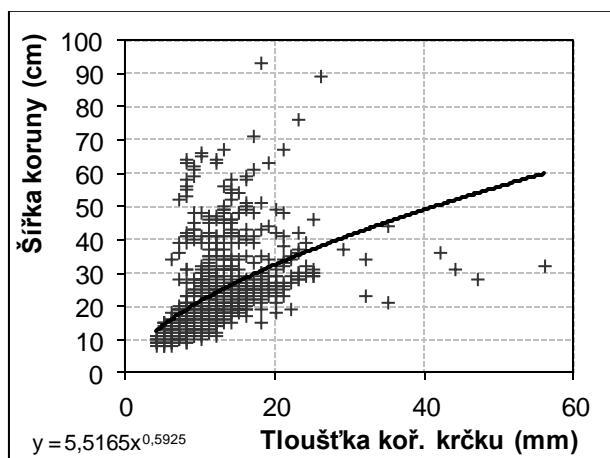
Obr. č. 24 – Histogram výškové struktury přirozené obnovy na TVP 2, rozdělen dle druhů dřevin.

Na dalším obrázku je vztah mezi výškou a tloušťkou kořenového krčku. Nejsou zde velké rozdíly oproti TVP 1.



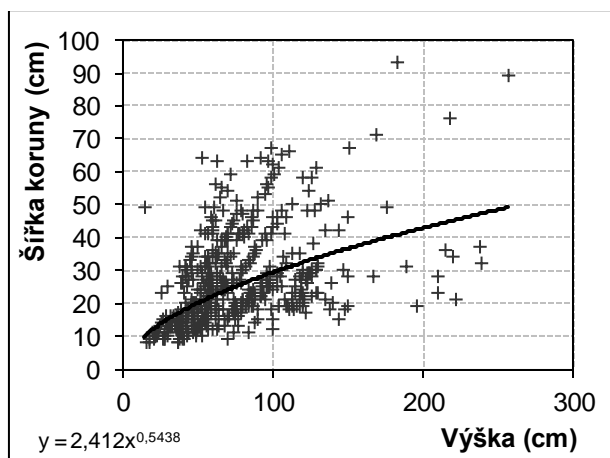
Obr. č. 25 – Vztah mezi závislostí výšky na tloušťce kořenového krčku na TVP 2.

Obr. č. 26 popisuje vztah šířky koruny a tloušťky kořenového krčku. Vidíme, že šířka koruny je velmi různá. Největší variabilita se nachází v rozmezí 0-20 mm, kdy šířka koruny je i přes 50 cm.



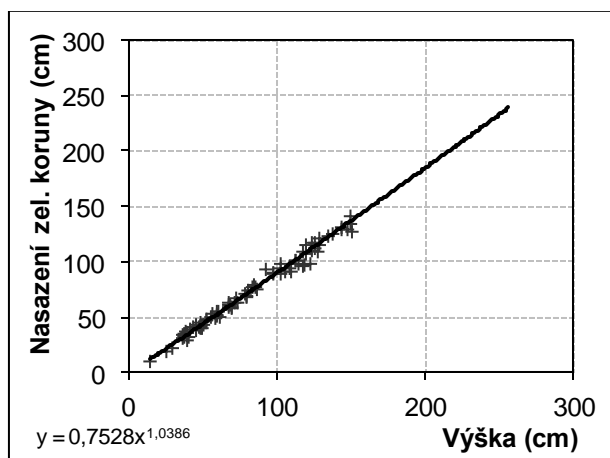
Obr. č. 26 – Vztah mezi závislostí šířky koruny na tloušťce kořenového krčku na TVP 2.

Oproti TVP 1 je také variabilnější vztah šířky koruny a výšky, který je popsán na Obr. č. 27. Šířka koruny zde dosahuje větších hodnot a to i 60 cm a různorodost šířek koruny se velmi mění i při výšce nad 100 cm.



Obr. č. 27 – Vztah mezi závislostí šířky koruny na výšce na TVP 2.

Vztah mezi výškou nasazení zelené koruny je znázorněn na Obr. č. 28, vyplývá z něho, že s rostoucí výškou roste i výška nasazení koruny.



Obr. č. 28 – Vztah mezi závislostí nasazení zelené koruny a výšky na TVP 2.

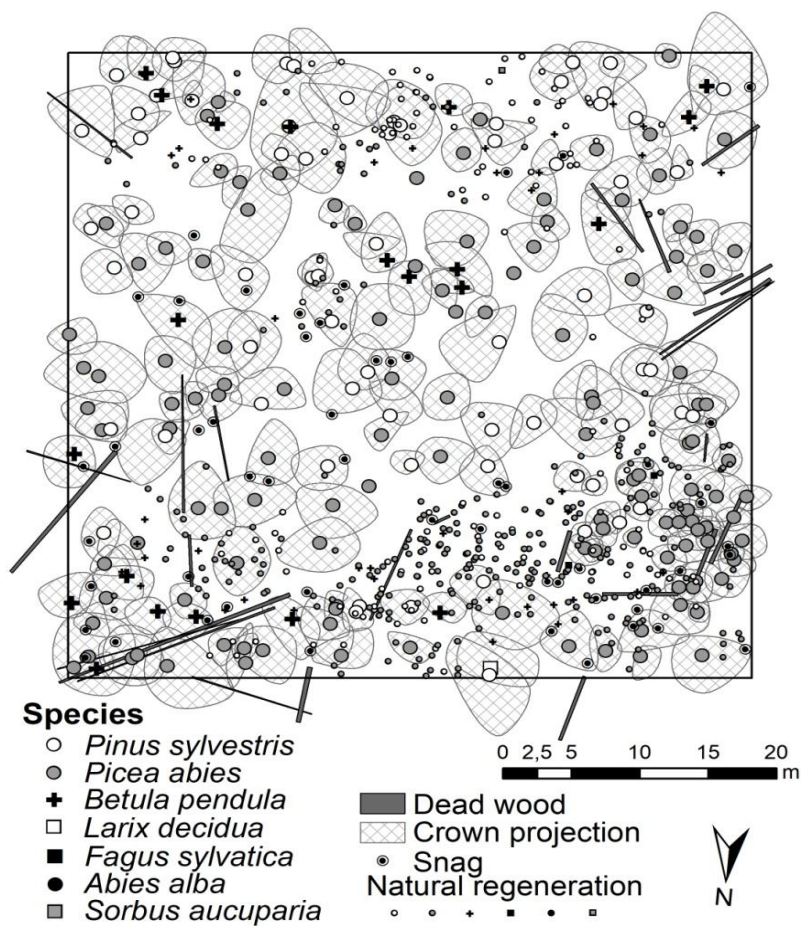
5.3. Trvalá výzkumná plocha 3 – „ U Střmenu“

Na ploše se jedná o různorodou kmenovinu se skupinovitými nárosty smrku ztepilého a vtroušenou břízou na členitém okraji skalní plošiny. Oproti ostatním výzkumným plochám se zde nejvíce projevuje skalní reliéf. Tomu odpovídají i počty jedinců, které zde byly nejnižší a také druhové složení. Z tabulky č. 5 je vidět, že převládající dřevinou na tomto území byla borovice a to z 50 %.

Tabulka č. 5 – Počty jedinců v přepočtu na hektar a procentuální zastoupení rozdělené dle dřevin.

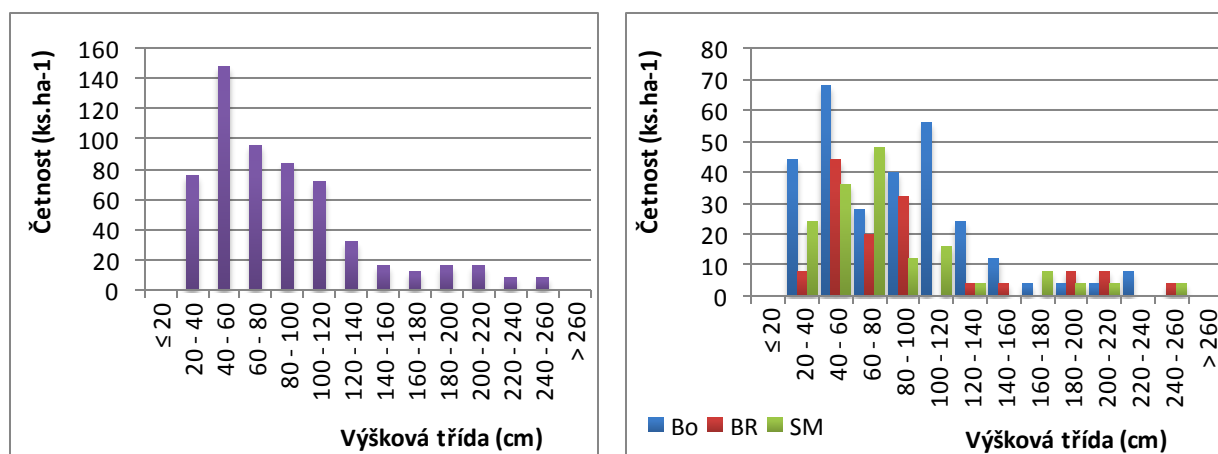
TVP 3	ks/ha	%
<i>Picea abies</i>	160	27
<i>Pinus sylvestris</i>	292	50
<i>Betula pendula</i>	132	23
Σ	584	100

Na Obr. č. 29 je znázorněna horizontální struktura stromového patra v roce 2017, z něhož je patrný nízký počet jedinců. Přírozenou obnovu zde brzdí především skalní terén. Rozmístění mladých stromků je převážně nepravidelné, náhodné.



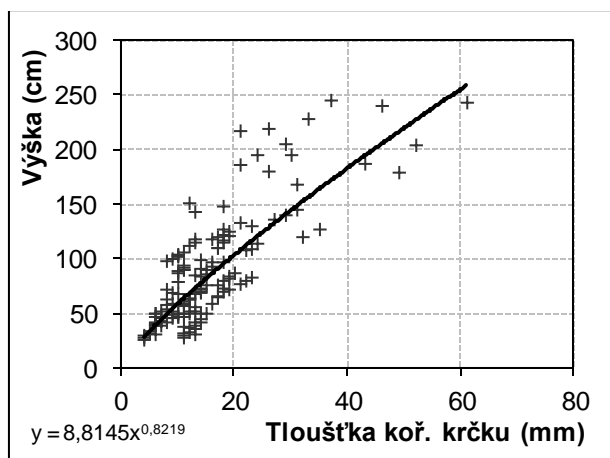
Obr. č. 29 – Horizontální struktura dřevinné složky ekosystému na TVP 3.

Na Obr. č. 30 je znázorněna výšková struktura přirozené obnovy v přepočtu na 1 ha. Z obrázku vidíme, že výšková struktura je různá. Nejvíce jedinců se nachází ve výškové třídě 40-60. Při rozdělení dle dřevin je nejvíce jedinců smrku ve výškové třídě 60-80 cm. Borovice ve třídě 40-60 cm, břízy taktéž. Oproti TVP 1 a TVP 2 je tato plocha výškově rozdílná a to například tím, že se zde nachází vyšší počty břízy v jednotlivých výškových třídách.



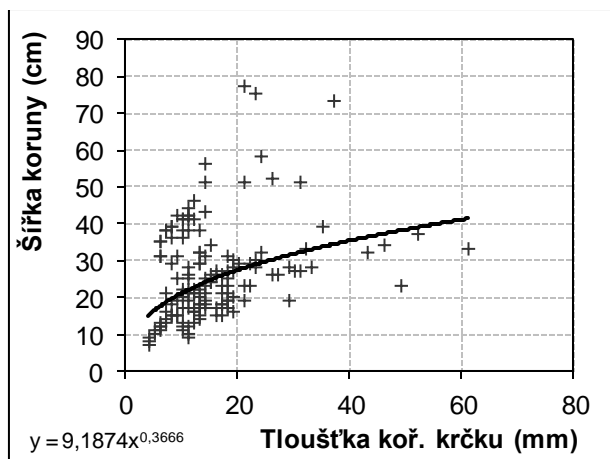
Obr. č. 30 – Histogram výškové struktury přirozené obnovy na TVP 3, rozdělen dle druhů dřevin.

Obr. č. 31 popisuje vztah mezi výškou a tloušťkou kořenového krčku. Můžeme z něho usuzovat, že má rostoucí charakter, nejvíce jedinců do 100 cm má tloušťku kořenového krčku do 20 mm, stejně jako tomu je na ostatních plochách.



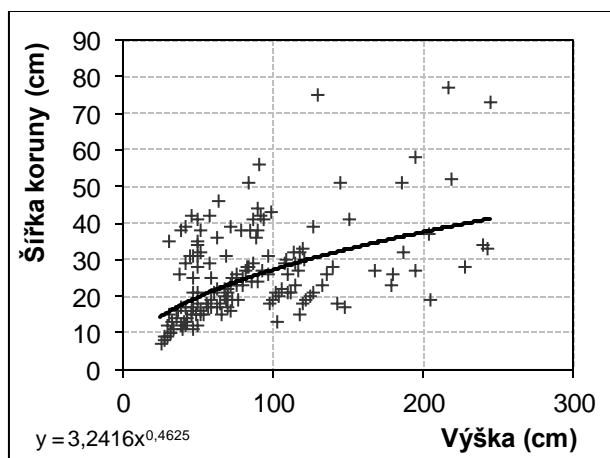
Obr. č. 31 – Vztah mezi závislostí výšky na tloušťce kořenového krčku na TVP 3

Na dalším obrázku je vyjádřen vztah šířky koruny a tloušťky kořenového krčku. Tak jako na TVP 2 je i na této ploše šířka koruny variabilní. Nejčastější je šířka koruny 40 cm do tloušťky kořenového krčku 20 mm.



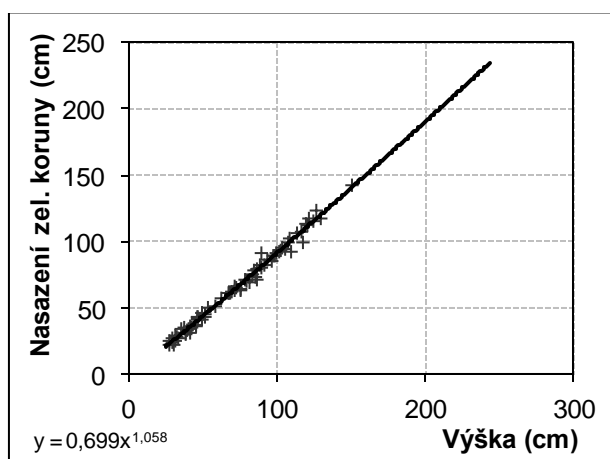
Obr. č. 32 – Vztah mezi závislostí šířky koruny na tloušťce kořenového krčku na TVP 3

Z Obr. č. 33 můžeme usuzovat, že oproti TVP 1 a 2 je zde šířka koruny více nepravidelná. Stále má však vzrůstný charakter, s rostoucí výškou roste šířka koruny.



Obr. č. 33 – Vztah mezi závislostí šířky koruny na výšce na TVP 3

Obr. č. 34 dokazuje, že s rostoucí výškou roste i nasazení zelené koruny.



Obr. č. 34 – Vztah mezi závislostí nasazení zelené koruny a výšky na TVP 3.

5.4. Trvalá výzkumná plocha 4 – „U Vstupní rokle“

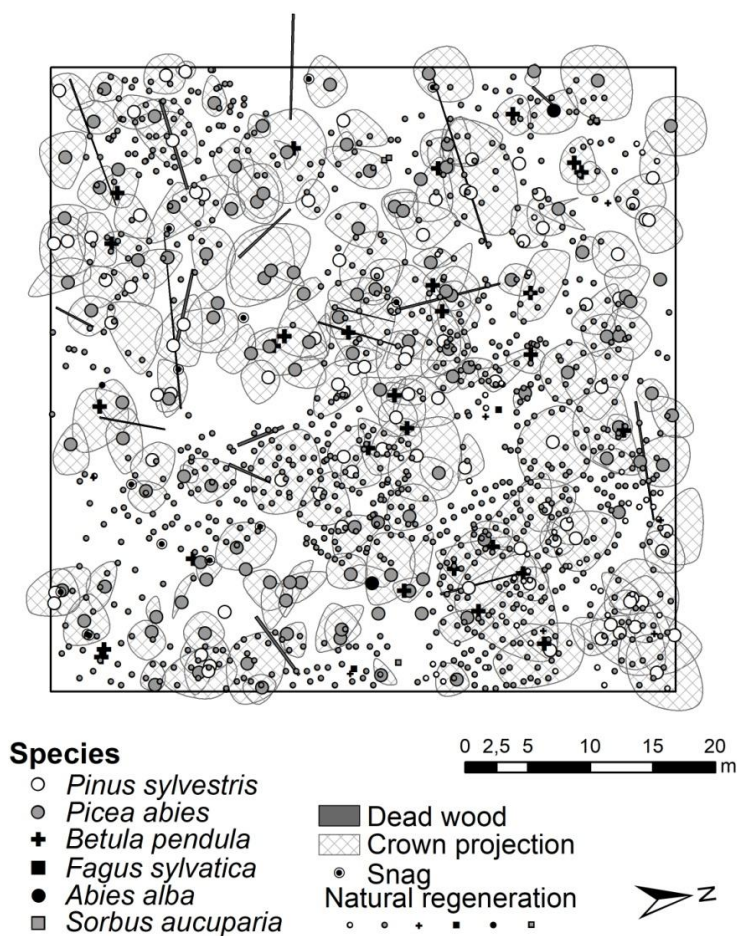
Na této ploše se jedná o různorodou kmenovinu s dominantní dřevinou smrkem ztepilým a vtroušenou borovicí na členitém okraji skalní plošiny. Půdním pokryvem je zde převážně hrabanka, s častými porosty brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*). Dospělý porost je zde velmi zapojený, podstatně tedy ovlivňuje přirozenou obnovu. Borovice lesní zde téměř nemá šanci prosadit se.

V tabulce č. 6 jsou uvedeny počty jedinců v přepočtu na hektar a jejich procentuální zastoupení rozdělené dle dřevin. Naprostou většinu zde má smrk ztepilý a to z 97 %.

Tabulka č. 6 – Počty jedinců v přepočtu na hektar a procentuální zastoupení rozdělené dle dřevin.

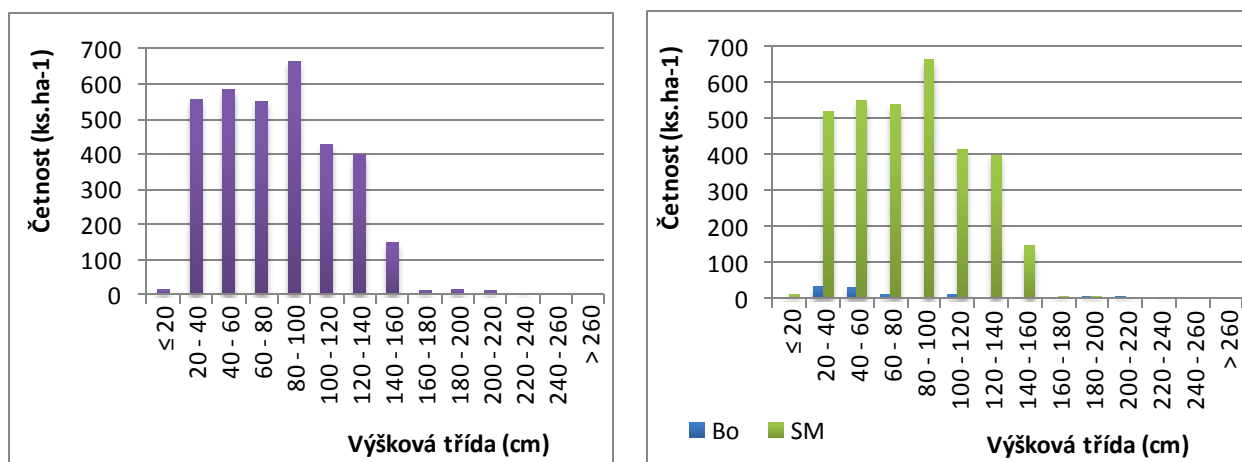
TVP 4	ks/ha	%
<i>Picea abies</i>	3276	97
<i>Pinus sylvestris</i>	116	3
<i>Betula pendula</i>	0	0
Σ	3392	100

Na Obr. č. 35 je znázorněna horizontální struktura stromového patra v roce 2017. Jedinců přirozené obnovy je zde oproti TVP 2 a 3 podstatně více, jde však téměř převážně o smrk ztepilý. Stromky jsou zde rozmístěny náhodně, místy shlukovitě.



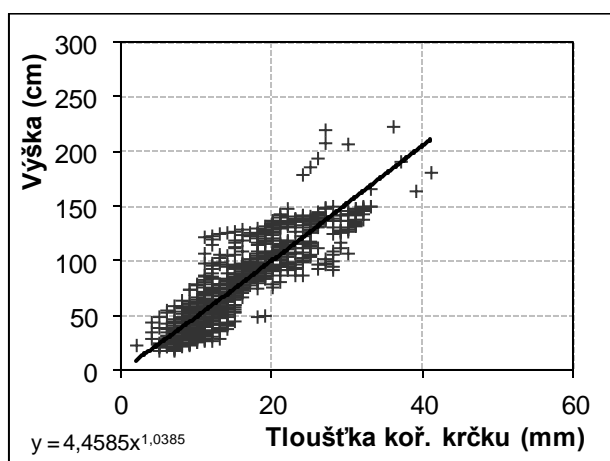
Obr. č. 35 – Horizontální struktura dřevinné složky ekosystému na TVP 4.

Na Obr. č. 36 je znázorněna výšková struktura přirozené obnovy v přepočtu na 1 ha. Výšková struktura není tolik variabilní, jako tomu je na ostatních plochách. Nejvíce jedinců se nachází ve výškové třídě 80-100. Stejný stav zůstává i při rozdělení dle dřevin, to je způsobeno tím, že zde naprosto převažuje jeden druh dřeviny a tím je smrk. Borovice je nejvíce zastoupena v třídě 20-40 cm.



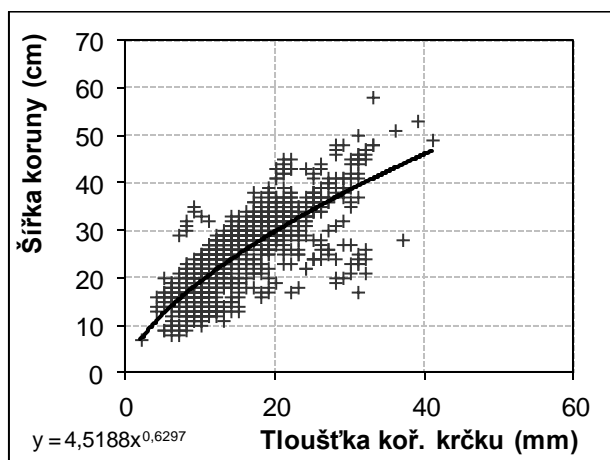
Obr. č. 36 – Histogram výškové struktury přirozené obnovy na TVP 4, rozdělen dle druhů dřevin.

Následující obrázek popisuje vztah mezi výškou a tloušťkou kořenového krčku. Oproti ostatním plochám výška roste úměrněji k tloušťce. Ve výškách nad 100 cm mají stromky často tloušťku i přes 20 mm.



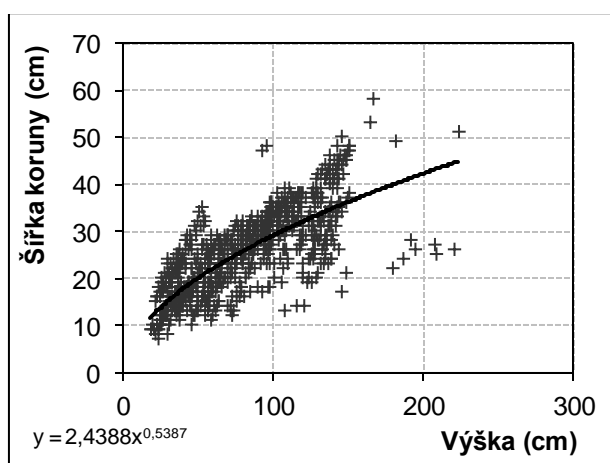
Obr. č. 37 – Vztah mezi závislostí výšky na tloušťce kořenového krčku na TVP 4.

Vztah mezi šířkou koruny a tloušťkou kořenového krčku je vidět na Obr. č. 38. Oproti ostatním plochám je tato rozdílná. Při tloušťce krčku 0-20 mm je nejčastější šířka koruny do 30 cm. Se zvyšující se tloušťkou však šířka koruny stále narůstá.



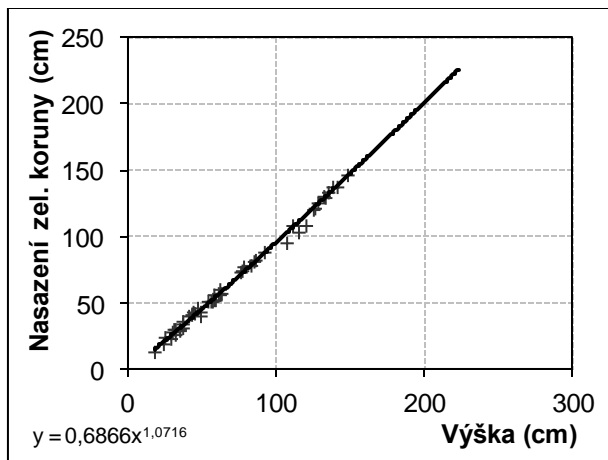
Obr. č. 38 – Vztah mezi závislostí šířky koruny na tloušťce kořenového krčku na TVP 4.

Obr. č. 39 ukazuje vztah šířky koruny a výšky. Při výšce nad 100 cm byla šířka koruny často nad 40 cm, oproti ostatním plochám je to více.



Obr. č. 39 – Vztah mezi závislostí šířky koruny na výšce na TVP 4.

Tak jako na TVP 1,2,3 i zde s rostoucí výškou roste výška nasazení zelené koruny.
Dokazuje to Obr. č. 40.



Obr. č. 40 – Vztah mezi závislostí nasazení zelené koruny a výšky na TVP 4.

6. Diskuze

Velice důležitou složkou lesních porostů je přirozené obnova, přičemž porozumění jejím klíčovým faktorům vede k lepšímu poznání celé prostorové struktury porostů (Pardos et al., 2008; Vacek et al., 2016, 2017). Přitom studií, které se zabývají strukturou, vývojem a obnovou autochtonních borových porostů je ve středoevropských podmínkách velmi málo (Sullivan et al., 2009; Vacek et al., 2017). Vzhledem k tomu jsem podstatnou část této práce věnovala právě přirozené obnově a studiu jejího vývoje v podmínkách reliktních borů v NPR Adršpašsko-teplické skály. Na základě zjištěných výsledků v porovnání s prací Vacek et al., (2017) lze na TVP 1-4 konstatovat poměrně značný nárůst jedinců přirozené obnovy. Na počátku sledování TVP v r. 2005 byly počty jedinců relativně nízké, i když byly úměrné růstové fázi či vývojovému stadiu porostu a zápoji porostu (cf. Vacek et al., 2017). Malý počet jedinců přirozené obnovy byl tehdy značně ovlivněn důsledky imisního zatížení, a to především z elektrárny EPO II v Poříčí u Trutnova (Tesař et al., 2011). Do r. 2015 pak došlo k poměrně značnému nárůstu počtu jedinců přirozené obnovy (až 5,9krát) – (Vacek et al., 2017). Při srovnání těchto výsledků s prací Martín-Alcón et al., (2015) ovšem dostáváme opačný trend, neboť tato práce naznačuje snižující se počet jedinců. Tento trend je pozorován i v jiných studiích (Urbietta et al. 2011 či Carnicer et al. 2014). Práce Martín-Alcón et al., (2015) snižující se počet jedinců v přirozené obnově zdůvodňují zhoršenou dostupností světla v porostech. Podobně je to mu i v práci Vacek et al., (2016). Další práce pak uvádějí negativní vliv konkurence bylinné vegetace na přirozenou obnovu borovice (Vacek, Podrázský 1997b; Lucas-Borja et al., 2011; Prévosto et al. 2012). Také změny v hospodaření během několika posledních desetiletí ovlivnily strukturu borových porostů (Vacek, Podrázský 1997a; Montes et al., 2005) a mohly tak ovlivnit i podmínky pro přirozenou obnovu.

7. Závěr

Cílem této práce bylo získat poznatky o kvantitě a kvalitě obnovy porostů přirozených reliktních borů v NPR Adršpašsko-teplické skály v CHKO Broumovsko. K tomuto účelu byly použity 4 trvalé výzkumné plochy, které byly založeny již v roce 1975, v oblasti Sedmi schodů, které se nacházejí přímo v oblasti reliktních borů. Získané výsledky o stavu přirozené obnovy doplnily poznatky z předešlých výzkumů tohoto území. Mohu konstatovat, že studované porosty i po imisní zátěži, která je postihla, se vyvíjejí úměrně malému vývojovému cyklu. Přirozená obnova se vyskytuje relativně pravidelně a její hustota je odpovídající struktuře a vývoji mateřského porostu a jeho stanovištním poměrům. Porosty mají velkou regenerační kapacitu (především po snížení imisního zatížení), jsou ekologicky stabilní a je tedy vhodné ponechat je i nadále přirozenému vývoji. Problematika ponechání porostů samovolnému vývoji s ohledem na jejich ekologickou stabilitu a biodiverzitu však vyvolává velké diskuze a panuje zde nejednotnost názorů (Vacek, Moucha et al., 2012).

Získané poznatky o přirozené obnově lze využít při tvorbě přírodě blízkého managementu a plánování v obdobných stanovištních a porostních poměrech CHKO Broumovsko. Dále také přispěly k dlouhodobému monitoringu stavu těchto lesů v zájmovém území.

8. Literatura

- AOPK ČR (2001) : *Správa chráněných krajinných oblastí ČR Správa CHKO Broumovsko. Plán péče* [online]. Opočno, VÚLHM VS Opočno, 2001 [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <http://broumovsko.ochranaprirody.cz/res/archive/099/013946.pdf?seek=1372770610>
- AOPK ČR (2012) : *Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky Správa Chráněné krajinné oblasti Broumovsko. Chráněné krajinné oblasti Broumovsko.* [online]. Police nad Metují, 2012 [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <http://broumovsko.ochranaprirody.cz/res/archive/144/018924.pdf?seek=1384521751>
- AOPK ČR (2018) : *Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Správa CHKO Broumovska.* [online]. Praha, Resort životního prostředí, 2018 [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <http://broumovsko.ochranaprirody.cz/>
- Buriánek, V., Novotný, P., Frýdl, J. (2014) : *Metodická příručka k určování domácích druhů bříz. Lesnický průvodce* [online]. 2014, 3, [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: http://www.vulhm.cz/sites/files/Informatika/Metodiky/LP_3_2014.pdf. ISSN 0862-7657
- Carnicer J., Coll M., Pons X., Ninyerola M., Vayreda J., Penuelas J. (2014) : Largescale recruitment limitation in Mediterranean pines: the role of *Quercus ilex* and forest successional advance as key regional drivers. *Global Ecology and Biogeography* 23(3): 371–384
- Fanta, J. (1986) : *Primary forest succession on out-blown areas in the Dutch drift sands.* In Fanta, J. (ed.), *Forest dynamics research in Western and Central Europe. Proceedings of the IUFRO Workshop Wageningen 1985*, Pudoc Wageningen, 1986, s. 164-169. ISBN 90-220-09025
- Gruntorádová (2018) : *Po vrcholech CHKO České středohoří. Památky jinak, o.s.* [online]. Litoměřice, Ministerstvo životního prostředí, 2011 [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <http://m.taggmanager.cz/560>
- Křístek, K. et al. (2002) : *Ochrana lesů: Ochrana lesů a přírodního prostředí.* 2. vyd. Písek, Matice lesnická spol. s.r.o., 2002. 386 s. ISBN 80-86271-08-0
- Lucas-Borja M.E., Fonseca T., Parresol B.R., Silva-Santos P., Garcia-Morote F.A., Tiscar-Oliver P.A. (2011). Modelling Spanish black pine seedling emergence: establishing management strategies for endangered forest areas. *Forest Ecology and Management* 262: 195–202
- Martín-Alcón S., Coll L., Salekin S. (2015) : Stand-level drivers of tree-species diversification in Mediterranean pine forests after abandonment of traditional practices. *Forest Ecology and Management* 353: 107–117
- Mikeska, M. et al. (2008) : *Lesnicko-typologické vymezení, struktura a management přirozených borů a borových doubrav v ČR.* 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 2008. 450 s. ISBN 978-80-87154-20-5

- Montes F., Rubio A., Barbeito I., Cañellas I. (2008) : Characterization of the spatial structure of the canopy in *Pinus silvestris* L. stands in Central Spain from hemispherical photographs. *Forest Ecology and Management* 255: 580–590
- Musil, I., Hamerník J., (2007) : *Jehličnaté dřeviny : Lesnická dendrologie 1*. 1.vyd. Praha : Academia, 2007. 352 s. ISBN 978-80-200-1567-9
- Pardos M., Montes F., Cañellas I. (2008) „ Spatial dynamics of natural regeneration in two differently managed *Pinus sylvestris* stands before and after silvacultural intervention using replicated spatial point patterns. *Forestry Science* 54: 260–272
- Podrázský, V., Vacek, S. (1994a) : Ohrožení lesních ekosystémů na pískovcových útvarech CHKO Broumovsko. II. Stav výživy borovice lesní a smrku ztepilého. *Příroda*, 1 : 145–151
- Podrázský, V., Vacek, S. (1994b) : Ohrožení lesních ekosystémů na pískovcových útvarech CHKO Broumovsko. I. Stav lesních půd. *Příroda*, 1 : 137–143
- Podrázský, V., Vacek, S. (1996): Stav lesních půd na pískovcových útvarech v CHKO Broumovsko. [Forest soil status at sandstone localities of the protected landscape area Broumovsko]. In: środowisko przyrodnicze parku narodowego gór Stołowych. Sympozjum naukowe. Kudowa Zdrój, 11 – 13. październik 1996. Kudowa Zdrój, Wyd. Parku Narodowego Gór Stołowych, s. 95–100
- Poleno, Z., Vacek, S. et al. (2007) : *Pěstování lesů II. : Teoretická východiska pěstování lesů* 1. vyd., Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 2007. 464 s. ISBN 978-80-87154-09-0
- Poleno, Z., Vacek, S. et al. (2009) : *Pěstování lesů III. : Praktické postupy pěstování lesů*. 1. vyd., Zlín, Lesnická práce, s.r.o., 2009. 951 s. ISBN 978-80-87154-34-2
- Poleno, Z., Vacek, S. et al. (2011) : *Pěstování lesů I. : Ekologické základy pěstování lesů* 2. vyd., Zlín, Lesnická práce, s.r.o., 2011. 951 s. ISBN 978-80-87154-99-1
- Prévosto B., Amandier L., Quesney T., de Boisgelin G., Ripert C. (2012) : Regenerating mature Aleppo pine stands in fire-free conditions: site preparation treatments matter. *Forest Ecology and Management* 282: 70–77
- Sullivan T.P, Sullivan D.S., Lindgren P.M.F., Ransome D.B. (2009) : Stand structure and the abundance and diversity of plants and small mammals in natural and intensively managed forests. *Forest Ecology and Management* 258: 127–141
- Šindelář, J. (2004) : *Přirozená obnova borovice lesní. Lesnická práce: Časopis pro lesnickou vědu a praxi* [online]. 2004, 83, (8/04) [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-83-2004/lesnicka-prace-c-8-04/prirozena-obnova-borovice-lesni>
- Tesař V., Balcar V., Lochman V., Nehyba J. (2011) : Přestavba lesa zasaženého imisemi na Trutnovsku. Mendelova univerzita v Brně, Brno

- ÚHÚL (1987) : *Typologický klasifikační systém ÚHÚL* [online]. Brandýs nad Labem: ÚHÚL, 1987 [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: http://www.uhul.cz/images/typologie/Typologicky_klasifikacni_system_UHUL_Pliva_1987.pdf
- ÚHÚL (2000) : *Oblastní plán rozvoje lesů. Přírodní lesní oblast* [online]. Brandýs nad Labem: ÚHÚL, 2000 [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/oprl_oblasti/OPRL-LO24-Sudetske_mezihori.pdf
- Urbieta I.R., Garcia L.V., Zavala M.A., Maranon T. (2011) : Mediterranean pine and oak distribution in southern Spain: is there a mismatch between regeneration and adult distribution? *Journal of Vegetation Science* 22: 18–31
- Vacek S, Podrázský V (2000) : Influence of the environment on the health state of relict pine forests in the Broumovsko Protected Landscape Area, NE Bohemia. *Příroda* 17:81–100
- Vacek S, Vacek Z, Bílek L, Simon J, Remeš J, Hůnová I, Král J, Putalová T, Mikeska M (2016) : Structure, regeneration and growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands with respect to changing climate and environmental pollution. *Silva Fennica* 50:4: id 1564
- Vacek S., Podrázský V. (1994) : Decline of pine forests in the protected area Broumovsko and their nutrition status. In: Matějka K. (ed.). Investigation of the forest ecosystems and of forest damage. Lowland and submontane forests and monitoring of the forest status. VÚLHM, Praha. p. 176–183
- Vacek S., Podrázský V. (1994) : Decline of pine forests in the protected area Broumovsko and their nutrition status. In: Matějka K. (ed.). Investigation of the forest ecosystems and of forest damage. Lowland and submontane forests and monitoring of the forest status. VÚLHM, Praha. p. 176–183
- Vacek, S. (2006) : *Vztah lesního hospodářství a ochrany přírody*. In Česká lesnická společnost (ed.). *Hlavní problémy lesnictví : 9. Sněm lesníků*, Hradec Králové, Lesnická práce, s. r. o., 2006, s. 26-35. ISBN 80-02-01798-6
- Vacek, S. et al. (2000) : *Struktura, vývoj a biodiverzita reliktních borů ponechaných samovolnému vývoji pod vlivem imisí v NPR Adršpašskoteplické skály v České republice*. 2000
- Vacek, S., Moucha, P. et al. (2012) : *Péče o lesní ekosystémy v chráněných územích ČR*. 1. vyd., Praha, Ministerstvo životního prostředí, 2012. 896 s. ISBN 978-80-7212-588-3
- Vacek, S., Podrázský, V. (1996a): Ohrožení lesních ekosystémů na pískovcových útvarech CHKO Broumovsko, III. Dynamika poškození reliktních borů. [Forest ecosystem stability at sandstone localities in the Protected Landscape Area Broumovsko, NE Bohemia. III. Decline dynamics of relict pine forests]. *Příroda*, 5: 109–112
- Vacek, S., Podrázský, V. (1996b): Struktura a vývoj reliktních borů v CHKO Broumovsko. [Structure and development of relict pine forests of the protected landscape area Broumovsko]. In: *środowisko przyrodnicze parku narodowego gór Sto lowych*. Sympozjum

- naukowe. Kudowa Zdrój, 11 – 13. października 1996, Kudowa Zdrój, Wyd. Parku Narodowego Gór Stołowych, s. 151–158
- Vacek, S., Podrázský, V. (1996c): Dynamika poškození reliktních borů v CHKO Broumovsko. [Damage dynamics of relict pine forests of the protected landscape area Broumovsko]. In: środowisko przyrodnicze parku narodowego gór Stołowych. Sympozjum naukowe. Kudowa Zdrój, 11 – 13. października 1996. Kudowa Zdrój, Wyd. Parku Narodowego Gór Stołowych, s. 159–165
- Vacek, S., Podrázský, V. (1997a): Ohrožení lesních ekosystémů na pískovcových útvarech CHKO Broumovsko. IV. Struktura a vývoj reliktních borů. [Příroda, 11: 125–141
- Vacek, S., Podrázský, V. (1997b): Ohrožení lesních ekosystémů na pískovcových útvarech CHKO Broumovsko. V. Vegetační změny v reliktních borech Příroda, 11: 171–182
- Vacek, S., Simon, J., Remeš, J. et al. (2007) : *Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů*. 1. vyd. Zlín : Lesnická práce, s. r. o., 2007. 447 s. ISBN 978-80-86386-99-7
- Vacek, S., Vacek, Z., Remeš, J., Bílek, L., Hůnová, I., Bulušek, D., Putalová, T., Král, J., Simon, J. (2017) : Sensitivity of unmanaged relict pine forest in the Czech Republic to climate change and air pollution. *Trees – Structure and Function*, 31: 1599–1617
- Vacek, S., Vacek, Z., Schwarz, O. et al. (2009) : *Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš*, Folia Forestalia Bohemica, Lesnická práce, s. r. o. Kostelec nad Černými lesy 9: 1–288

9. Seznam obrázků

Obr. č. 1 – Převažující formy dynamiky přírodních smrčín (A) v boreální tajgové zóně Skandinávie, Sibíře a Severní Ameriky (velký vývojový cyklus) a (B) v horských ekosystémech smrkového vegetačního stupně, vklíněného do zóny listnatých opadavých lesů (malý vývojový cyklus) s trvalou existencí typu lesa závěrečného-klimaxu (upraveno podle Schmidt-Vogt 1985; Poleno, Vacek et al., 2011).....	12
Obr. č. 2 – Časový sled, návaznost a prolínání vývojových cyklů (vývojových stadií a fází) na příkladu přírodního lesa v 6 LVS (upraveno podle Korpeľ 1988; Poleno, Vacek et al., 2011).....	13
Obr. č. 3 – Vyznačené MZCHÚ v CHKO Broumovsko (AOPK ČR, 2018).....	15
Obr. č. 4 -Vyznačené hranice NPR Adršpašsko-teplické skály (AOPK ČR, 2018).....	16
Obr. č. 5 - Zóny CHKO Broumovsko (AOPAK ČR, 2018).....	17
Obr. č. 6 – Přirozená a současná dřevinná skladba v CHKO Broumovsko (Vacek, Moucha et al. 2012).....	26
Obr. č. 7 – Mapa LVS v CHKO Broumovsko (Vacek, Moucha et al. 2012).....	27
Obr. č. 8 – Zastoupení SLT v CHKO Broumovsko (Vacek, Moucha et al., 2012).....	29
Obr. č. 9 – Škody způsobené větrem v NPR Adršpašsko-teplické skály – zlom (foto: K. Kašparová).....	32
Obr. č. 10 – Obdivuhodná životaschopnost borovice lesní (foto: K. Kašparová).....	35
Obr. č. 11 – TVP 1 „Nad Skalní bránou 1“ (foto: K. Kašparová).....	38
Obr. č. 12 – TVP 2 „Nad Skalní bránou 2“ (foto: K. Kašparová).....	39
Obr. č. 13 – TVP 3 „U Střmenu“ (foto: K. Kašparová).....	39
Obr. č. 14 – TVP 4 „U Vstupní rokle“ (foto: K. Kašparová).....	40
Obr. č. 15 – Lokalizace TVP 1, 2, 3, 4 v České Republice a CHKO Broumovsko (Vacek et al., 2000).....	41
Obr. č. 16 – Pohled na měřenou část plochy na TVP 4 (foto: K. Kašparová).....	42
Obr. č. 17 – Horizontální struktura stromů na TVP 1.....	44
Obr. č. 18 – Histogram výškové struktury přirozené obnovy na TVP 1, rozdělen dle druhů dřevin.....	44
Obr. č. 19 – Vztah mezi závislostí výšky na tloušťce kořenového krčku na TVP 1.....	45
Obr. č. 20 – Vztah mezi závislostí šířky koruny na tloušťce kořenového krčku na TVP 1.....	45
Obr. č. 21 – Vztah mezi závislostí šířky koruny na výšce na TVP 1.....	46
Obr. č. 22 – Vztah mezi závislostí nasazení zelené koruny a výšky na TVP 1.....	46
Obr. č. 23 – Horizontální struktura stromů na TVP 2.....	48

Obr. č. 24 – Histogram výškové struktury přirozené obnovy na TVP 2, rozdělen dle druhů dřevin.....	48
Obr. č. 25 – Vztah mezi závislostí výšky na tloušťce kořenového krčku na TVP 2.....	49
Obr. č. 26 – Vztah mezi závislostí šířky koruny na tloušťce kořenového krčku na TVP 2.....	49
Obr. č. 27 – Vztah mezi závislostí šířky koruny na výšce na TVP 2.....	50
Obr. č. 28 – Vztah mezi závislostí nasazení zelené koruny a výšky na TVP 2.....	50
Obr. č. 29 – Horizontální struktura stromů na TVP 3.....	52
Obr. č. 30 – Histogram výškové struktury přirozené obnovy na TVP 3, rozdělen dle druhů dřevin.....	52
Obr. č. 31 – Vztah mezi závislostí výšky na tloušťce kořenového krčku na TVP 3.....	53
Obr. č. 32 – Vztah mezi závislostí šířky koruny na tloušťce kořenového krčku na TVP 3.....	53
Obr. č. 33 – Vztah mezi závislostí šířky koruny na výšce na TVP 3.....	54
Obr. č. 34 – Vztah mezi závislostí nasazení zelené koruny a výšky na TVP 3.....	54
Obr. č. 35 – Horizontální struktura stromů na TVP 4.....	55
Obr. č. 36 – Histogram výškové struktury přirozené obnovy na TVP 4, rozdělen dle druhů dřevin.....	56
Obr. č. 37 – Vztah mezi závislostí výšky na tloušťce kořenového krčku na TVP 4.....	56
Obr. č. 38 – Vztah mezi závislostí šířky koruny na tloušťce kořenového krčku na TVP 4.....	57
Obr. č. 39 – Vztah mezi závislostí šířky koruny na výšce na TVP 4.....	57
Obr. č. 40 – Vztah mezi závislostí nasazení zelené koruny a výšky na TVP 4.....	58

10. Seznam tabulek

Tabulka č. 3 - Zastoupení lesních vegetačních stupňů v CHKO Broumovsko (Vacek, Moucha et al., 2012; ÚHÚL, 1987).....	26
Tabulka č. 4 - Zastoupení SLT v CHKO Broumovsko (Vacek, Moucha et al., 2012).....	27
Tabulka č. 3 – Počty jedinců v přepočtu na hektar a procentuální zastoupení rozdělené dle dřevin.....	43
Tabulka č. 4 – Počty jedinců v přepočtu na hektar a procentuální zastoupení rozdělené dle dřevin.....	47
Tabulka č. 5 – Počty jedinců v přepočtu na hektar a procentuální zastoupení rozdělené dle dřevin.....	51
Tabulka č. 6 – Počty jedinců v přepočtu na hektar a procentuální zastoupení rozdělené dle dřevin.....	55