

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa



**Vliv stanovištních podmínek na umělou obnovu smrku v nižších
polohách (Džbánsko)**

**Site characteristics influence on young spruce plantations in lowland forests
(Džbánsko area)**

Bakalářská práce

Autor: Vojtěch Kovačka

Vedoucí práce: Ing. Iva Ulbrichová, Ph.D.

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Vojtěch Kovačka

Lesnictví

Název práce

Vliv stanovištních podmínek na umělou obnovu smrku v nižších polohách (Džbánsko)

Název anglicky

Site characteristics influence on young spruce plantations in lowland forests (Džbánsko area)

Cíle práce

Vyhodnotit růst a kvalitu umělé obnovy smrku ztepilého v různých mikrostanovištních podmínkách. Stanovit kritické faktory ovlivňující přežívání a přírůstek (vliv bylinného patra, expozice, vliv zvěře).

Metodika

Metodika:

1. Získání základního přehledu na základě publikovaných informací k danému tématu.
2. Založení pokusných ploch v rámci 5-10 let starých výsadeb pro vyhodnocení růstu a stavu obnovy (do-
statečný počet opakování).
3. Změření základních dendrometrických charakteristik a kvalitativních parametrů obnovy a popis základ-
ních mikrostanovištních charakteristik.
4. Vyhodnocení vlivu stanovištních faktorů na přírůstek a kvalitu výsadeb.
5. Zpracování práce po formální stránce.

Harmonogram zpracování:

Březen 2016 – zadání BP.

Květen – říjen 2016 – nastudování odborné literatury k tématům týkajícím se ekologických nároků smrku, růstu nejmladších věkových tříd smrku a vlivu klimatických faktorů a stresových faktorů na obnovu smrku.

Září- říjen 2016 – Terénní měření na vybraných lokalitách.

Listopad – prosinec 2016 – statistické zpracování získaných dat.

Leden 2017 – odevzdání první verze textu BP.

Duben 2017 (do 10.4.) – odevzdání BP školiteli.

Doporučený rozsah práce

35-40 str.

Klíčová slova

obnova smrku, vliv mikroklimatu, mladé výsadby, nížinné lesy

Doporučené zdroje informací

- Battipaglia G., Saurer M., Cherubini P., Siegwolf R.T.W., Cotrufo F. (2009): Tree rings indicate different drought resistance of a native (*Abies alba* Mill.) and a nonnative (*Picea abies* (L.) Karst.) species co-occurring at a dry site in Southern Italy. *Forest Ecology and Management*, 257 (3): 820-828.
- Boden S., Kahle H.-P., von Wilpert K., Spiecker H. (2014): Resilience of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) growth to changing climatic conditions in Southwest Germany. *Forest Ecology and Management* 315: 12-21.
- Koprowski M. (2013): Spatial distribution of introduced Norway spruce growth in lowland Poland: The influence of changing climate and extreme weather events. *Quaternary International*, 283: 139-146.
- Luoranen J., Rikala R., Kontinen K., Smolander H. (2006): Summer planting of *Picea abies* container-grown seedlings: Effects of planting date on survival, height growth and root egress. *Forest Ecology and Management*, 237 (1-3): 534-544.
- Nordborg F., Nilsson U., Örlander G. (2003): Effects of different soil treatments on growth and net nitrogen uptake of newly planted *Picea abies* (L.) Karst. seedlings. *Forest Ecology and Management*, 180 (1-3): 571-582.
- Sohn J. A., Gebhardt T., Ammer Ch., Bauhus J., Häberle K.-H., Matyssek R., Grams T.E.E. (2013): Mitigation of drought by thinning: Short term and long-term effects on growth and physiological performance of Norway spruce (*Picea abies*). *Forest Ecology and Management*, 308: 188-197.
- Yousefpoor R., Temperli Ch., Bugmann H., Elkin Ch., Hanewinkel M., Meilby H., Bredahl-Jacobsen J., Jellesmark-Thorsen B. (2013): Updating beliefs and combining evidence in adaptive forest management under climate change: A case study of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) in the Black Forest, Germany. *Journal of Environmental Management*, 122: 56-64.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Iva Ulbrichová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 6. 12. 2016

prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 1. 2017

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 15. 04. 2018

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Vliv stanovištních podmínek na umělou obnovu smrku v nižších polohách (Džbánsko) vypracoval samostatně pod vedením Ing. Ivy Ulbrichové, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom 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 Malměřicích dne 17.4.2018

Vojtěch Kovačka

Poděkování

Děkuji Ing. Ivě Ulbrichové, Ph.D. za cenné rady a pomoc při psaní práce. Dále děkuji mé ženě za pomoc při sběru dat a za podporu.

Abstrakt

Práce se zaměřuje na charakterizaci vlivu stanovištních podmínek na umělou obnovu smrku v lokalitě Džbánsko, která se nachází na území Loun, Rakovníka a Kladna v nižších nadmořských výškách - do 400 m.n. m. V této lokalitě bylo vybráno celkem 10 pokusných ploch, které byly charakterizovány jednak stranovou orientací - pět co nejideálněji orientovaných na sever, a pět co nejideálněji orientovaných na jih. Dalším kritériem bylo stáří výsadby v rozmezí 5-10 let. Po důkladném výběru pokusných ploch byly na 35 jedincích na začátku vegetačního klidu změřeny dendrometrické charakteristiky, a byl charakterizován vliv prostředí formou fytoecologického snímku, a poškození jedinců působením zvěře.

Na severních svazích byly zjištěny větší relativní přírůsty ve všech případech kromě roku 2014, kdy byla suchá zima a vlhké teplé léto. Smrky na severních svazích také měly tlustší kořenové krčky. Na celkovou výšku a průměr koruny se tento vliv nepotvrdil. Neprojevil se ani rozdíl vlivem vegetace. Odchytky především ve velikosti koruny byly zjištěny na lokalitách ovlivněných zvěří.

Klíčová slova: obnova smrku, vliv mikroklimatu, mladé výsadby, nížinné lesy

Abstract

The thesis focuses on site characteristic influence on the artificial regeneration of Norway spruce in the Džbánsko area in northwestern Bohemia. This area is situated in low altitude - under 400 meters above sea level. There were chose ten places after afforestation. Five are turned into the north direction and five to the south. All trees are between 5 and 10 years old. At the end of growing season, were measure dendrometric characteristics and carried out a phytosociological image.

On the northern slopes, better relative growth was found in all cases except in 2014 when was dry winter and wet warm summer. Spruces on northern slopes had also better radial increment. Heigh and tree crown size were the same on both slopes. The influence of vegetation on growth also was not recognized. Some deviations on tree crown size was found in places where a roe deers were.

Key worlds: spruce regeneration, microclimate influence, young planting, lowland forests

Obsah

1	Úvod	11
2	Cíl práce.....	12
3	Rozbor problematiky	12
3.1	Druhové složení lesů současné a přirozené.....	12
3.1.1	Stručný popis zájmové dřeviny - smrk ztepilý (<i>Picea abies</i> /L./ <i>Karst.</i>)	13
3.2	Umělá obnova	13
3.2.1	Příprava lokality	13
3.2.2	Sadební materiál	14
3.2.3	Výsadba	15
3.3	Stanovištní nároky a jejich vliv na růst.....	15
3.3.1	Teplota.....	15
3.3.2	Voda	16
3.3.3	Živiny	17
3.3.4	Světlo.....	18
3.3.5	Citlivost vůči větru	18
3.3.6	Ovlivnění porostů zvěří	19
3.4	Lokalizace zájmové oblasti	19
3.4.1	Zeměpisná lokalizace, LVS.....	19
3.4.2	Historie lokality, vývoj z hlediska ochrany území	20
3.4.3	Charakterizace lokality z hlediska geologie	21
3.4.4	Zoologie.....	21
3.4.5	Botanika.....	22
3.4.6	Lesní hospodaření.....	23
3.4.7	Fytocenologie	25
3.4.8	Klimatické podmínky a hydrologie.....	26
4	Metodika.....	27

4.1	Výběr zkušebních ploch	27
4.2	Stručný popis jednotlivých lokalit	28
4.3	Sběr dat.....	30
4.4	Zpracování dat.....	33
5	Výsledky.....	34
5.1	Výška celková	35
5.2	Kořenový krček	36
5.3	Koruny.....	37
5.4	Přírůsty	38
5.5	Srovnání severních a jižních svahů	43
5.6	Vliv klimatických podmínek.....	46
5.7	Poškození zvěří a zdravotní stav	49
5.8	Zabuřenění lokalit	50
6	Diskuze	51
7	Závěr.....	51
8	Literatura	53
9	Přílohy	57

Seznam tabulek

Tabulka 1: Druhová skladba lesů v ČR (ÚHUL 2017)	12
Tabulka 2: P hodnoty testování normality dat	34
Tabulka 3: Hodnota p při porovnání severních a jižních lokalit.....	46
Tabulka 4: Průměrné měsíční srážky na zájmovém území (ČHMÚ 2018).....	46
Tabulka 5: Průměrné měsíční teploty na zájmovém území (ČHMÚ 2018)	47
Tabulka 6: Míra poškození na jednotlivých lokalitách.....	49
Tabulka 7: Pokryvnost jednotlivých pater	50

Seznam obrázků

Obrázek 1: Zájmové území (mapy.cz).....	20
Obrázek 2: Lokalizace přírodní lesní oblasti zahrnující zájmové území (ÚHUL 2016)	23
Obrázek 3: Zastoupení jednotlivých dřevin v zájmové oblasti.....	25
Obrázek 4: Umístění pokusných ploch (mapy.cz).....	30
Obrázek 5: Hodnocení vitality jedinců. Vlevo zdravý, uprostřed zažloutlý, vpravo nehodnocený.	32
Obrázek 6: Hodnocení poškození zvěří. Vlevo mírné poškození, uprostřed střední poškození, vpravo nehodnoceno.....	32
Obrázek 7: Normalita naměřených parametrů. (a) průměry kořenových krčků na lokalitě 2, (b) přírůsty za rok 2016 na lokalitě 1	34
Obrázek 8: Celkové výšky porostu na jednotlivých lokalitách	35
Obrázek 9: Tloušťka kořenových krčků na lokalitách.....	37
Obrázek 10: Průměry korun na lokalitách	38
Obrázek 11: Relativní přírůsty na lokalitách v roce 2012	39
Obrázek 12: Relativní přírůsty na lokalitách v roce 2013	40
Obrázek 13: Relativní přírůsty na lokalitách v roce 2014	41
Obrázek 14: Relativní přírůsty na lokalitách v roce 2015	42
Obrázek 15: Relativní přírůsty na lokalitách v roce 2016	43
Obrázek 16: Přírůsty na severních a jižních lokalitách v letech 2016 (a)- 2012 (e).....	44
Obrázek 17: Vliv orientace porostu na celkovou výšku (a), průměr koruny (b) a průměr kořenového krčku (c)	45
Obrázek 18: Relativní přírůsty a průměrné roční srážky v jednotlivých letech	47
Obrázek 19: Relativní přírůsty a průměrná roční teplota v jednotlivých letech.....	48
Obrázek 20: Příklad pokusné plochy	57

Obrázek 21: Příklad pokusné plochy	57
--	----

1 Úvod

Smrk ztepilý je původem horskou dřevinou, která však v minulosti pronikla do lesů celé naší země. Díky vlastnostem svého dřeva byl a stále je natolik populární, že dominuje druhovému složení našich lesů. V posledních letech je snaha jeho pěstování omezit a navrátit se k původnímu druhovému složení lesa. To je ale vzhledem k jeho žádanosti a obnovní době lesa běh na dlouhou trať. Smyslem této práce je zjistit, jak je na tom smrk s vitalitou a životaschopností v podmínkách, které jsou zcela mimo přirozený areál jeho růstu. Zájmová oblast se nachází na spojnici měst Žatce a Rakovníka, jedněch z nejsušších a nejteplejších míst u nás a zároveň v malé nadmořské výšce. V takovýchto podmínkách je voda limitujícím faktorem růstu, ke kterému se ještě přidává vliv buřeně a volně žijící zvěře. Ve svém přirozeném prostředí se smrk rozmnožuje přirozenou obnovou, jeho masové rozšíření však bylo podmíněno obnovou umělou, zprvu sítí, později výsadbou. I když je v zájmové lokalitě mnoho míst, kde se pod mateřským porostem přirozená obnova uchytila a dobře se jí daří, nejsou v této lokalitě vhodné podmínky pro zalesňování přirozenou obnovou. Umělá obnova je bezprostředně po výsadbě náchylná na špatné klimatické podmínky, zarůstání paseky ostatní vegetací nebo stres ze strany srnčí zvěře a pro zdárné zajištění porostu je nutné o ni pečovat.

2 Cíl práce

Získání základního přehledu o dané problematice a vypracování literární rešerše na dané téma

Založení pokusných ploch smrku ve věku 5-10 let pro vyhodnocení růstu a stavu obnovy

Změření základních dendrometrických charakteristik a kvalitativních parametrů obnovy a popis základních mikrostanovištních charakteristik

Vyhodnocení vlivu stanovištních podmínek na přírůst

3 Rozbor problematiky

3.1 Druhové složení lesů současné a přirozené

Celková výměra lesů v České republice tvoří 2 606 010 ha, přičemž dochází setrvale ke zvyšování podílu listnatých stromů, zejména buku.

Tabulka 1: Druhová skladba lesů v ČR (ÚHUL 2017)

	smrk	jedle	borovice	modřín	celkem jehličnaté				
původní	11,2	19,8	3,4	0	34,7				
současná	50,5	1,1	16,4	3,8	72,1				
	dub	buk	habr	jasan	javor	jilm	bříza	lípa	celkem listnaté
původní	19,4	40,2	1,6	0,6	0,7	0,3	0,8	0,8	65,3
současná	7,2	8,3	1,3	1,4	1,4	0	2,8	1,1	26,7

Celková zásoba dřeva v lesích byla v roce 2016 695,8 mil.m³ což ukazuje na stále rostoucí tendenci (rok 2010 – 680,6 mil.m³, rok 1930 307 mil.m³).

Při obnově celorepublikově převažovala v roce 2016 umělá obnova se 76,4% oproti obnově přirozené. Při obnově převažovaly listnaté dřeviny s 61,2% oproti jehličnatým dřevinám. V Ústeckém kraji se podíl umělé obnovy shodoval s celorepublikovým průměrem (ÚHUL 2017).

3.1.1 Stručný popis zájmové dřeviny - smrk ztepilý (*Picea abies* /L./ Karst.)

Jak je patrné z výše uvedené tabulky, smrk je naší nejdůležitější hospodářskou dřevinou. Má rovný, průběžný kmen, silné kořenové náběhy a pravidelné přeslenité větvení v kuželovité koruně. V ideálních podmínkách může dorůst výšky až 50 metrů při výčetní tloušťce kmene 1,5 metru. Může se dožívat až 400 let, ale doba obmýtlí se pohybuje v závislosti na bonitě cca mezi 110 a 120 léty (Úradníček et Chmelař 1998).

3.2 Umělá obnova

3.2.1 Příprava lokality

Před vlastní umělou obnovou lesa je nutné provést nejdříve řadu opatření, které zvýší šance na úspěšné uchycení a následné zajištění kultury. Především při obnově po holosečích je nutné nejdříve odstranit zbytky po předešlé těžbě porostu, které nejen překáží, ale slouží i k rozvoji houbových chorob a jako úkryt škodlivého hmyzu. (Poleno, Vacek a kol. 2009) Například klikoroha borového (*Hylobius abietis*), který klade vajíčka do čerstvých pařezů po těžbě ve kterých dochází k vývoji dospělého brouka. Ten se poté živí kambiem a kůrou mladých stromků, takže při jeho přemnožení dochází k velkým škodám na mladých smrkových a borových výsadbách. Nejúčinnější obranou proti němu se jeví tzv. pasečný klid, kdy se zalesnění odloží o jeden rok (Švestka a kol. 1998). Dalším škůdcem mladých výsadeb je lýkohub drvař (*Hylastes cunicularius*), který opět klade v červnu vajíčka do čerstvých pařezů nebo ležících kmenů ze kterých se následující jaro líhnou brouci živící se na kořenech sazenic (Kolektiv autorů 2015). Z houbových chorob lze na smrku nalézt například kořenovník vrstevnatý (*Heterobasidion annosus*), který působí škody na smrku především v nižších polohách, ale vyskytuje se na celém území České republiky. Vyskytuje se již ve stadiu tyčkovin. K přenosu choroby dochází v místech kořenových dotyků nebo srůstů, na infikovaných kmenech se objevuje vyroněná pryskyřice. Dochází k postupné hnilobě a znehodnocení dřeva. Hietala et al (2016) prokázali, že procento napadení rodem *Heterobasidion* roste s rostoucím pH půdy. Další zástupce je václavka smrková (*Armillaria ostoye*), která napadá většinou až přestárlé a oslabené stromy. Opět se navenek projevuje roněním pryskyřice na bázi kmene, pod kůrou smrku se tvoří pláty bílého mycelia - syrrocia. Tvoří výrazné hnědavé plodnice. Houbové choroby smrku způsobují také další zástupci: bělochoroš hořký (*Tyromyces stripticus*), ohňovec

smrkový (*Phellinus abietis*), troudnatec pásovaný (*Fomotopsis pinicola*), pevník krvavějící (*Stereum sanguinolentum*), popraška smrková (*Coniphora piceae*) nebo hnědáček Schweinitzův (*Phaeolus Schweinitzii*) (Čížková 2006).

Následuje příprava půdy, dnes s výjimkou nepřístupných terénů prováděná mechanizačními prostředky. Může být buď mechanická, chemická nebo biologická – s pomocí přípravných dřevin, případně jejich kombinace. Důležitá je příprava i z hlediska odstranění buřeně, která by budoucím sazenicím konkurovala. Konkrétní způsob přípravy je zvolen vždy podle podmínek na stanovišti (Poleno, Vacek a kol., 2009).

3.2.2 Sadební materiál

Použití kvalitního sadebního materiálu s dobře vyvinutým kořenovým systémem je základem pro úspěšnou obnovu lesa. Používají se školované sazenice, což jsou semenáčky přesazené, vytríděné a kvalitní (Kopřiva 1959). Výhodami výsadby oproti síji je především nezávislost na semenných rocích, možnost zvýšení genetické kvality při použití šlechtěných dřevin, zkrácení obmýtní doby a především celková vyšší jistota úspěšné obnovy daná rychlejším překonáním nebezpečí v raném stadiu růstu, protože sazenice má oproti výsevu jistý věkový náskok a také nehrozí ztráta semen např. dubu a buku vyrytím černou zvěří. Nevýhodou je logicky vysoký vstupní náklad, který se ale může časem zmenšit snazší výchovou porostu. Dalším negativem je takzvaný šok z výsadby, kdy se sazenice musí přizpůsobit novému prostředí a regenerovat poškozený kořenový systém i asimilační orgány. V důsledku toho nemusí následující rok po výsadbě vůbec dojít k výškovému přírůstu sazenice a místo terminálního pupenu vyraší jen několik bočních pupenů s menšími jehlicemi, než měla sazenice předešlou sezónu ve školce. Tento šok se z našich domácích dřevin projevuje nejvýrazněji právě u smrku. Pro omezení ztrát sazenic neúspěšnou výsadbou je vhodné ošetření vyzvednutých sazenic ve školce hydroskopickým prostředkem z mořských řas. Bezprostředně před výsadbou musí být sazenice skladovány ve stínu a zavlažovány podle potřeby (Poleno, Vacek a kol., 2009).

Rozlišujeme sazenice prostokořené a krytokořené. Hlavními plasy krytokořených je menší nebo žádné poškození kořenového systému při vyzvedávání a především nižší ztráty při zalesňování a prodloužení doby, kdy je možné zalesňovat (Kupka, Podrázský, Slávik 2005).

3.2.3 Výsadba

Prostokořené sazenice se vysazují nejčastěji zjara, kdy je ještě v půdě dostupná vláha ze zimy a nižší denní teploty nekomplikují převoz a výsadbu sazenic. Pokud se na ploše pro výsadbu teprve v zimě vytěžil původní porost, je nutné, aby byla půda včas připravena a odstraněny těžební zbytky. Čerstvá holina také láká škůdce, například klikoroha borového (*Hylobius abietis*). Další možností je výsadba na podzim, která se však pro smrk příliš nedoporučuje z důvodu nebezpečí vzniku fyziologických sypavek, kdy rostlina zjara předčasně transpiruje a nemá dostatečné zásobování vodou díky nevyvinutému kořenovému systému. Hrozí také vymrzání sazenic. Pro stálezelené jehličnany přichází v úvahu i pozdní letní výsadba, ale musí být příhodné chladné a deštivé počasí.

Krytokořené sazenice lze vysazovat prakticky celý rok s výjimkou doby kdy je půda zamrzlá a doby vrcholícího suchého léta. Nevýhodou obalovaných sazenic je jejich vyšší cena (Poleno, Vacek a kol. 2009).

V oblasti Skandinávie bylo zjištěno, že obalované sazenice vysazené v červenci a ze začátku srpna vykazovaly lepší přírůsty a měly vyvinutější kořenový systém než sazenice vysazené od poloviny srpna a následující jaro. Všechny sazenice vysazené po polovině července byly náchylné k poškození nočními mrazy. Proto se doporučuje sazenice plánované k výsazu v srpnu a později na podzim ošetřovat přípravkem na zastavení růstu do výšky a podporu tloušťky stonku, vývinu dormance a odolnosti vůči suchu a mrazu. Díky tomuto ošetření bylo dosaženo v porovnání s neošetřenými sazenicemi lepších výsledků (Luoranen a kol., 2006).

3.3 Stanovištní nároky a jejich vliv na růst

3.3.1 Teplota

Teplota je důležitý růstový faktor, její kolísání v průběhu roku ovlivňuje střídání fáze růstu a fáze dormance. Optimální teplota pro růstovou fázi se pohybuje mezi 10 - 25 °C. Pokud teplota klesne pod tuto hranici, klesá permeabilita membrán buněk a zvyšuje se viskozita protoplazmy. Dochází k útlumu růstových funkcí a nástupu vegetačního klidu. Stejně negativně na růstové procesy působí i příliš vysoká teplota a nedostatek vláhy (Chroust, 1997). Pro smrk se udává jako optimální průměrná roční teplota vyšší než 6°C (Musil 2003). Vyšší teploty koncem zimy a začátkem jara se

příznivě projevují na tloušťkovém přírůstu letokruhů. Naopak extrémně vysoké letní teploty mají na růst vliv negativní. (Koprowski 2013)

Smrkové porosty jsou specifické tvorbou vlastního mikroklimatu, které výrazně ovlivňuje teplotu přízemního vzduchu. Již ve fázi nezapojených mlazin se rozdíl teploty přízemního vzduchu pohybuje průměrně za vegetační období 1,1°C pod hodnotou kterou vykazuje travní porost. Ve stadiu tyčkoviny tvoří rozdíl již 3,5°C. Stejně tak je oproti volné ploše nižší i teplota půdy až do hloubky 75 cm. Tyto poklesy teplot se výrazně omezí výchovnými zásahy, kdy se zvýšení porostní teploty projeví častějším rašením terminálních výhonů a jejich růstem. V horských oblastech se v proředěných porostech dostane na zem větší vrstva sněhu, která omezuje promrzání půdy do větší hloubky jako je tomu u porostů nevychovávaných. (Chroust 1997)

Yousefpour et al (2013) prokázali, že lesnické plánování je lepší provádět na základě klimatických pozorování namísto odezvy vlastního lesa na změny klimatu, protože tyto údaje mají zpoždění. Zdůrazňují do budoucna potřebu adaptovat lesní hospodaření na změny klimatu.

3.3.2 Voda

Voda je důležité transportní médium a zároveň je nezbytná pro fotosyntézu. V porostu je zastoupená ve formě srážek, půdní vláhy a vzdušné vlhkosti. Ke ztrátám dochází formou evapotranspirace a odtokem vody, kdy písčité lehké půdy nejsou schopné zadržet tolik vody v půdě jako půdy těžké (Chroust 1997). Na písčito až štěrkohlinitých a dobře provzdušněných půdách může smrk vytvořit i svislou kořenovou soustavu do hloubky 3 - 6 metrů (Mráček, Pařez 1986). Experimentálně byl v oblasti polských nížin prokázán kladný vliv srážek na přírůsty smrku v průběhu celého roku kromě ledna (Koprowski 2013). Jako optimální úhrn srážek se pro smrk v průběhu vegetační doby udává rozmezí 490 - 580 mm (Musil 2003). Odolnost smrkových porostů proti nedostatku vláhy lze zvýšit proředěním porostů. Kladný efekt se projevuje jak v krátkodobém, tak v dlouhodobém horizontu (Sohn et al 2013).

Smrkový porost vykazuje poměrně značnou intercepci - zadržování vody na povrchu rostliny. Ta je přímo úměrná velikosti biomasy a ve stadiu plně zapojených mlazin se za vegetační období pohybuje ztráta mezi 20 - 50% oproti volné ploše. V případě deště dojde k zadržení části dopadající vody a následně po skončení deště se voda vypaří a tím přijde rostlina o vláhu. Naopak ve vyšších polohách v případě, kdy je

děšť provázený mlhou, bylo pozorováno kondenzování vlhkosti na jehlicích a zvýšení podkorunových srážek. Záleží také na charakteru deště. Při slabých srážkách porost zadrží větší procento dopadající vody než při silných srážkách. Výchovné zásahy v porostu výrazně snižují ztráty vody intercepční. Při prořezávce s intenzitou 50% v 13ti letém porostu se průnik srážek k povrchu půdy zvýšil o 27% (Chroust, 1997).

Analýzou letokruhů bylo zjištěno, že srážky před začátkem a na začátku vegetačního období mají zásadní vliv na tloušťkový přírůst a zároveň v případě, že následuje suché léto zvyšují odolnost stromu proti dopadům sucha (Battipaglia a kol. 2009). V Německu byla zkoumána schopnost krátkodobé adaptace smrku na chybějící vláhu, která nebyla prokázána. Naopak bylo zjištěno, že na všech pokusných plochách velmi korelovala dostupná vlhkost s tloušťkovým přírůstem, který tedy nebyl ovlivněn lokálními podmínkami, ale dostupností vody (Boden a kol. 2014).

3.3.3 Živiny

Smrk nemá na živiny příliš velké nároky, vyžaduje ale půdu s pH okolo 4-5. Na stanovištích, která jsou klimatem optimální roste i na živinově velmi chudých půdách, musí však být dobře provzdušněné a vlhké (Mráček, Pařez 1986). Díky nenáročnosti k živinám tvoří porosty na prahorách, na vápencích i na naplavených půdách nejrůznějšího druhu (Šimek 1993).

Experimentálním přihnojováním dusíkem nebylo docíleno žádného efektu v aktuální vegetační sezóně, pouze byl zjištěný zvýšený obsah dusíku v sazenicích. Avšak v následující vegetační sezóně už bylo pozorováno zrychlené tempo růstu. Dále bylo prokázáno, že přihnojování má význam pouze na lokalitách s nepoškozenou humusovou vrstvou, protože tam, kde byla vrstva odstraněna došlo k rychlému odplavení živin pryč (Nordborg a kol. 2003).

V růstové fázi starších kultur a mlazin se u smrku může objevovat žloutnutí, které postupem času většinou samo odezní. Toto žloutnutí je nejčastěji způsobeno deficitem hořčíku a zároveň vyšším obsahem železa a manganu. Toto je pravděpodobně následek chudých geologických podkladů a zároveň špatných klimatických podmínek (Poleno, Vacek a kol. 2009) nebo antropogenního působení, zejména kyselých spadů. Jejich vlivem dochází k vymývání zásaditých živin (především hořčíku) z půdy a asimilačního aparátu. Deficit vede k poškození dřeviny. Bylo zjištěno, že v těchto případech lze provést účinnou chemickou melioraci porostů - vápněním a

přihnojováním deficitními živinami. Veškeré porosty regenerovaly buď již v aktuální vegetační sezóně nebo v té následující (Ulrich 1986).

3.3.4 Světlo

Smrk je dřevina stinná až polostinná. Díky schopnosti snášet v mládí dlouhodobě zastínění je schopen pronikat do porostů jiných dřevin nebo vyčkávat pod mateřským porostem na zlepšení podmínek prakticky bez přírůstu. (Šimek 1993)

Schopnost pohlcovat sluneční záření se mění s věkem porostu. Intercepční plocha 4 m vysoké mlaziny je okolo 10 ha.ha⁻¹. Největší plochu pro pohlcování záření mají nevychované tyčkoviny ve věku cca 25 let - až 17 ha.ha⁻¹ (Chroust 1993). S růstem stromu se biomasa jehličí zvyšuje až množství jehličí v horní části koruny snižuje propustnost pro světlo na spodní část koruny natolik, že se začne měnit tvar koruny z původního kuželovitého na špičatý paraboloid. Starší jehlice postupně opadávají a vnitřek koruny řídne.

Proto je potřeba realizovat výchovné seče, které umožní ozářenost co největší plochy jehličí a využije se tak co nejvíce fotosyntetický potenciál stromu. Ve stádiu zapojených mlazin se po řadové prořezávce s intenzitou 50% zvýšila radiace dopadající na povrch země čtyřikrát. Ve srovnání s neprořezanou mlazinou se asimilační výkon porostu zvýšil o 26%. Stejně tak podporuje rozvolnění zápoje i rozrůstání asimilačního aparátu do šířky. (Chroust 1997)

3.3.5 Citlivost vůči větru

Kořenová soustava je plochého tvaru, bez křivého kořenu a zasahuje jen do vrchních horizontů půdy (Šimek 1993). Mírný pohyb vzduchu rostlina potřebuje k usnadnění transpirace, asimilace a v neposlední řadě je nutný i k opylení a následnému roznosu semen mateřské rostliny do co největší vzdálenosti.

Jednostranné zatížení stromu větrem vede k zesílení kořenových náběhů a deformaci kmene do mírně oválného tvaru. Nebezpečí vývrátů hrozí hlavně v případech otevření uceleného porostu při holoseči, kdy je nutné zohledňovat převládající směry větru (Mráček, Pařez 1986). Podle ohrožení konkrétní smrčiny větrem je třeba plánovat způsob obnovy porostu (Šimek 1993).

3.3.6 Ovlivnění porostů zvěří

V současné době je tendence k návratu lesního hospodaření co nejbližší k původní věkové struktuře a dřevinné skladbě lesa. S tím jsou v rozporu zvýšené stavy spárkaté zvěře, především jelení, mufloní a sičí, které v některých lokalitách našeho území významně ovlivňují skladbu lesa. Změna zastoupení jednotlivých druhů dřevin při přirozené obnově může být zřejmá už za několik let (Čermák 2008).

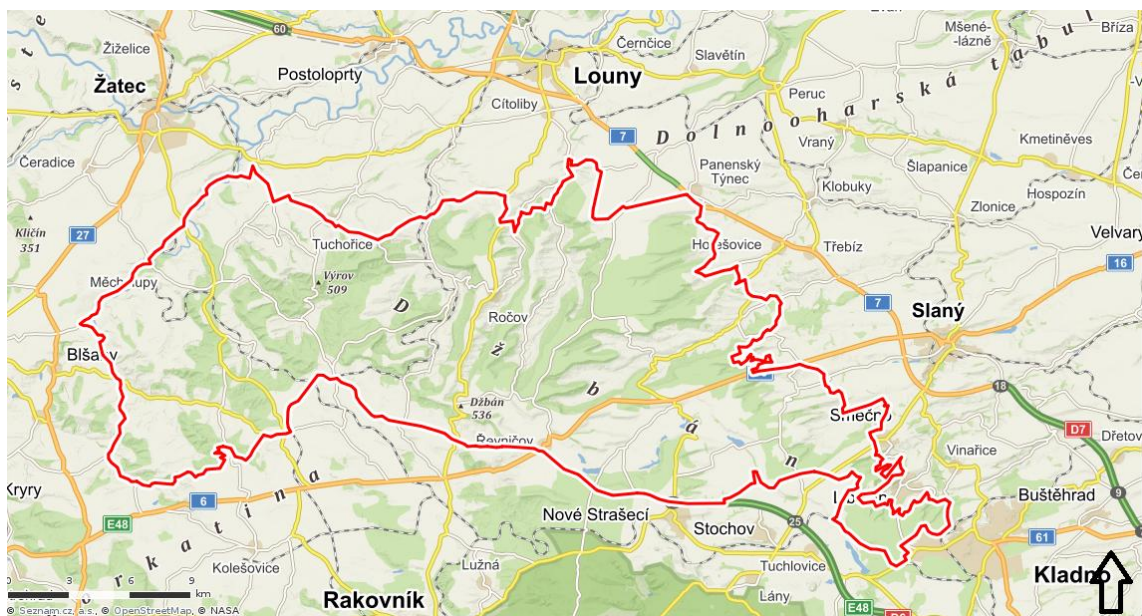
V zájmovém území se ze spárkaté zvěře vyskytuje pouze srnec obecný a prase divoké, které na kulturách působí minimální škody, kdy výjimečně vyrývá čerstvě vysazené sazenice při sběru jiné potravy. Srnčí zvěř působí místy značné škody okusem a vytloukáním stromků, které ještě nestačily vlivu zvěře odrůst. Každý okus terminálu způsobí ztrátu 0,3 – 0,5 roku na přírůstu a způsobí deformace kmene. (Poleno, Vacek a kol. 2009) Srnci dále působí škody při vytloukání parůžků koncem jara, ale využívají odírání kůry a lýka i k vyznačování svého teritoria v době říje. Smrk je na poškození zvěří vnímavý, protože má omezené regenerační schopnosti (Úradníček, Chmelař 1998).

Podíl jedinců obnovy poškozených zvěří se celorepublikově udává 20% (ÚHUL 2016).

3.4 Lokalizace zájmové oblasti

3.4.1 Zeměpisná lokalizace, LVS

Lokalita Džbánsko se nachází na katastrálním území měst Louny, Kladno a Rakovník, a to na ploše 41 578 hektarů. Nachází se převážně v nadmořských výškách 300-400 metrů, nejvyšší bod, plošina Džbán, podle níž lokalita získala svůj název, má nadmořskou výšku 536 metrů (Perlík 2006).



Obrázek 1: Zájmové území (mapy.cz)

Dané území je jedinečné jak z hlediska charakteru lesních porostů, tak na ně navazující přítomnou flóru a faunu, a také z hlediska jedinečné geomorfologie.

Celé území je součástí 2. Lesního vegetačního stupně dubobukového, až 4. Lesního vegetačního stupně bukového. (ÚHUL 2016).

3.4.2 Historie lokality, vývoj z hlediska ochrany území

Přírodní park Džbán byl vyhlášen 1. 5. 1994 okresním úřadem města Louny, za účelem zachování jedinečné krajiny křídové tabule, jež je jak přírodně, tak esteticky ceněna. (Mikroregion Poddžbánsko 2016)

Osídlení Poddžbánska a přilehlého okolí je datováno do 12.-13. století. Významným prvkem lidové architektury jsou stavby z opuky, jež je v této lokalitě dlouhodobě těžena. Hrad Džbán, jež stál na stejnojmenném vrcholu, který dal název celé lokalitě, byl postaven pravděpodobně mezi lety 1420-1428, a již v 16. století byl ve stavu zchátralém.

Kromě této významné historické památky, která lesům Džbánska dodává funkci kulturní a vzdělávací, se v blízkosti vsi Kounov vyskytují Kounovské kamenné řady. Jedná se o 2500 křemencových kamenů, které jsou na ploše 15 hektarů rozmístěny do řad, z nichž je do dnešní doby 14 zachováno kompletně, a několik částečně. Od roku 1934 je těmto řadám věnována zvýšená pozornost a zkoumán jejich původ a účel, jež není do dnešní doby znám (Bednařík 2008).

3.4.3 Charakterizace lokality z hlediska geologie

Oblast je součástí Rakovnicko - kladenské pahorkatiny, která vykazuje charakteristický geologický podklad, tvořený převážně druhohorními opukami s mocností 30 - 60 metrů. Spolu s usazeninami jílovců, slínovců a pískovců vznikaly na dně křídového moře (Škoudlínová, Mudra 1998). Vlivem tektonických procesů, které vyzdvihly tabulovou plošinu, a jejímu následnému eroznímu rozčlenění údolními rýhami, vznikl pro tuto lokalitu typický krajinný ráz.

Z ostatních geologických útvarů jsou zastoupeny šedé a červené oddíly permokarbonu, tvořené lavicemi uhlí, kaolinických slídnatých arkóz a červenými pískovci. Hranice Džbánské křídové tabule jsou lemovány třetihorními vulkanity, a z tohoto období také pocházejí křemence tvořící Kounovské kamenné řady (Mísař a kol. 1983).

V průběhu čtvrtohor došlo k významnému utváření dnešního reliéfu krajiny vlivem eroze a akumulace materiálu, kdy byly erozními jevy odhaleny až druhohorní a prvohorní útvary. Nově vznikaly sprašové pokryvy, vyváté z obnažených křídových hornin, údolní dna jsou lemována četnými aluvii.

Půdy vyskytující se na lokalitě Džbánu jsou z pedologického hlediska velmi zajímavé, a jejich spektrum je bohaté. Ve středních polohách území převládá hnědozem, místně přecházející v podzol. Na plošinách se vyskytují silně vyluhované půdy, původní vápnité půdy se vyvinuly v podzolované rendziny. Ve svazích, kde je opuka méně narušena, se vyskytují rendziny. Na východě území došlo vlivem vyloužení uhličitanu vápenatého z opuky, a jeho následného vysrážení ke vzniku inkrustovaných sintrů (Houda 1969). V hlubokých údolích a na západě území se vyskytuje hnědozem, jež je bohatá na oxidy železa. Jedná se o vysoce vápnité humusokarbonátové červenky, které jsou hojně využívány pro pěstování chmele. (Chráněná území ČR 1996)

3.4.4 Zoologie

Vzhledem k zalesněnosti území je významná přítomnost lesní zvěře, především prasete divokého (*Sus scrofa*), srnce obecného (*Capreolus capreolus*), zajíce polního (*Lepus europaeus*), lišky obecné (*Vulpes vulpes*), kuny lesní (*Martes martes*) a skalní (*Martes foina*) a výrazně je přítomen jezevec lesní (*Meles meles*), který si staví nory pod hranami pískovcových plošin.

Z hlediska zoologického je Džbán významnou entomologickou lokalitou. Dále je zde pozorováno hnízdění více jak šedesáti ptačích druhů. Z dravců se jedná o krahujce obecného (*Accipiter nisus*), jestřába lesního (*Accipiter gentilis*), káně lesní (*Buteo buteo*), sovy zastupuje sýček obecný (*Athene noctua*), kalous ušatý (*Asio otus*), výr velký (*Bubo bubo*), sova pálená (*Tyto alba*) a puštík obecný (*Strix aluco*). Stavy koroptve polní (*Perdix perdix*) a křepelky polní (*Coturnix coturnix*) v posledních letech významně poklesly. Pozorovat lze také přítomnost nepůvodního bažanta obecného (*Phasianus colchicus*). Z holubovitých zde hnízdí holub hřivnáč (*Columba palumbus*), holub doupňák (*Columba oenas*) a hrdlička divoká (*Streptopelia turtur*) i zahradní (*S. decaocto*). Z ostatního ptactva můžeme pozorovat kukačku obecnou (*Cuculus canorus*), strakapouda velkého (*Dendrocopos major*), žlunu zelenou (*Picus viridis*) i šedou (*Picus canus*), zvonohlíka obecného (*Serinus serinus*), jiříčku obecnou (*Delichon urbicum*), skřivana polního (*Alauda arvensis*), lindušku lesní (*Anthus trivialis*), krkavce velkého (*Corvus corax*) a mnoho dalších.

Z plazů se zde vyskytuje zmije obecná (*Vipera berus*), slepýš křehký (*Anguis fragilis*), užovka obojková (*Natrix natrix*), ještěrka obecná (*Lacerta agilis*), a také ještěrka živorodá (*Zootoca viviparia*).

Obojživelníci jsou zastoupeni mlokem skvrnitým (*Salamandra salamandra*), čolkem obecným (*Lissotriton vulgaris*) a horským (*Ichthyosaura alpestris*). Z žab můžeme pozorovat ropuchu obecnou (*Bufo bufo*) a zelenou (*Bufo viridis*), skokana skřehotavého (*Pelophylax ridibundus*) a hnědého (*Rana temporaria*), kuňku ohnivou (*Bombina bombina*), rosničku zelenou (*Hyla arborea*) a blatnici skvrnitou (*Pelobates fuscus*).

Vzhledem k biografickému charakteru oblasti není příliš překvapující přítomnost teplomilných druhů, jako je stepník rudý (*Eresus kollari*). (Škoudlínová, Mudra 1998)

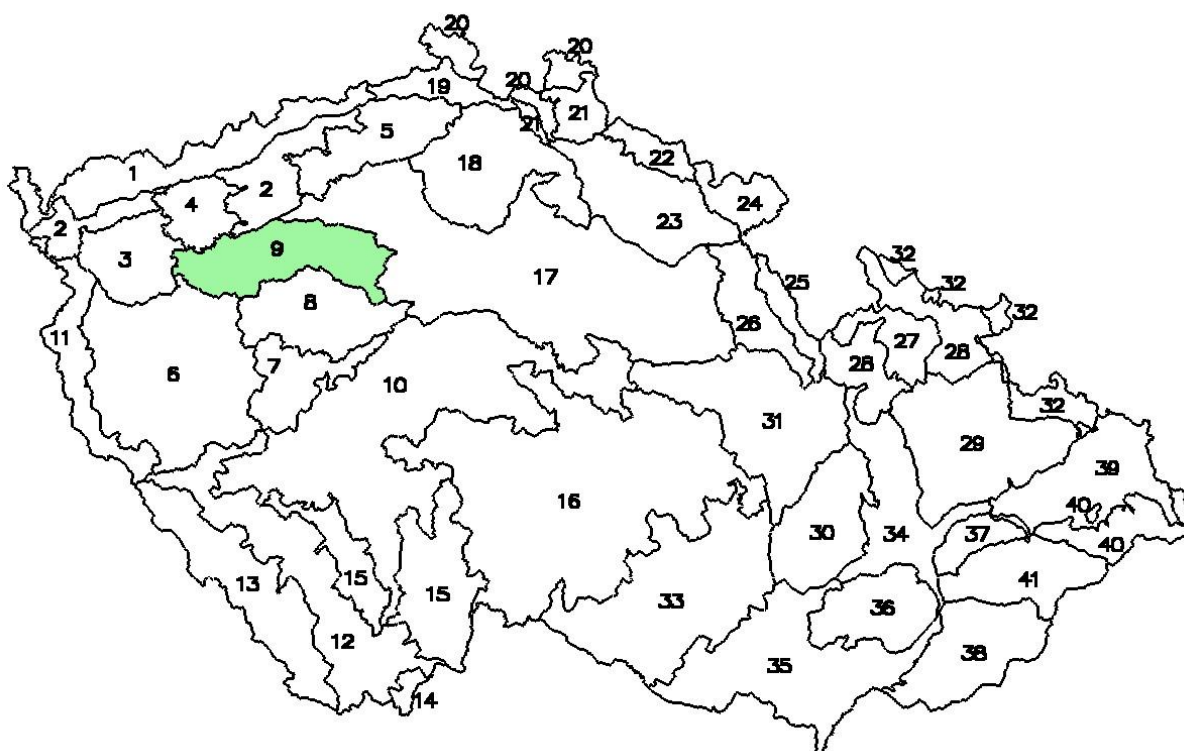
3.4.5 Botanika

Vzhledem k umístění oblasti ve srážkovém stínu Krušných hor, se zde vyskytují převážně teplomilná, stepní společenstva, skalní druhy, ale také druhy podhorské a horské. Vzhledem k vysoké zalesněnosti území, je významná přítomnost bohatého spektra lesní flóry (Lesy ČR 2013). Vyskytuje se zde kýchavice černá (*Veratrum nigrum*), relikv třetihorní květeny. (Mikroregion poddžbánsko 2016)

Oblast Džbánu je z hlediska regionálního členění součástí oblasti květeny střeoevropské, a částečně panonské. Z užšího hlediska biogeografického členění je Džbánský biogeografický region součástí podprovincie Hercynské (ÚHUL 2016).

3.4.6 Lesní hospodaření

Rakovnicko-kladenská pahorkatina, již je oblast Džbánska součástí, má lesnatost 28,14 % a dle kategorizace Ústavu pro hospodářskou úpravu lesa se jedná o Přírodní lesní oblast číslo 9. Průměrná hektarová zásoba lesního porostu se od roku 1990, kdy byla 105 m³ b.k./ha stále zvyšuje, a to na 181 m³ b.k./ha v roce 1995 (ÚHUL 2016).



Obrázek 2: Lokalizace přírodní lesní oblasti zahrnující zájmové území (ÚHUL 2016)

Džbán je součástí podoblasti 9c, celek VA-1, a zahrnuje dva okrsky-VA-1A Ročovská vrchovina a VA-1B Řevničovská pahorkatina. (ÚHUL 2017) Zalesněnost zájmového území je velmi vysoká, a to 65-75 %. Jsou zastoupeny všechny běžné druhy jehličnatých i listnatých dřevin, jehličnaté převažují. Je zde hojně využívána přirozená obnova, a to především smrku, borovice a modřínu. V případě obnovy porostů jsou využívány meliorační a zpevňující listnaté dřeviny v podílu minimálně 25 %, a to především buk, duby, javory, jasan a lípa.

Původně převládající dřevina ve Džbánské oblasti byl dub, a to v lesích nízkých. S postupnou změnou hospodaření a převedením lesa nízkého na les vysoký na přelomu 18. a 19. století došlo ke snížení podílu dubu na celkové lesnatosti, a jeho hospodářský význam poklesl na minimum. Ve 20. letech minulého století se začal jeho podíl opět zvyšovat a v současné době tvoří více jak 10% podílu lesních dřevin.

Borovice se v 17. století původně vyskytovala jen na nejchudších stanovištích, a od poloviny 18. století zvyšovala svoje zastoupení vlivem sýjí, a to na úkor dubu. Velkoplošné holosečné hospodaření vedlo k naprosté dominanci borovice jako hospodářské dřeviny. Na konci 19. století má dle lesních hospodářských plánů 40-95% zastoupení ve všech částech PLO 9c. Od té doby její podíl na celkové lesnatosti klesá, až na dnešních 35%.

Příměs v lesích dubových tvořil především buk, zejména na severních svazích. V současné době je zastoupen podílem 5%.

Smrk byl omezeně vyséván již od počátku 17. století, díky rozmachu umělé obnovy jeho podíl prudce narostl v průběhu první poloviny 19. století, kdy začíná převažovat jeho zastoupení na úkor borovice.

Zastoupení dalších dřevin jsou následující:

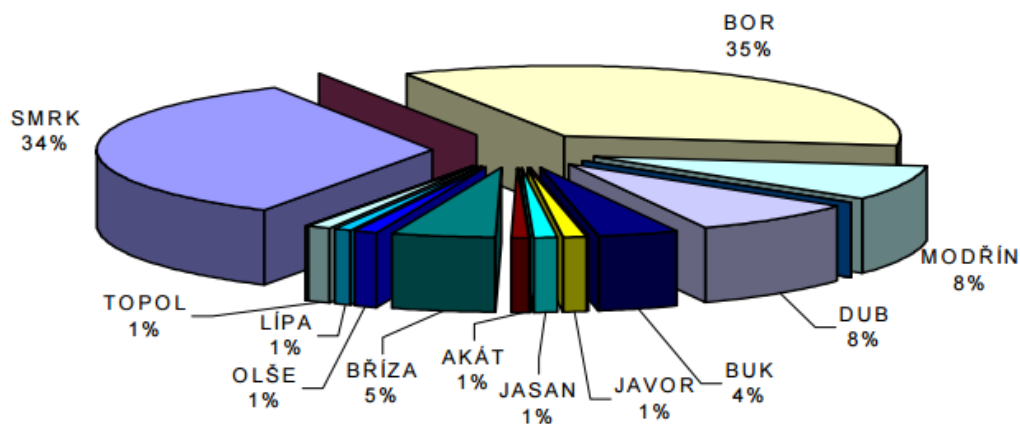
Modřín - byl uměle vyséván od konce 18. století, od té doby jeho podíl stoupá, až na dnešních 7%

Lípa - dnes 1%, dříve bývala především v nízkých lesích druhá nejčastější po dubu

Bříza - dnes je významně zastoupena v lesích 4. - 6. věkového stupně, dříve bývala třetí nejrozšířenější dřevinou

Osika - vyskytovala se významně na lokalitách s nadměrnou těžbou a prořezáváním porostů, dnes je její podíl díky zalesňování a řádné výchově eliminován

Jasan, olše, akát, habr, jilm, dub cer, jedle - uvedené dřeviny jsou dlouhodobě přítomny jen v minimálním množství, nepřesahujícím 1%



Obrázek 3: Zastoupení jednotlivých dřevin v zájmové oblasti

Věková skladba je vyrovnaná, případné vychýlení mají za následek kalamity jak povětrnostní, tak hmyzové (ÚHUL 2017)

3.4.7 Fytocenologie

Doubravy (Querceta)

Samostatné doubravy se na Džbánsku vyskytují velmi vzácně, častější jsou smíšená společenstva. Nejrozšířenější je habrová doubrava (Querceto-Carpinetum), a to především na východní části území. Stromové patro je tvořeno dubem zimním (*Quercus petraea*), habrem obecným (*Carpinus betulus*), lípou malolistou (*Tilia cordata*) i velkolistou (*Tilia platyphyllos*), javorem babykou (*Acer campestre*) a jilmem horským (*Ulmus glabra*). Velmi dobře vyvinuté keřové patro utváří svída (*Cornus spp.*), líska (*Corylus*), hlohy (*Crataegus*), ptačí zob (*Ligustrum vulgare*) a jeřáb (*Sorbus*). V bylinném patru je možno nalézt mochnu bílou (*Potentilla alba*), třezalku horskou (*Hypericum montanum*), okrotici bílou (*Cephalanthera damasonium*), černýš luční (*Melampyrum pratense*), kokořík vonný (*Polygonatum odoratum*), sasanku hajní (*Anemone nemorosa*), dymnivku dutou (*Corydalis cava*) a další. Jsou zastoupeny i kapradě, a to kapradí samcem (*Dryopteris filix-mas*), a mechy, například kostrbátec (*Rhytidiadelphus*) a ploník (*Polytrichum*) (Houda 1969).

Dále jsou zde zastoupeny i svazy Torilido-Quercetum, Potentillo albae-Quercetum a asociace Melampyro nemorosi-Carpinetum (ÚHUL 2017).

Bučiny (Fageta)

Ve vyšších polohách a na severních svazích jsou významné květnaté bučiny podsvazu Fagenion, které na extrémních stanovištích přechází v okroticové bučiny (Cephalanthero-Fagetum) (ÚHUL 2017). V bučinách jsou dle charakteru prostředí přimíseny různé další dřeviny, a to javor klen (*Acer pseudoplatanus*), dub (*Quercus spp.*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), lípa (*Tilia spp.*), ve vlhčích oblastech jilm horský (*Ulmus glabra*). Keřové patro obvykle není přítomno, pouze občasně je zastoupen lýkovec obecný (*Daphne mezereum*). Také mechové patro nebývá obvykle příliš vyvinuto, většinou i úplně chybí. Naopak bylinné patro je zpravidla velmi bohaté, najdeme zde široké spektrum rostlin časného jarního aspektu-sasanku pryskyřníkovitou (*Anemone ranunculoides*), dymnivku dutou (*Corydalis cava*), mokřýš střídavolistý (*Chrysosplenium alternifolium*), plicník lékařský (*Pulmonaria officinalis*), jaterník podléšku (*Hepatica nobilis*), a také pozdního jarního aspektu-mařinku vonnou (*Galium odoratum*), samorostlík klasnatý (*Actaea spicata*), česnáček lékařský (*Alliaria petiolata*), violku lesní (*Viola reichenbachiana*), kokořík vonný (*Polygonatum odoratum*), konvalinku vonnou (*Convallaria majalis*). Letní aspekt je zastoupen locikou zední (*Lactuca muralis*), žindavou evropskou (*Sanicula europaea*), třezalkou horskou (*Hypericum montanum*), lilií zlatohlavou (*Lilium martagon*), šťavelem kyselým (*Oxalis acetosella*) a kakostem smrdutým (*Geranium robertianum*) (Houda 1969).

Bory (Pineta)

Bory jsou zastoupeny na vrcholových rovinách, a jedná se o společenstva nepůvodní. K borovici se v porostu přidružuje modřín a smrk, řidčeji javor klen, buk lesní nebo břiza. Vzhledem ke kyselosti půd těchto lokalit převládá v bylinném patře brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) a brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*), a také vřesy (*Calluna spp.*). Na prosvětlenějších místech se vyskytuje metlička křivolaká (*Deschampsia flexuosa*), kociánek dvoudomý (*Antennaria dioica*), kruštík tmavočervený (*Epipactis atrorubens*) nebo jestřábník zední (*Hieracium murorum*) a obecný (*H. vulgatum*).

3.4.8 Klimatické podmínky a hydrologie

Jak již bylo zmíněno výše, oblast se nachází ve srážkovém stínu Krušných hor, které ochuzují především Žateckou plošinu až o 20% srážek (Houda 1969). Roční úhrn srážek je velmi nízký, v rozmezí 490-510 mm, avšak srážky jsou v průběhu roku

poměrně vyrovnané. Průměrná roční teplota se pohybuje v rozmezí 8,3-8,9 °C (Perlík 2006).

Dle klasifikace ÚHUL se jedná o klimatickou oblast B - mírně teplou, a zahrnuje dva okrsky-okrsek B1 mírně teplý, suchý s mírnou zimou, jež se vyskytuje především v oblasti Ročovské vrchoviny, a okrsek B2 mírně teplý, mírně suchý, s převážně mírnou zimou, kterým je charakterizována Řevničovská pahorkatina, a zasahuje částečně i do jižní části Ročovské vrchoviny.

Území spadá do fytogeografické oblasti termofytika, fytogeografický obvod je České termofytikum.

Území spadá do pomoří Severního moře (ÚHUL 2016). Džbánský hřeben rozděluje oblast na tři rozvodí. Východně od hřebenu pramení Bakovský, Bílichovský, Pozdeňský a Řísutský potok, jež jsou součástí rozvodí Vltavy, západně pramenící potoky Smolnický, Ročovský, Hřivický, Hasina a Klučecký spadají do rozvodí Ohře, a jižně pramenící potok Tuchlovický je spolu s několika malými přítoky, jež jsou napájeny ze Mšeckých rybníků, náleží povodí Berounky (Houda 1969).

4 Metodika

4.1 Výběr zkušebních ploch

Vybráno bylo celkem deset ploch, z toho 5 otočených co nejvíc ideálně směrem na sever a 5 na jih. Všechny tyto zkoumané plochy leží v okrsku Domoušická vrchovina patřící do podcelku Ročovské vrchoviny (viz. zeměpisná lokalizace). Dalším kritériem byla vzdálenost jednotlivých ploch od sebe minimálně 500 metrů, aby byly zajištěny vypovídající výsledky. Vybírány byly takové plochy, kde byla na pasece vzniklé holoseči provedena umělá obnova smrkem ztepilým (*Picea abies*) v dostatečném počtu a stavu na to, aby bylo možné na každé ploše naměřit dendrometrické charakteristiky u 35 jedinců. Měřené stromky nesměly být stíněné okolním porostem a vynechány byly stromy s neměřitelnými přírůsty, fatálním způsobem poškozené či odumřelé. Všechny plochy jsou osazeny porostem smrku ztepilého ve věkové třídě I., s tím, že musí být měřitelný přírůst za posledních 5 let. Cílovou skupinou byly tedy porosty ve stáří 5 - 10 let.

4.2 Stručný popis jednotlivých lokalit

Lokalita 1 – 5ti letý porost s azimutální orientací 175° na jih a sklonem svahu přibližně 22°. Je zde lehčí zabuřnění keřového patra ostružiníky (*Rubus idaeus* a *R. fruticosus*). V bylinném patře převažuje sítina rozkladitá (*Juncus effusus*) a třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) zabírající celkově plochu cca 75%. V množství jednotek procent následují kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), vrbka úzkolistá (*Epilobium angustifolium*), kaprad' samec (*Dryopteris filix-mas*) a šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*).

Lokalita 2 – 6tiletý porost s orientací 150° na jih, sklonem terénu 20°. V keřovém patru sporadický výskyt obou ostružiníků. Bylinné patro je silně zabuřněné třtinou křovištní (95% plochy), ale porost je již v současné době jejímu vlivu odrostlý. Dále nevýznamně přítomná sítina rozkladitá a kopřiva dvoudomá. Na pasece je přítomný velmi slabý nálet břízy bělokoré (*Betula pendula*).

Lokalita 3 – 6ti letý porost s orientací 151° jižně a sklonem svahu 16°. Mírné zabuřnění keřového patra opět ostružiníkem a maliníkem. Bylinné patro středně zabuřněné převážně třtinou křovištní, dále v množství jednotek procent sítina rozkladitá, vřes obecný (*Calluna vulgaris*), kostřava ovčí (*Festuca ovina*) a jahodník obecný (*Fragaria vesca*).

Lokalita 4 – sedmiletý porost s orientací 192° a sklonem 8°. Na pasece je slabý nálet břízy bělokoré, modřínu opadavého (*Larix decidua*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*) ovšem v malém množství nekonkurujícím smrku, který je zde v řidším sponu, zřejmě po výsadbě došlo k odumření části sazenic například vlivem třtiny a nedošlo k vylepšení porostu. Zabuřnění keřového patra 5% ostružiníky. Bylinné patro velmi silně zarostlé třtinou křovištní, jejímuž vlivu je ale porost nyní odrostlý. Dále se v množství jednotek procent vykytuje vřes obecný, kopřiva dvoudomá, kaprad' samec.

Lokalita 5 – Devítiletý porost orientovaný 168° na jih se sklonem svahu 19°. Zde je značně zastoupen ostružiník křovitý (60%), který místy tvoří až neprostupnou síť a jeho šlahouny se plazí po přeslenech stromů. Bylinné patro je zde vlivem ostružiníku slabé a obsahuje po cca 10% třtinu křovištní a brusnici borůvku (*Vaccinium myrtillus*). Stopově je při okrajích zastoupen vřes obecný a kostřava ovčí.

Lokalita 6 – porost stáří 7 let se severní orientací cca 3° a sklonem terénu 28°. Slabší výskyt ostružiníku křovitého (10%) a ostružiníku maliníku (15%) nemá vliv na

růst stromů. V bylinném patře převažuje opět třtina křovištní se 75%. Dále se zde vyskytuje ještě kopřiva dvoudomá.

Lokalita 7 – 8mi letý porost s orientací 356° a sklonem svahu 21°. Keřové patro reprezentuje sporadicky ostružiník křovištní, růže šípková (*Rosa canina*) a vzhledem k vzrůstu i bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*). Celkově zde není keřové patro výrazné. Bylinné patro tvoří dva jahodníky – jahodník obecný a truskavec (*Fragaria moschata*) – celkem 15% plochy patra. Dále je přítomna třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum*), metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*), pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*), popenec obecný (*Glechoma hederacea*), vikev plotní (*Vicia sepium*), podběl lékařský (*Tussilago farfara*) a kopřiva dvoudomá. Na této lokalitě je velmi dobře patrný vliv srnčí zvěře z doby, než stromy jejímu vlivu odrostly.

Lokalita 8 – 6ti letý porost orientovaný 347° severně a se sklonem svahu 22°. Zde je sporadický výskyt ostružiníku křovitého. Bylinné patro je silně zarostlé třtinou křovištní, která pocitově pokrývá celou plochu. Sem tam lze nalézt kopřivu dvoudomou.

Lokalita 9 – 6ti letý porost s orientací 343° a sklonem terénu cca 16°. Keřové patro je reprezentováno ostružiníkem křovitým přítomným asi v 10% bez vlivu na smrkovou obnovu. Bylinné patro majoritně zastupuje třtina křovištní (70%) a jednotlivé procenta zaujímá sítina rozkladitá, kaprad' samec a šťavel kyselý (*Oxalis acetosella*).

Lokalita 10 – 6 let starý porost s azimutální orientací 4° severně a sklonem terénu 14°. Keřové patro není prakticky přítomno, jen jednotlivě lze nalézt ostružiník křovitý. Bylinnému patru dominuje sítina rozkladitá, metlička křivolaká a sporadicky zastoupená je třtina křovištní, kopřiva dvoudomá a kaprad' samec. Tato lokalita je evidentně ovlivněná přítomností srnčí zvěře.



Obrázek 4: Umístění pokusných ploch (mapy.cz)

4.3 Sběr dat

Na každé pokusné ploše byl na přelomu května a června 2016 proveden fytoocenologický snímek. Druhý fytoocenologický snímek byl proveden během vlastních měření v době začátku vegetačního klidu v říjnu 2016. Snímky sloužily především k vyhodnocení vlivu zahuštění lokalit na celkový růst smrku s tím, že zvláštní důraz byl kladený na rostliny výškově konkurující si se zkoumanou dřevinou, což byl především ostružiník maliník (*Rubus idaeus*), ostružiník křovitý (*Rubus fruticosus*) a třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*).

Na každé ploše byla vytipována řada stromků (v případech širších, ale kratších zalesněných pasek dvě nebo tři řady s tím, že vždy jedna byla vynechána, aby nebyly měřeny hned stromy v sousední řadě). Kritériem pro výběr byla především eliminace vlivu vysokých stromů po okrajích paseky. Měření tedy proběhlo u stromů, které nebyly v zástínu okolního porostu. Z měření byly vynechány stromy, které byly poškozené

zvěří do té míry, že byla ovlivněna jejich schopnost růstu, případně se staly dvojáky nebo trojáky. Také nebyly měřeny stromy suché nebo jedinci, u kterých z různých příčin nebylo možné změřit některou z dendrometrických charakteristik. Všichni tito jedinci nebyli do zpracování výsledků nijak zahrnuti, pouze byl zaevidován počet vynechaných stromů na jednotlivých pokusných plochách pro procentuelní vyjádření poškozených stromů.

Měření jednotlivých stromů bylo prováděno podle následující metodiky:

- celková výška nadzemní části s přesností na centimetry
- průměr koruny měřený ve dvou na sebe kolmých směrech s přesností na 5 centimetrů
- přírůsty stromku za vegetační sezóny 2016, 2015, 2014, 2013 a 2012 s přesností na centimetry
- tloušťka kořenového krčku (měřeno těsně nad terénem, v místě přechodu kořenu v nadzemní část) s přesností na milimetry
- u každého jedince poznámka o okusu, žloutnutí nebo jiném poškození.

Popřípadě poznámka o z různých důvodů nezměřeném jedinci.

Míra okusu zvěří, stejně jako poškození vytloukáním srnčí zvěří, byla hodnocena vizuálně. Byly vytvořeny kategorie poškození:

- bez poškození
- mírné poškození - lehký okus bočních spodních větví, hlavně mladých výhonů, bez většího vlivu na vitalitu stromu
- střední poškození - okus bočních větví do té míry, že došlo k deformaci celkového tvaru koruny a viditelnému úbytku biomasy jehličí, ale nebyla ohrožena životaschopnost stromu
- neklasifikováno - suché a odumřelé, vytloukáním značně poničené

Podle tvaru kmene byly započítány pouze stromky s průběžným kmenem, dvojáky a trojáky byly vyloučeny.



Obrázek 5: Hodnocení vitality jedinců. Vlevo zdravý, uprostřed zažloutlý, vpravo nehodnocený.



Obrázek 6: Hodnocení poškození zvěří. Vlevo mírné poškození, uprostřed střední poškození, vpravo nehodnoceno.

4.4 Zpracování dat

Zpracování naměřených dat bylo provedeno statistickým programem Statistica 12.

Nejprve byla data pomocí základních statistik (statistiky - základní statistiky - popisné statistiky - normalita) otestována na normalitu. Byl zvolen Shapiro - Wilkův W test, a zjišťován parametr p , jehož hodnota větší jak 0,05 vypovídá o normálním rozdělení pozorovaného souboru dat, v případě, kdy je p menší jak 0,05, jedná se o nenormální rozdělení.

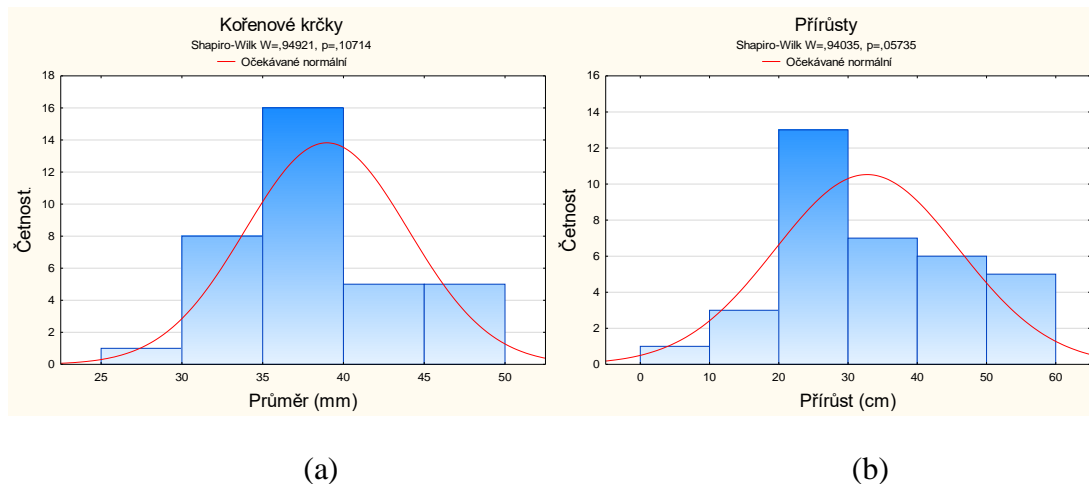
Následně byla provedena grafická analýza pomocí krabicových grafů nástrojem grafy - krabice - vícenásobný, které zobrazují medián, středních 25 - 75% hodnot, horní a dolní kvartily a případné odlehlé hodnoty. V případě normálního rozdělení lze předpokládat, že se nebudou vyskytovat extrémní hodnoty.

V dalším kroku byla použita metoda analýzy ANOVA, která slouží k analýze rozptylu dat. V záložce statistiky - ANOVA byla zvolena ANOVA při opakovaných měřeních. V základním nastavení byly vybrány proměnné, a zvoleny vnitřní efekty - počet úrovní 10, a název faktoru Lokalita. Po potvrzení tlačítkem OK byla vybrána možnost více výsledků, kde byla zvolena Post - hoc analýza, a pomocí Tukeyova HSD testu provedena analýza homogenních skupin, kdy jsou data kategorizována na základě podobnosti rozptylů.

Stejným způsobem bylo provedeno porovnání severu a jihu, kdy byl počet úrovní vnitřních efektů 2 a název faktoru odpovídal analyzované proměnné. Zde bylo použito pouze základní vyhodnocení pomocí funkce vš. efekty/grafy, kdy výsledkem bylo grafické vyhodnocení a hodnota p .

5 Výsledky

Data získaná z jednotlivých lokalit (celkové výšky, průměry korun, průměry kořenových krčků a absolutní každoroční přírůsty na jednotlivých lokalitách) byla nejprve souhrnně otestována základní statistikou na normalitu rozdělení. Na dvou přiložených histogramech lze vidět rozdělení četnosti pro vybrané dva parametry, a to, jak odpovídají normálnímu rozdělení charakterizovaném Gaussovou křivkou.



Obrázek 7: Normalita naměřených parametrů. (a) průměry kořenových krčků na lokalitě 2, (b) přírůsty za rok 2016 na lokalitě 1

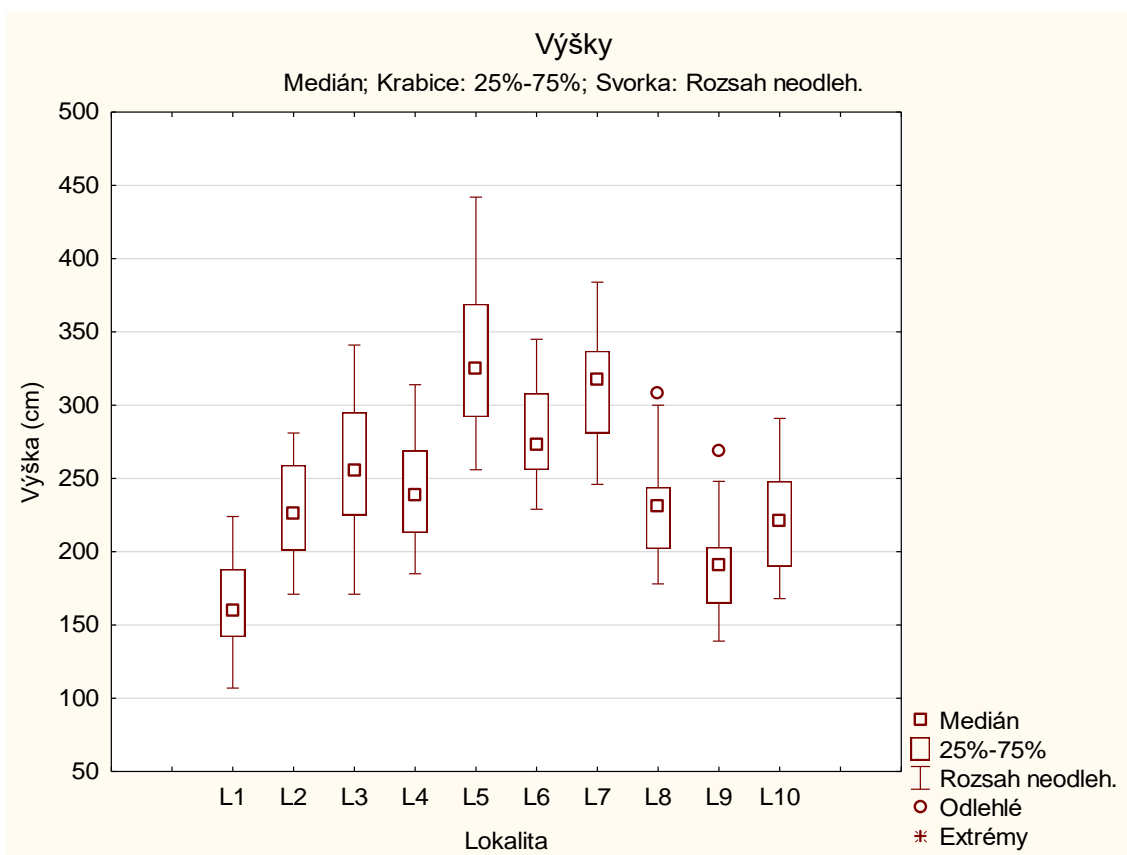
Bylo zjištěno, že všechna získaná data normálnímu rozdělení odpovídají.

Tabulka 2: P hodnoty testování normality dat

	P		
	výška	krček	koruna
L1	0,88367	0,35204	0,11496
L2	0,06069	0,10714	0,2475
L3	0,83768	0,3872	0,80769
L4	0,35079	0,10714	0,24502
L5	0,28972	0,92821	0,11646
L6	0,09865	0,06773	0,05798
L7	0,81586	0,99046	0,18055
L8	0,12504	0,54086	0,1166
L9	0,18608	0,13834	0,07865
L10	0,23177	0,5236	0,79078

5.1 Výška celková

U všech pokusných stromů byla také změřena jejich výška. Hodnoty výšek pro jednotlivé lokality jsou znázorněny v následujícím grafu, z něhož jasně vidíme výrazný výškový rozdíl lokality 5, která je také z hodnocených lokalit nejstarší, a má největší výškový rozptyl charakterizovaných jedinců. Naopak, za nejhomogennější lze považovat lokalitu 2. Na lokalitách 8 a 9 byl registrován předrůstavý jedinec ve formě odlehlého bodu grafu, což mohl být jedinec z přirozené obnovy, který byl následně při zalesnění využit a měl proto oproti ostatním náskok v růstu.



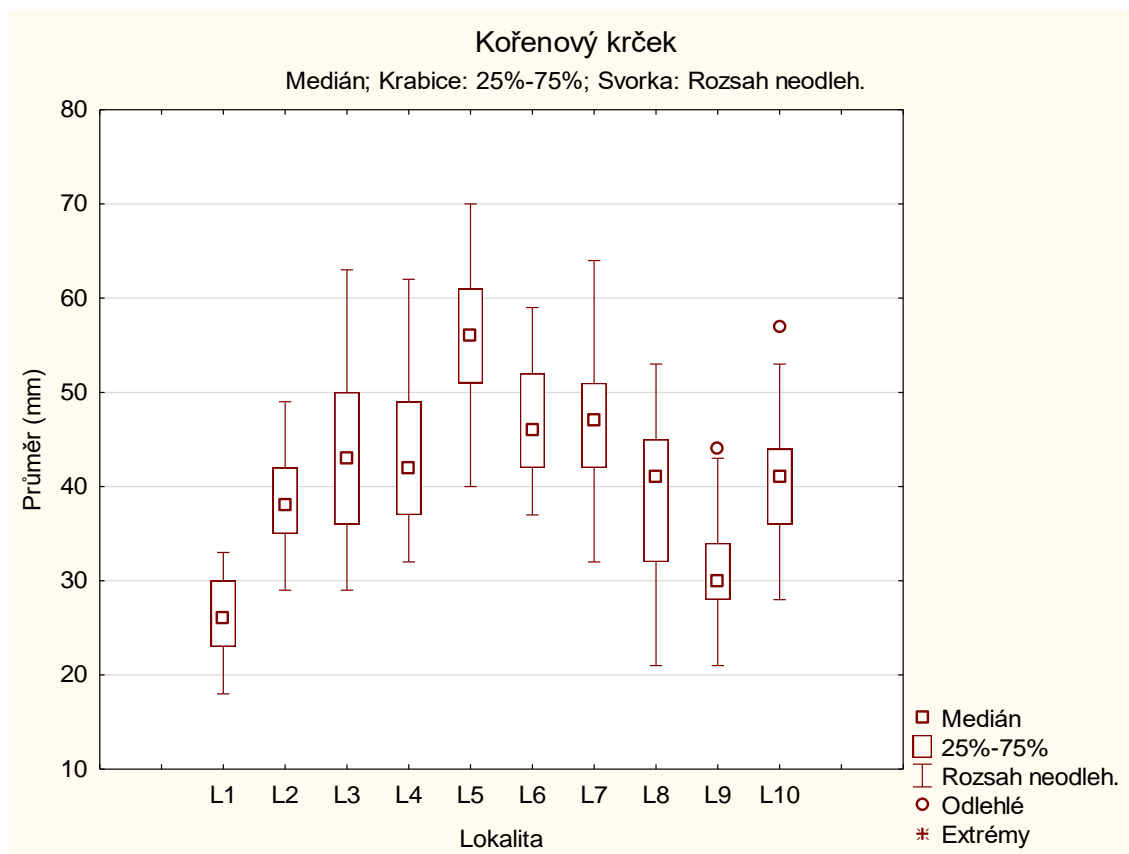
Obrázek 8: Celkové výšky porostu na jednotlivých lokalitách

Analýzou homogenních skupin bylo identifikováno 6 skupin, kdy v samostatné skupině je vedena lokalita L1, která je z měřených deseti lokalit nejmladší, s čímž koresponduje i výsledek výškové nepodobnosti s lokalitami ostatními. Největší skupinu, zahrnující 4 lokality tvoří L2, L4, L8 a L10. S výjimkou lokality 4, která je sedmiletá, se jedná o šestileté porosty, a proto lze zhodnotit, že vzhledem k věku je přírůstek na jednotlivých lokalitách podobný. Další skupiny tvoří lokality věkově blízké - skupina L3 a L4 - šesti- a sedmiletá, skupina L3 a L6 opět šesti a sedmiletá. Lokalitu L3 tak lze interpretovat jako optimální, jelikož se opakovaně výškově přibližuje porostu o rok

staršímu. Poslední skupinu tvoří lokalita L5 a L7, opět věkově podobný devíti- a osmiletý porost.

5.2 Kořenový krček

Tloušťka kořenového krčku dobře koresponduje s naměřenými výškami a odpovídá věku stromů na jednotlivých lokalitách. Nejmladší lokalita 1 má nejmenší průměr kořenového krčku, a zároveň nejmenší rozptyl, naopak nejstarší lokalita 5 má největší medián průměrů kořenových krčků, a také rozptyl naměřených hodnot je na první pohled větší, což odpovídá růstové rozrůzněnosti daných jedinců. Diference této lokality je taková, že analýzou homogenních skupin je definována samostatně. Stejně tak lokalita 9, kde je vidět výrazně nižší hodnota mediánu, oproti ostatním šestiletým lokalitám, je zařazena do skupiny s pětiletou lokalitou 1. Ostatní šestileté lokality mají tloušťku kořenového krčku podobnou, tudíž tvoří další homogenní skupinu, ještě spolu se sedmiletou lokalitou 4. Celkově se projevuje jev, kdy čím je konkrétní porost mladší, tím je výškově, tloušťkově a podobně vyrovnanější a se stárnutím a růstem porostu do výšky se začíná při srovnatelných podmínkách více projevovat potenciál konkrétního jedince. Tohoto jevu bude lesní hospodář samozřejmě v budoucnu využívat při probírkách, ať už při negativním nebo pozitivním výběru.



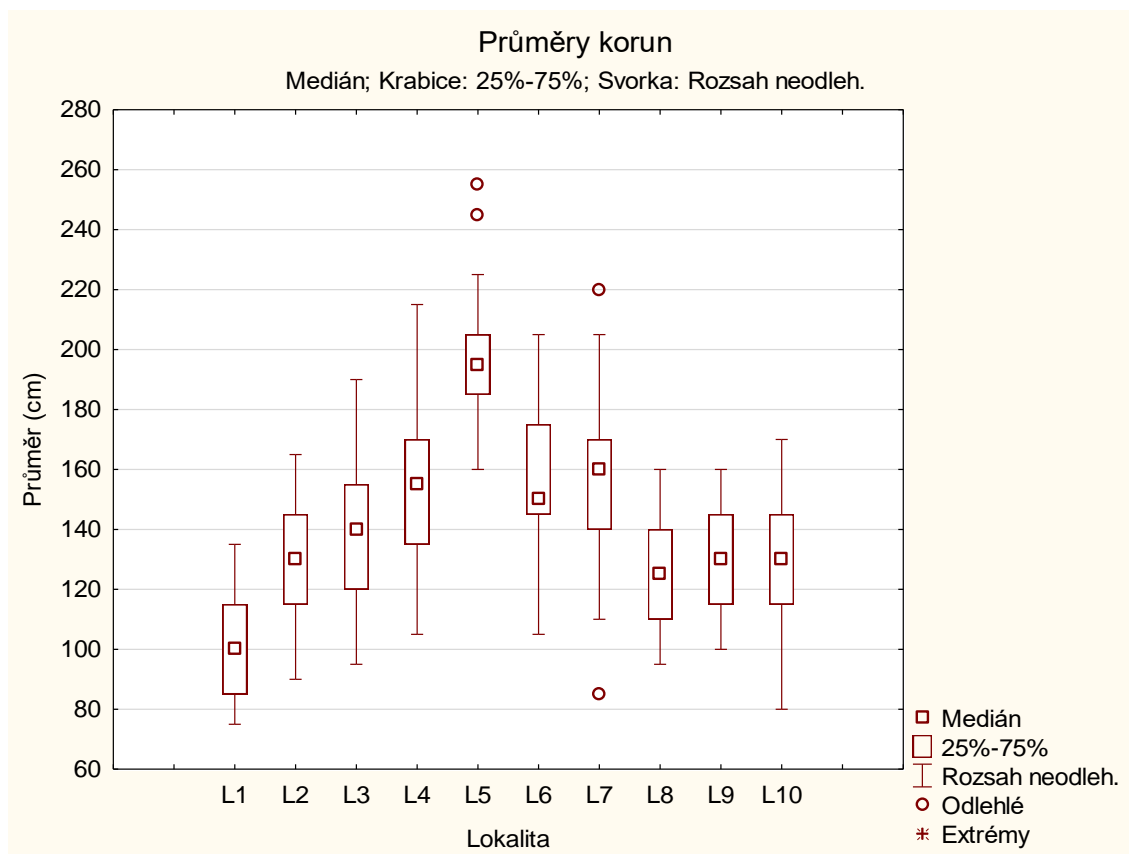
Obrázek 9: Tloušťka kořenových krčků na lokalitách

5.3 Koruny

Stejně jako v ostatních růstových parametrech, i zde je separována nejmladší a nejstarší lokalita.

Lokalita 9 zde, oproti celkové výšce a tloušťce kořenového krčku, vykazuje shodnost s ostatními šestiletými lokalitami, a tvoří s nimi homogenní skupinu, z čehož můžeme odvodit, že tato lokalita je sice lehce nepříznivá z hlediska výškově růstových podmínek, ale z hlediska prostorové výsadby, sponu a zabuřenění není nijak znevýhodněna.

Další skupinu tvoří dvě sedmileté lokality 4 a 6 společně s osmiletou lokalitou 7 a šestiletou lokalitou 3. Z toho můžeme usuzovat na mírně příznivější prostorové podmínky na lokalitě 3, což je lokalita na typickém jižním slunném svahu s oproti ostatním lokalitám se spíše podprůměrným zabuřeněním, což podporuje rozrůstání koruny. A naopak lehce nepříznivé podmínky na lokalitě 7.



Obrázek 10: Průměry korun na lokalitách

Porovnáme-li vztah průměru koruny a celkové výšky, můžeme vidět na lokalitách 7 a 10, v porovnání s ostatními lokalitami, větší přírůst výškový oproti korunovému. Tyto dvě lokality byly nejvíce poškozeny okusem zvěří, což může mít významný vliv na menší průměry korun zkoumaných jedinců.

Lokalita 4 vykazuje opačný trend-oproti ostatním lokalitám má výraznější přírůst do šířky koruny než výškový, což může být dáno tím, že stromy jsou zde v širokém sponu, a tudíž mají možnost prostorového růstu, která je i využita, na úkor růstu výškového.

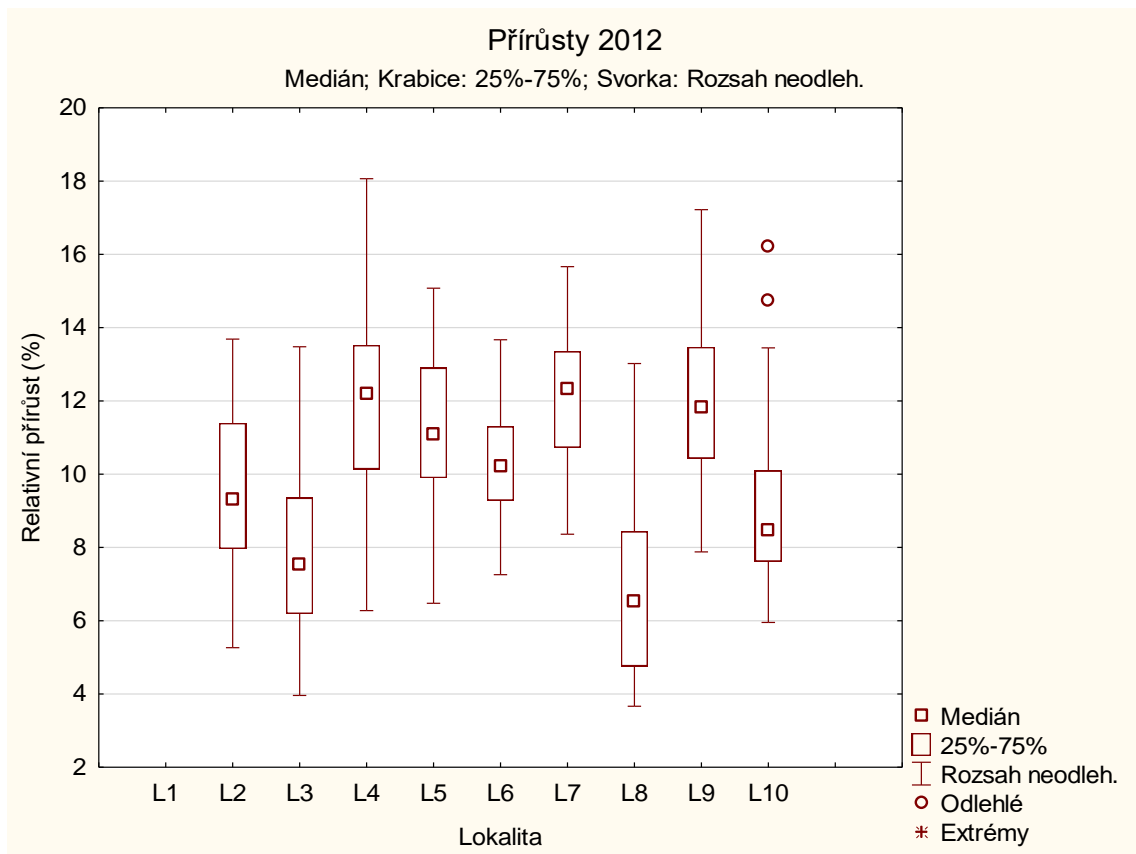
5.4 Přírůsty

2012

Hodnoty relativních přírůstů na jednotlivých lokalitách jsou zobrazeny na Obrázek 11. Medián relativního přírůstu se pohybuje od 8 do 13%. Pouze na lokalitě 3 a 8 byly zaznamenány relativní přírůsty menší-mezi 6 a 8%. Na většině lokalit jsou v tomto roce přírůsty poměrně diverzifikované, především na lokalitě 4 a 10, která

vykazuje i dvě odlehle hodnoty v oblasti větších procentuelních přírůstů, naopak za nehomogennější lze, z hlediska relativních přírůstů v tomto roce, považovat lokalitu 6.

Lokalita 1 byla vynechána, jelikož se jedná o nejmladší-pětiletý-porost, přičemž přírůsty v tomto roce byly měřitelné jen u části jedinců. U většiny byl přírůst v důsledku povýsadbového šoku velmi malý nebo zcela neměřitelný.



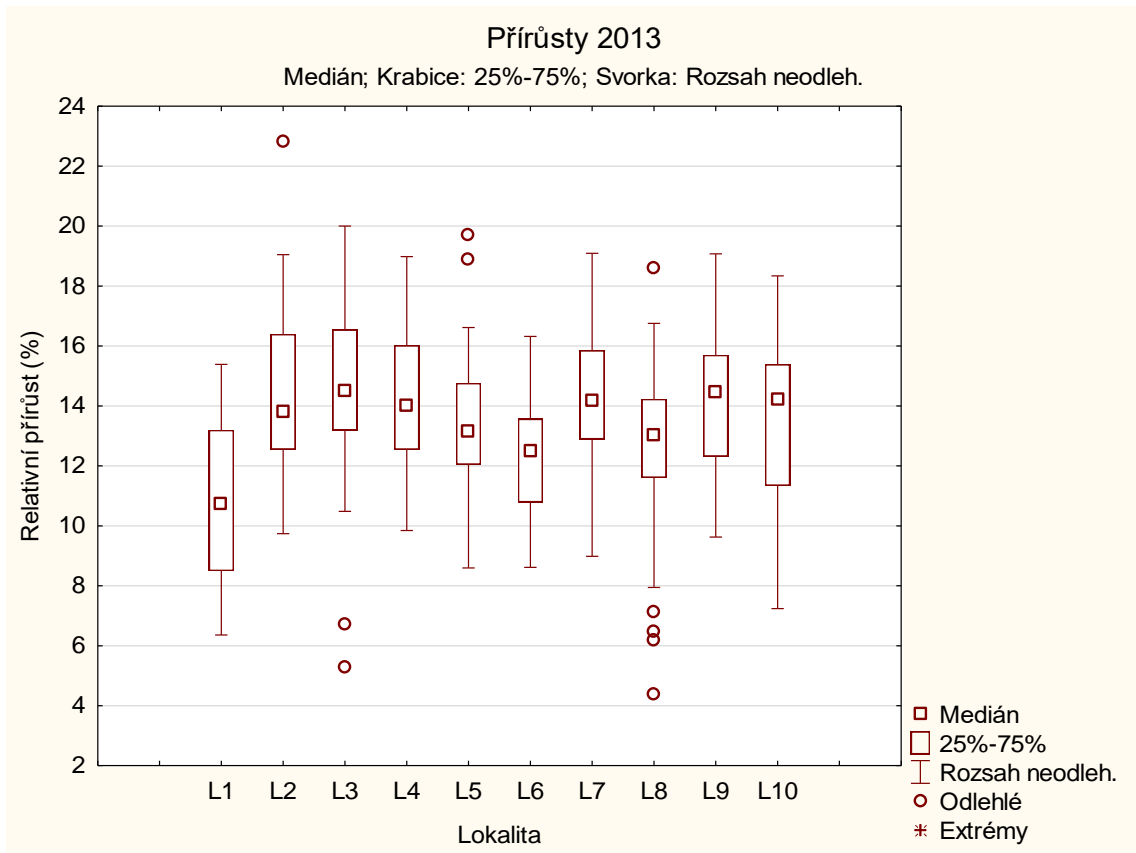
Obrázek 11: Relativní přírůsty na lokalitách v roce 2012

Z analýzy rozptylu byla zjištěna podobnost v relativních přírůstech lokalit 4, 5, 7 a 9. Tyto lokality mají medián okolo 12% a též rozptyl ostatních změřených hodnot se překrývá.

2013

Z krabicových grafů i z následných analýz homogenních skupin patrné, že v roce 2013 byly rozptily přírůstů téměř na všech zkoumaných lokalitách podobné. Výjimku tvoří lokality 1 a 6, které díky menším relativním přírůstům tvoří samostatnou kategorii. Zároveň je patrné, že přírůsty nebyly příliš homogenní, lokality 2, 3, 5 a 8 vykazují, i přes normální rozdělení, několik odlehlých hodnot. Zvýšený výskyt odlehlých hodnot si lze vysvětlit nadprůměrnými srážkovými podmínkami (117% proti dlouhodobému

průměru), kdy jednotlivé sazenice mohly využít svůj růstový potenciál a projevíly se tak jak v budoucnu nadějně stromy tak ty podprůměrné.

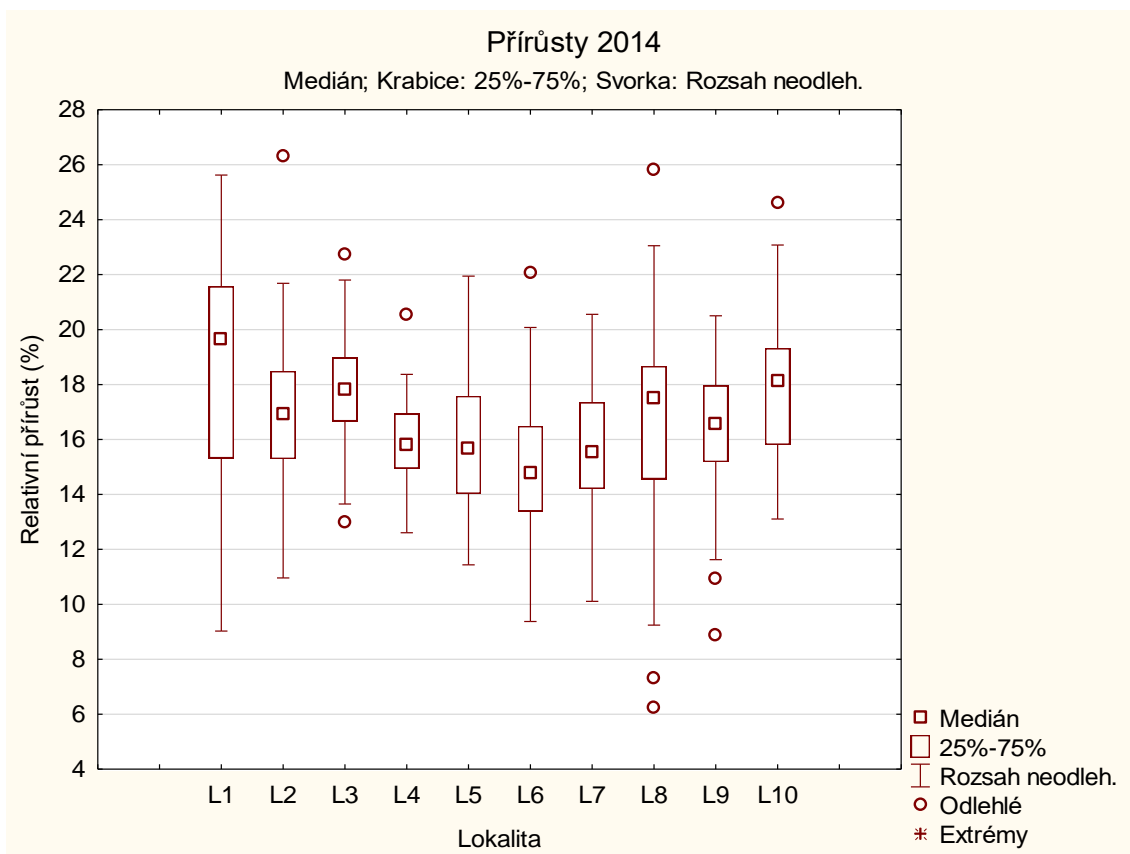


Obrázek 12: Relativní přírůsty na lokalitách v roce 2013

2014

Přírůsty v roce 2014, byly, stejně jako v roce předchozím, podobné na všech pozorovaných lokalitách. Analýzou rozptylu hodnot byly zjištěny dvě podobnostní skupiny. První zahrnuje lokality L2, L4, L5, L6, L7, L8 a L9, které vykazují přírůsty nižší, druhá lokality L1, L2, L3 a L10, které vykazují přírůsty statisticky významně vyšší. Opět je zde definováno několik odlehlých hodnot, v rámci normality dat.

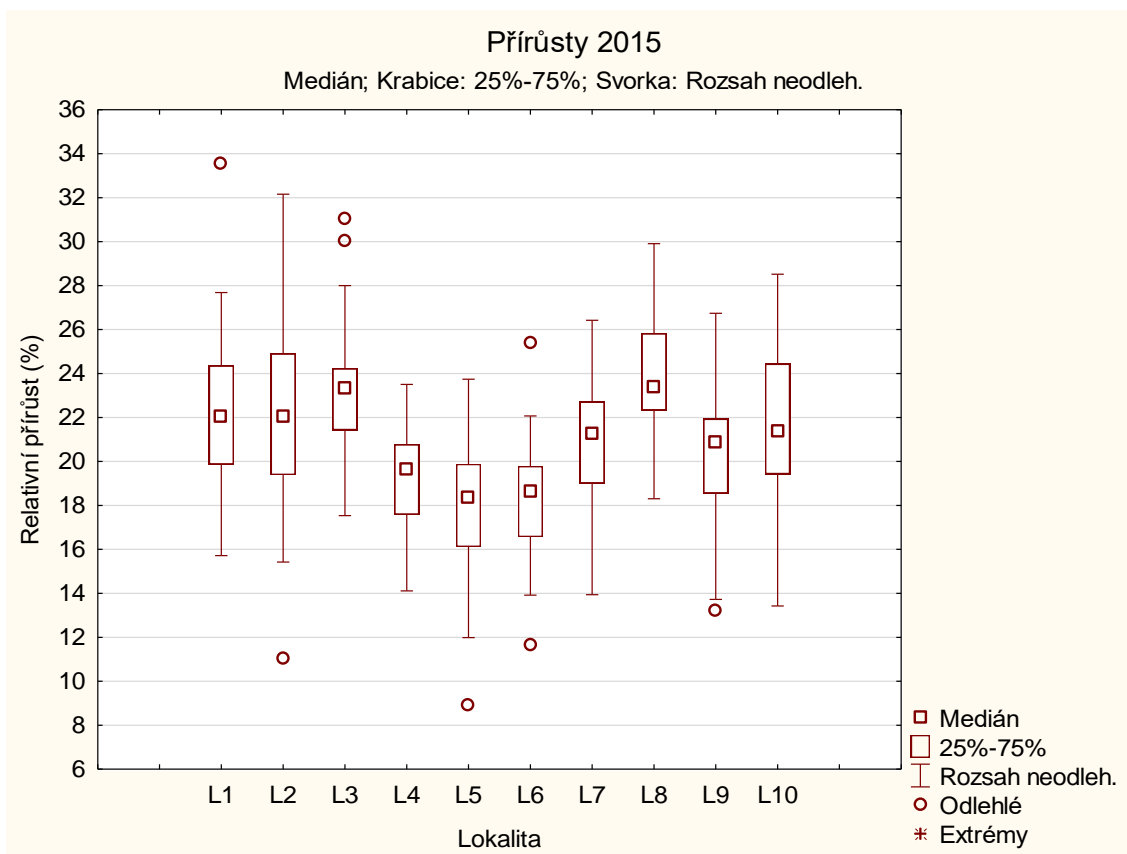
Je zajímavé, že rok celkově srážkově průměrný, ale teplotně velmi nadprůměrný se pozitivně projevil spíše na jižních lokalitách (L1, L2 a L3). Velký nedostatek srážek byl v tomto roce v zimním období kdy spadlo jen lehce přes 40% dlouhodobého průměru. Naopak vegetační období bylo s výjimkou června spíše nadprůměrné, což by mohlo vysvětlit dobré přírůsty na jižních lokalitách (dostatek vláhy a teplo).



Obrázek 13: Relativní přírůsty na lokalitách v roce 2014

2015

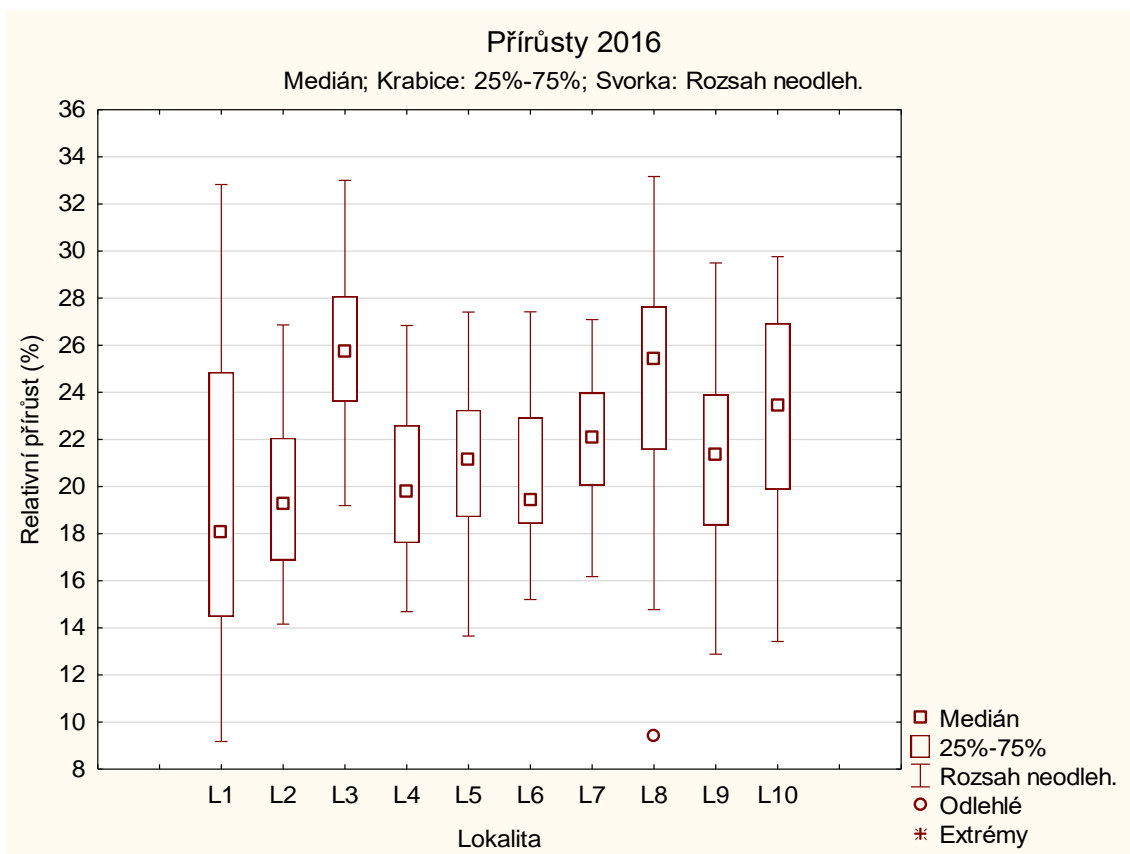
V roce 2015 můžeme pozorovat v relativních přírůstech v rámci jednotlivých lokalit větší diference. Také rozptyl je větší. V testování homogenních skupin se opět výrazněji projevuje vliv stáří porostu na podobnost přírůstů. První skupinu tvoří lokality L4, L5 a L6, jedná se o lokalitu sedmiletou, devítiletou a opět sedmiletou. Další skupina zahrnuje lokality L1, L2, L7, L9 a L10. Tři z lokalit jsou šestileté, jedna pětiletá, a jedna, lokalita 7, je osmiletá. Z tohoto můžeme usoudit, že na stanovišti lokality 7 byly v tomto roce nepříliš příznivé podmínky k růstu, naopak na lokalitě s nejmladším porostem byl růst intenzifikován. Tato skupina se dále překrývá se skupinou L1, L2, L3, L8 a L10, kde jsou všechny lokality šestileté, a opět lokalita L1 pětiletá, což podporuje hypotézu o intenzivnějším růstu této lokality.



Obrázek 14: Relativní přírůsty na lokalitách v roce 2015

2016

V roce 2016 byly zaznamenány největší relativní přírůsty na lokalitě 3, kdy medián přírůstů tvořil téměř 26% z celkové výšky porostu. Druhé největší přírůsty vykazuje lokalita 8, a společně, ještě s lokalitou 10 tvoří skupinu nejvíce přírůstavých porostů v tomto roce. Druhá skupina zahrnuje ostatní lokality, kde je přírůst o 4-5% nižší. Také lze říci, že na všech pozorovaných lokalitách byl rozptyl přírůstů velmi výrazný, speciálně na lokalitě 1, kde se pohyboval od 9 do 33%.

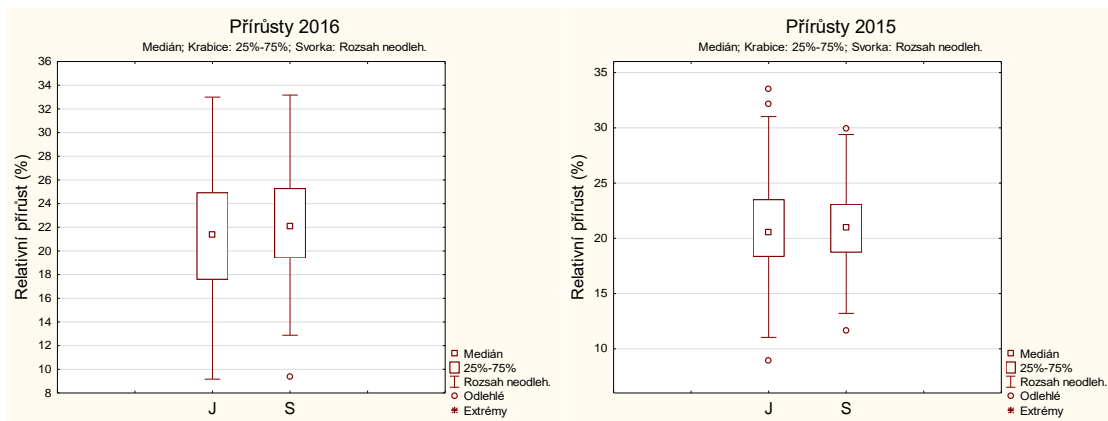


Obrázek 15: Relativní přírůsty na lokalitách v roce 2016

5.5 Srovnání severních a jižních svahů

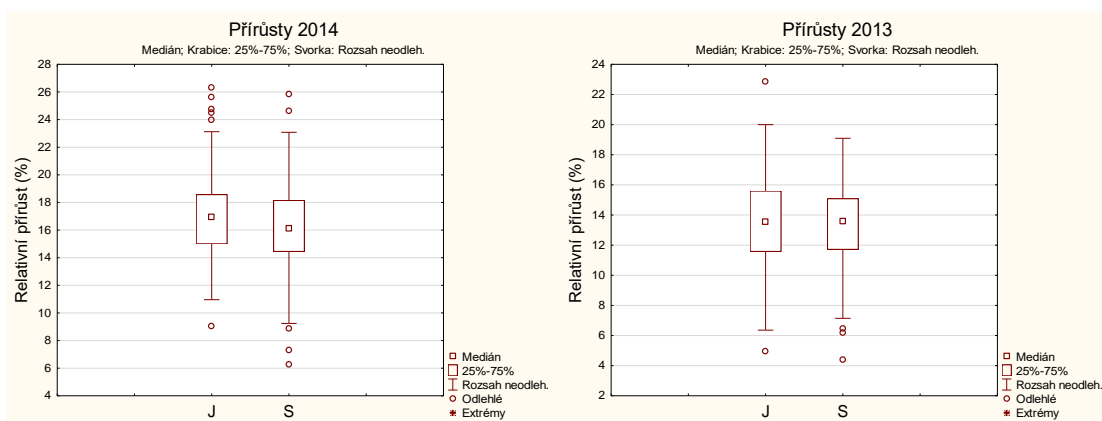
S použitím dat naměřených na jednotlivých lokalitách byl vyhodnocen vliv orientace porostu na zjišťované charakteristiky - roční přírůsty, celkovou výšku, průměr koruny a průměr kořenového krčku.

Výsledky jsou zobrazeny na následujících obrázcích formou krabicových grafů.



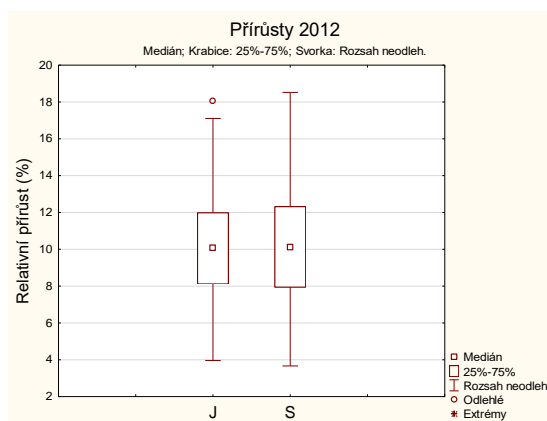
(a)

(b)



(c)

(d)

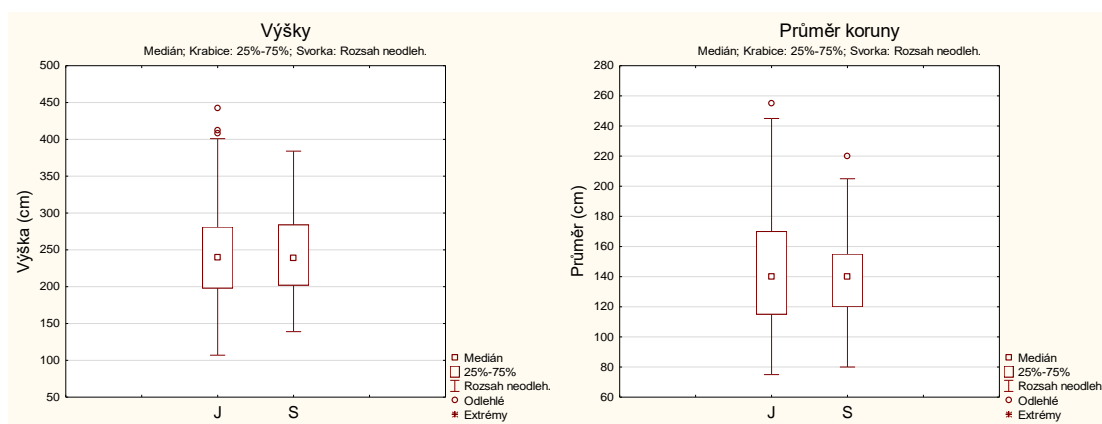


(e)

Obrázek 16: Přírůsty na severních a jižních lokalitách v letech 2016 (a)- 2012 (e)

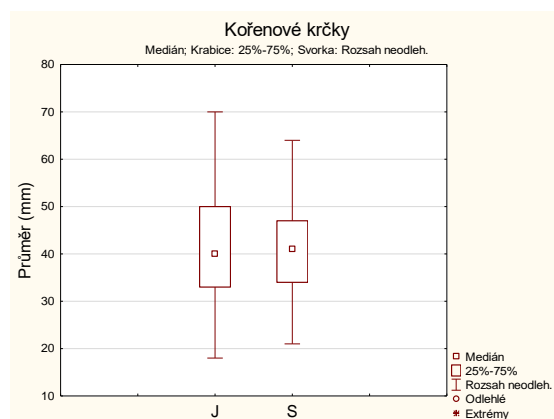
Z uvedených grafů je zřejmé, že porosty na severně orientovaných lokalitách vykazují, vyjma roku 2014, nepatrně vyšší přírůsty, což odpovídá stanovištním nárokům smrku, kdy na severní straně lze předpokládat menší intenzitu ohřevu půdy slunečním zářením, tím pádem nižší výpar a s tím spojené lepší vláhové podmínky. Rozptyl

přírůstů je naopak na severních lokalitách menší - jednotliví jedinci přírůstají rovnoměrněji a homogenněji. Pouze v roce 2014 došlo k lepším výsledkům na jižních svazích. Jak již bylo zmíněno výše, v tomto roce v prvních třech měsících roku spadlo jen 44% dlouhodobého průměru srážek, ale v období od dubna do října bylo naopak počasí srážkově příznivé a stejně tak teplotně nadprůměrné. Tím lze vysvětlit lepší výsledek na jihu, kdy za relativního dostatku vláhy mají jižní svahy oproti severním více slunečního svitu využitelného k fotosyntéze a tvorbě biomasy. Žádný jiný ze sledovaných roků nebyl před začátkem vegetační sezony takto suchý. Staticky významný rozdíl mezi severními a jižními svahy lze vyhodnotit pouze v letech 2014 a 2016.



(a)

(b)



(c)

Obrázek 17: Vliv orientace porostu na celkovou výšku (a), průměr koruny (b) a průměr kořenového krčku (c)

Z dat získaných pro výšky a průměry korun lze jednoznačně zhodnotit, že jedinci, rostoucí na severně orientovaných lokalitách, jsou v těchto parametrech

homogennější, avšak z hlediska absolutních hodnot zde již nemůžeme pozorovat statisticky významnější diferenci mezi severem a jihem, viz Tabulka 3.

V hodnotách tloušťky kořenového krčku severní lokality lehce převyšují jižní, což při stejném mediánu výšek může signalizovat lepší potenciál při budoucí růstové kulminaci.

Tabulka 3: Hodnota p při porovnání severních a jižních lokalit

	Přírůst 2016	Přírůst 2015	Přírůst 2014	Přírůst 2013	Přírůst 2012	Výška	Průměr koruny	Průměr krčku
p	0,01320	0,86312	0,01252	0,41175	0,70777	0,78875	0,21926	0,62671

5.6 Vliv klimatických podmínek

V následujících dvou tabulkách jsou uvedeny průměrné měsíční srážky a teploty pro danou lokalitu. První řádek je hodnota v mm vodního sloupce pro daný rok, následuje dlouhodobý průměr (za roky 1981 - 2010) a poslední řádek je procentuelní podíl srážek daného roku vzhledem k dlouhodobému průměru. U teplot je ve třetím řádku odchylka teploty v daném roce vzhledem k dlouhodobému průměru. Zeleně je zobrazeno vegetační období.

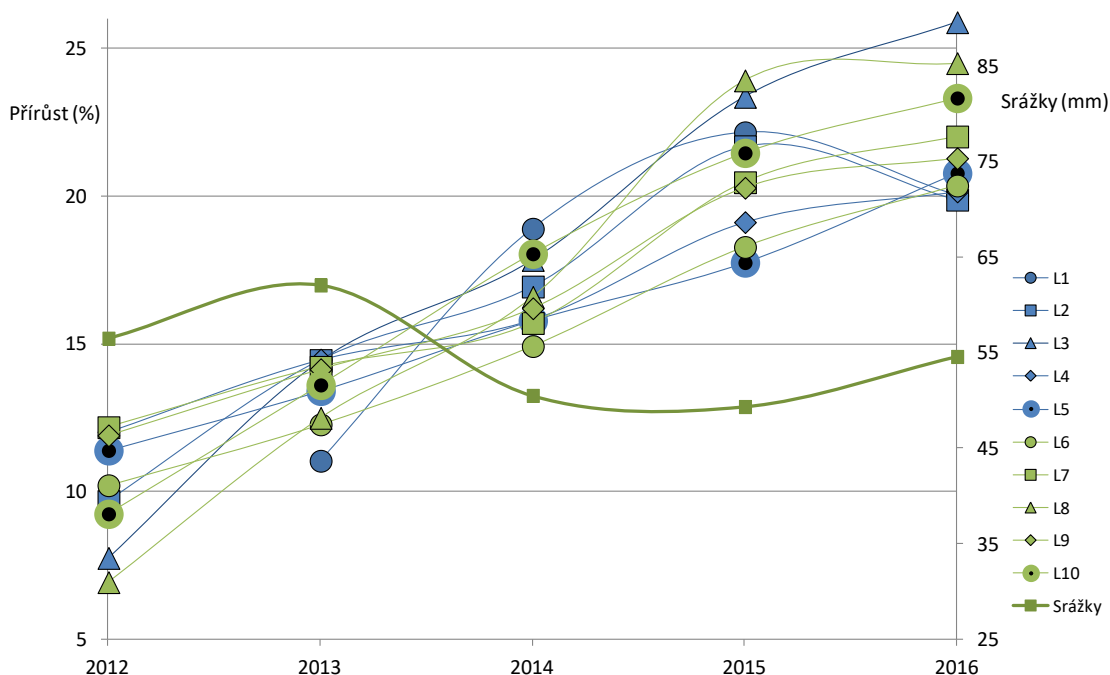
Tabulka 4: Průměrné měsíční srážky na zájmovém území (ČHMÚ 2018)

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Suma
2012	85	33	18	37	42	70	128	59	40	39	64	63	678
N	42	37	44	38	61	66	79	79	50	41	49	49	636
%	202	89	41	97	69	106	162	75	80	95	131	129	107
2013	59	52	31	27	121	141	35	95	61	63	39	21	745
N	42	37	44	38	61	66	79	79	50	41	49	49	636
%	140	141	70	71	198	214	44	120	122	154	80	43	117
2014	24	6	26	36	94	34	111	78	88	48	23	38	606
N	42	37	44	38	61	66	79	79	50	41	49	49	636
%	57	16	59	95	154	52	141	99	176	117	47	78	95
2015	49	7	50	50	28	92	46	87	28	65	71	19	591
N	42	37	44	38	61	66	79	79	50	41	49	49	636
%	117	19	114	132	46	139	58	110	56	159	145	39	93
2016	45	49	25	29	47	108	90	47	81	65	31	38	655
N	42	37	44	38	61	66	79	79	50	41	49	49	636
%	107	132	57	76	77	164	114	59	162	159	63	78	103

Roky 2012 a 2015 se pohybovaly ve vegetačním období ve srážkovém průměru, roky 2013, 2014 a 2016 byly nadprůměrné (116-132% dlouhodobého průměru). Ale i

při místně nadprůměrných úhrnech byl srážkový úhrn za vegetační období s výjimkou roku 2013 vždy pod udávaným optimem pro smrk (rozmezí 490-580 mm Musil 2003).

Z hlediska růstu má nezanedbatelný vliv také příjem vláhy půdou v zimním období. Zde je velmi výrazný nedostatek vláhy v prvních třech měsících roku 2014. Za tuto dobu spadlo pouze 44% dlouhodobého průměru srážek.

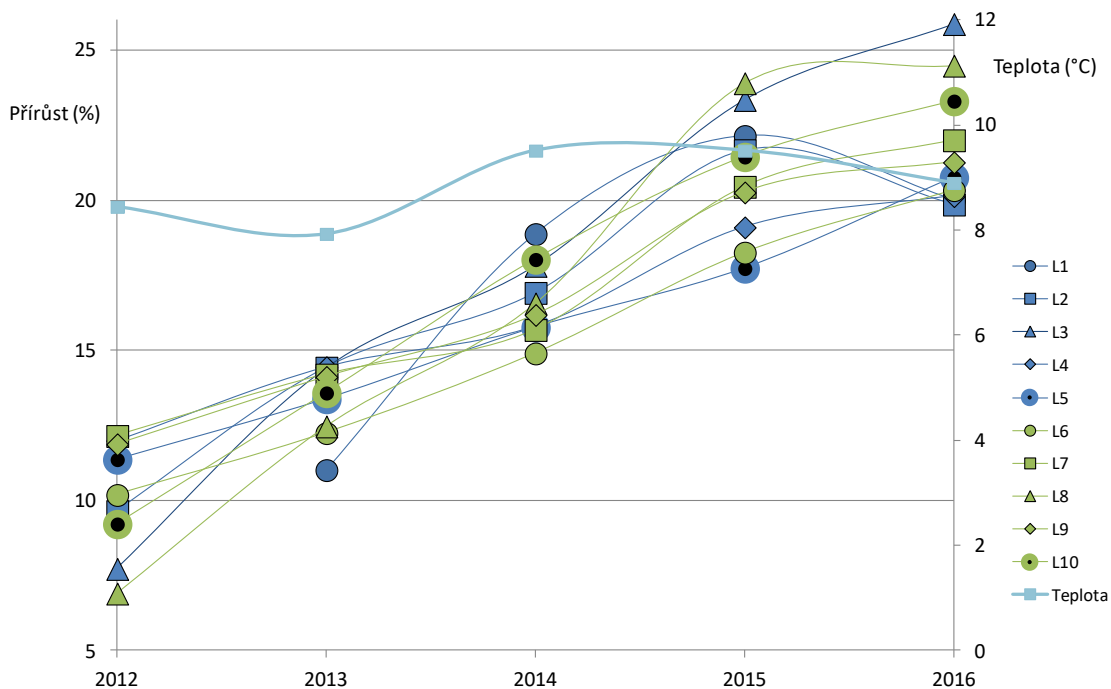


Obrázek 18: Relativní přírůsty a průměrné roční srážky v jednotlivých letech

Tabulka 5: Průměrné měsíční teploty na zájmovém území (ČHMÚ 2018)

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Suma
2012	0,8	-4,1	5,7	8,4	14,6	16,5	17,9	18,2	13,1	7,2	4,3	-1,2	8,5
N	-1,4	-0,4	3,4	8,2	13,2	15,9	18	17,5	13	8,2	3	-0,4	8,2
dif	2,2	-3,7	2,3	0,2	1,4	0,6	-0,1	0,7	0,1	-1	1,3	-0,8	0,3
2013	-1,3	-1,3	-1,2	8,1	11,9	15,9	19,6	17,3	12,1	8,9	4	1,3	7,9
N	-1,4	-0,4	3,4	8,2	13,2	15,9	18	17,5	13	8,2	3	-0,4	8,2
dif	0,1	-0,9	-4,6	-0,1	-1,3	0	1,6	-0,2	-0,9	0,7	1	1,7	-0,3
2014	0,1	1,8	6,4	10,3	12	16	19,4	15,8	14,3	10,3	5,9	2	9,5
N	-1,4	-0,4	3,4	8,2	13,2	15,9	18	17,5	13	8,2	3	-0,4	8,2
dif	1,5	2,2	3	2,1	-1,2	0,1	1,4	-1,7	1,3	2,1	2,9	2,4	1,3
2015	1,5	0,1	4,4	8	12,6	15,5	19,7	21,2	12,7	7,9	6,2	4,5	9,5
N	-1,4	-0,4	3,4	8,2	13,2	15,9	18	17,5	13	8,2	3	-0,4	8,2
dif	2,9	0,5	1	-0,2	-0,6	-0,4	1,7	3,7	-0,3	-0,3	3,2	4,9	1,3
2016	-0,9	2,7	3,4	7,7	13,8	17,2	18,5	17,1	16,1	7,9	2,7	0,7	8,9
N	-1,4	-0,4	3,4	8,2	13,2	15,9	18	17,5	13	8,2	3	-0,4	8,2
dif	0,5	3,1	0	-0,5	0,6	1,3	0,5	-0,4	3,1	-0,3	-0,3	1,1	0,7

Čtyři z pěti pozorovaných let byly teplotně nadprůměrné, vyjma roku 2013, kdy průměrná roční teplota byla o 0,25°C nižší, než dlouhodobý průměr. Pořád se ale pohybovala vysoko nad optimem smrku udávaným jako 6°C (Musil 2003).



Obrázek 19: Relativní přírůsty a průměrná roční teplota v jednotlivých letech

Z uvedených grafů nelze vypočítat významný vliv teplotních a srážkových podmínek na přírůst, a růst obecně, pozorovaných lokalit, jelikož nedocházelo k žádným extrémním výkyvům, které by mohly svým působením výrazně narušit růstový proces mladého porostu v dobré kondici.

Proto bylo přistoupeno ke korelační analýze, kdy byl analyzován vliv průměrných ročních srážek a průměrné roční teploty na přírůsty v jednotlivých letech.

Korelační koeficienty přírůstů a teploty se pohybovaly od hodnot 0,5393 až do 0,6573. Tyto hodnoty vypovídají o lehké přímé závislosti pozorovaných podmínek. Významná korelace byla pozorována pouze u lokality 1, což je jediný pětiletý porost, kdy byl vyhodnocen korelační koeficient 0,9040. To potvrzuje potřebu příznivých teplotních podmínek, s kterými lze spojovat i dostatečnou intenzitu slunečního záření, především v letních měsících, které jsou důležité pro tvorbu asimilátů a s tím spojený růst do výšky z vlivu buřene a zvěře. U srážek nebyla takto výrazná korelace prokázána.

5.7 Poškození zvířít a zdravotní stav

K vyhodnocení vlivu zvířete a celkového zdravotního stavu porostů byla sestavena následující tabulka.

Tabulka 6: Míra poškození na jednotlivých lokalitách

	jedinec bez vad	lehké poškození	střední poškození	neklasifikovaný jedinec
L1	29	4	2	5
L2	28	5	2	3
L3	27	7	1	1
L4	32	2	1	2
L5	30	4	1	0
L6	29	4	2	3
L7	17	11	7	12
L8	29	4	2	1
L9	31	3	1	3
L10	14	17	4	9

Jak bylo popsáno v metodice, lehké poškození zahrnuje jak poškození zvířít, tak i žloutnutí jehličí. Žloutnutí se ovšem projevilo celkem jen na 5 zkoumaných stromech, vždy po jednom na lokalitách 2,3,4,9 a 10. Z toho lze usuzovat, že se nejedná o deficitní stanoviště z hlediska minerálních látek (například hořčíku), ale je to stav víceméně náhodný ale nebo je žloutnutí konkrétního stromu způsobeno jinými abiotickými či biotickými činiteli než z hlediska živin nevhodným substrátem.

Jiná situace je ohledně poškození zvířít, kde bylo na všech pokusných plochách zjištěno poškození porostu. Kromě dvou lokalit (L7 a L10) lze říci, že vliv zvířete na vývoj porostu je zanedbatelný, protože procento stromů bez jakéhokoli poškození bylo vždy vyšší než 75 a dá se říct, že na všech lokalitách podobné. V případě lehkého poškození dle mého názoru nedochází k výraznému ovlivnění všech dendrometrických charakteristik kromě průměru koruny. Nejčastěji byl jako lehké poškození hodnocen slabší okus výhonů spodních větví, kdy byl vrchol stromu dávno odrostlý. Strom tím sice přišel o část asimilačních orgánů, ale ve srovnání s celkovou biomasou jehličí o nepatrnou. V případě středního poškození lze již hovořit o mírném zkreslení výsledku, protože zde již docházelo v důsledku okusu ke změnám celkového tvaru spodní části koruny a stres pro strom byl vyšší. V případě všech lokalit kromě L7 a L10 bylo procento středního poškození nižší než 6%, tudíž by to opět nemělo ovlivnit celkový výsledek měření. Na lokalitách L7 a L10 došlo k mnohem vyššímu stresu vlivem zvířete,

ovšem při pohledu na celkové výsledky z hlediska přírůstků atd., usuzují, že k ovlivnění výsledků došlo pouze ve velikosti korun, kde byl v těchto lokalitách zjištěn nejmenší poměr velikosti korun k celkové výšce. Vypadá to, jako by se stromy snažily co nejdříve odrůst vlivu zvěře na úkor tvorby koruny do šířky, ale spíše je to způsobeno neustálým okousáváním bočních výhonů větví dotčených stromů. Nebyl prokázán vliv stresu způsobeném zvěří na přírůsty nebo tloušťku kořenového krčku.

Co se týče neklasifikovaných jedinců, zde se nejvyššími počty projevíly opět lokality L7 a L10. Nehodnoceny byly stromky příliš poškozené zvěří, suché nebo s neměřitelnými přírůsty. Na těchto dvou lokalitách se jednalo o stromy poškozené tak, že nespadały ani do kategorie středního poškození nebo v důsledku poškozování uschly. Dále byl vysoký počet z měření vynechaných jedinců na lokalitě 1, což je nejmladší porost ze zkoumaných. Zde byl důvod vynechávání spíše neměřitelný přírůst (v důsledku prohloubeného povýsadbového šoku) nebo suchý stromek v důsledku uhynutí sazenice během prvních let života než ohrožení zvěří.

5.8 Zabuřenění lokalit

Na základě fytoocenologických snímků byla sestavena tabulka pokryvnosti jednotlivých lokalit v bylinném a keřovém patru.

Tabulka 7: Pokryvnost jednotlivých pater

	bylinné patro	keřové patro
L1	81,50%	25%
L2	98%	5%
L3	77%	23%
L4	97,50%	5%
L5	28%	60%
L6	80%	25%
L7	55%	15%
L8	98%	2%
L9	78%	10%
L10	89%	1%

Výskyt jednotlivých druhů bylin je uveden v popisu lokalit. Vliv buřeně na přírůsty nebyl prokázán, jisté ovlivnění lze pozorovat u lokality 4, kde je silné zabuřenění třtinou křovištní (*Calamagrostis epigejos*) a zároveň zde mají stromy v poměru k výšce nejširší koruny a rostou ve velkém sponu. To si lze vysvětlit odumřením části stromků po výsadbě vlivem silného zabuřenění a nedostatečných

ochranných opatření. Na otevření prostoru mohly ostatní stromy reagovat rozšířením korun. Na ostatních lokalitách, kde je také silný pokryv třtiny jako je například L2 nebo L8 to ale neplatí. Zde ale mohly být provedeny ochranná opatření po výsadbě jako např. vyžínání třtiny, takže by se vliv buřeně neprojevil.

6 Diskuze

Dle zjištění Bodena a kol. (2014) nezáleží z hlediska růstu na stanovištních podmínkách porostu, ale na dostupné vláze. To se v této práci nepřímo potvrdilo tím, že v lokalitě pohybující se srážkově dlouhodobě pod optimem smrku, byl pozorovatelný rozdíl mezi severními (vlhčejšími) a jižními (slunnějšími) svahy podle klimatu daného roku. Vzhledem k tomu, že porosty ještě nedosáhly své růstové kulminace a tudíž relativní přírůsty mají ještě rostoucí tendenci, je těžké srovnávat výsledky vlivu klimatu s jinými výzkumy. Například Koprowski (2013) pozoroval kladný vliv na růst u srážek spadlých v průběhu celého roku kromě ledna. Toto nebylo pozorováno, ale je pravděpodobné, že v této teplé oblasti, kde se sněhová pokrývka zpravidla dlouho neudrží, dojde k odtoku a výparu většiny lednových srážek dřív, než je stromy mohou využít. Koprowski dále zjistil negativní vliv extrémních letních teplot na přírůsty smrku. To nelze z této práce potvrdit ani vyvrátit, protože ve sledovaném období se objevily pouze dva měsíce, které byly silně nadprůměrné. Konkrétně srpen roku 2015 (+3,7°C) a září roku 2016 (+3,1°C), ale sousedící měsíce byly teplotně v normálu, tudíž nebyl pozorován vliv tohoto teplotního extrému na zhoršení přírůstů oproti jiným rokům.

Z hlediska poškození obnovy zvěří je celorepublikový průměr, stejně tak jako průměr v Ústeckém kraji 20% poškozených stromů (ÚHUL 2016). Z mého zjištění vyplývá, že v zájmových lokalitách bylo toto procento nižší, což si lze snadno vysvětlit přítomností pouze srnčí zvěře. Navíc zvěř jelení poškozují smrk ještě ve stadiu tyčkovin, což srnčí zvěř nedělá, a tudíž lze říci, že v lokalitě je ovlivnění zvěří v porovnání s republikovým průměrem značně nižší.

7 Závěr

Z hlediska klimatických podmínek nelze srovnávat jednotlivé roky mezi sebou, protože porosty vzhledem ke svému stáří vykazovaly každý rok vyšší přírůsty oproti předchozímu, neboť ještě nedosáhly kulminace růstu. Ovšem srovnáním severních a jižních ploch bylo dosaženo zjištění, že s výjimkou roku 2014 přirůstal smrk více a vyrovnaněji na severních svazích. Rok 2014 byl charakterizován dostatkem vláhy ve

vegetačním období a to se projevilo lepším růstem na svazích otočených k jihu s dostupnějším slunečním zářením nutným k fotosyntéze.

Na zkoumaných plochách nebyla z hlediska zdravotního stavu obnovy prokázána nevhodnost geologického podkladu lokality tvořeném druhohorními opukami.

Vliv zvěře na zkreslení výsledků byl vyhodnocen celkově jako malý, pouze na dvou lokalitách došlo ke zkreslení velikosti korun z důvodu okusu. Ovlivnění výškového nebo tloušťkového přírůstu nebylo zaznamenáno. Z hlediska chování a fyziologie je srnčí zvěř, která zde jako jediná působí na porostech škody, nebezpečná pro obnovu hlavně krátce po výsadbě. Zajištěné porosty nemá již příliš šanci poškodit, neboť na terminální pupeny nedosáhne a kůru na rozdíl od zvěře jelení neloupe. U čerstvě zalesněných pasek dochází ke ztrátám okusem terminálu, při vytloukání paroží a při označování teritoria. Srnec však vytlouká pouze kmínky, které se mu vejdou mezi parůžky, takže starší porosty poškozují již jen okusem bočních výhonů a to většinou jen, když není přítomná přízemní vegetace, kterou může spásat. Doporučením pro praxi v této lokalitě a lokalitách podobných, kde je vyšší místní výskyt srnčí zvěře, je ochrana porostu v prvních letech po výsadbě vhodnými opatřeními do doby, než porost odroste jejím vlivu, což je cca 5 let. Starší porosty, jak ukázala tato práce, srnčí zvěř výrazně neovlivňuje.

Nebyl prokázán žádný významný rozdíl mezi lokalitami zabuřeněnými a lokalitami s nízkým pokryvem buřeně. Stejně jako u vlivu zvěře se dá říci, že hlavní nebezpečí pro výsadbu představuje buřeň krátce po zalesnění, kdy při zanedbání ochranných opatření zahubí mladé stromky. V práci byly zkoumány porosty, které byly již vlivu buřeně odrostlé.

Celkově se závěrem dá říci, že v případě nutnosti pěstování smrku v nižších polohách než jsou obecně doporučované a vhodné, je lepší umísťovat výsadbu na severní svahy. V těchto polohách nehrozí, že se s smrk dostane pod své teplotní optimum a tak jsou limitujícím faktorem především vláhové podmínky. Je nutno upozornit, že ve sledované lokalitě se pouze v jednom roce z pěti dostal srážkový úhrn za vegetační období na spodní hranici udávaného růstové optima pro smrk. Ostatní roky byl úhrn podprůměrný.

8 Literatura

AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČR *Chráněná území ČR-Ústecko-Okres Louny*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha. 2000

BATTIPAGLIA G., SAURER M., CHERUBINI P., SIEGWOLF R.T.W., COTRUFO F. (2009): Tree rings indicate different drought resistance of a native (*Abies alba* Mill.) and a nonnative (*Picea abies* (L.) Karst.) species co-occurring at a dry site in Southern Italy. *Forest Ecology and Management*, 257 (3): 820-828.

BODEN S., KAHLE H.-P., VON WILPERT K., SPIECKER H. (2014): Resilience of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) growth to changing climatic conditions in Southwest Germany. *Forest Ecology and Management*, 315: 12-21.

BEDNAŘÍK T. *Rakovnicko*. Praha: Paseka, 2008. 98 s. ISBN 978-80-7185-908-6.

ČERMÁK, P. *Vliv zvěře na stav a vývoj lesních ekosystémů*. Ochrana přírody, 1/2008, roč. 63: str. 28 – 30. 2008. ISSN 1211-3603.

ČÍŽKOVÁ D. *Lesnická fytopatologie*, 1.vyd. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2006. 47 s. ISBN 80-213-1475-3.

HIETALA A., NAGY N., BURCHARDT E., SOLHEIM H. (2016): Interactions between soil pH, wood heavy metal content and fungal decay at Norway spruce stands. *Applied Soil Ecology*, 107: 237 - 243.

HOUDA, J. *Džbán: ochránářská studie*. Louny: kulturní správa ONV. 1969. 171 s.

Chráněná území ČR. 1. díl - Střední Čechy. Praha: Consult, 1996. 319 s. ISBN 80-902132-0-0

CHROUST, L. *Ekologie výchovy lesních porostů: smrk obecný, borovice lesní, dub letní : porostní prostředí, růst stromů, produkce porostu*. Opočno: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Výzkumná stanice Opočno, 1997. 277 s. ISBN 80-238-0889-3.

KOPROWSKI M. (2013): Spatial distribution of introduced Norway spruce growth in lowland Poland: The influence of changing climate and extreme weather events. *Quaternary International*, 283: 139-146.

KOPŘIVA V. *Lesní školkařství*. 1.vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. 1959. 77 s.

KUPKA I., PODRÁZSKÝ V., SLÁVIK M. *Biologické základy lesního hospodářství pěstování lesa*. 1. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita Praha, Katedra Pěstování lesů, 2005. 186 s. ISBN 80-213- 1298.

LUORANEN J., RIKALA R., KONTINEN K., SMOLANDER H. (2006): Summer planting of *Picea abies* container-grown seedlings: Effects of planting date on survival, height growth and root egress. *Forest Ecology and Management*, 237 (1–3): 534-544.

MAUER O. *Zakládání lesů I*. Brno. Mendelu, 2009.

MÍŠAŘ Z. *Geologie ČSSR I. Český masív*, Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1983. 333 s.

MODLINGER R., Ph.D.; Ing. LIŠKA J.; Ing. KNÍŽEK M., Ph.D. *Hmyzí škůdci našich lesů*. Vydalo Ministerstvo zemědělství ve spolupráci s Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. Praha 2015 22 s. ISBN 978-80-7434-206-6.

MRÁČEK, Z., PAŘEZ, J. *Pěstování smrku*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1986. 203 s.

MUSIL, I., 2003: *Lesnická dendrologie I. Jehličnaté dřeviny*. Česká zemědělská univerzita v Praze: 352 s.

NORDBORG F., NILSSON U., ÖRLANDER G. (2003): Effects of different soil treatments on growth and net nitrogen uptake of newly planted *Picea abies* (L.) Karst. seedlings. *Forest Ecology and Management*, 180 (1–3): 571-582.

POLANSKÝ B. a kol. *Pěstění lesů I.: Lesní semenářství se základy šlechtění a lesní školkařství*. Praha. SZN, 1955. 371 s.

POLANSKÝ B. a kol. *Pěstění lesů II.: Všeobecné pěstění lesů*. Praha. SZN, 1955. 427 s.

POLENO, Z., VACEK, S; a kol. *Pěstování lesů III.: Praktické postupy pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce s.r.o., 2009. 951 s. ISBN 978-80-87154-34-2.

SOHN J. A., GEBHARDT T., AMMER Ch., BAUHUS J., HÄBERLE K.-H., MATYSSEK R., GRAMS T.E.E. (2013): Mitigation of drought by thinning: Short-term and long-term effects on growth and physiological performance of Norway spruce (*Picea abies*). *Forest Ecology and Management*, 308: 188-197.

ŠIMEK, J. *Přirozená obnova smrku*. 2. vyd. Tábor: Frank, 1993. 55 s. ISBN 80-7084-056-0.

ŠKOUDLÍNOVÁ A., MUDRA P. *Přírodní park Džbán*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 1998. 24 s.

ŠVESTKA, M., HOCHMUT R., JANČAŘÍK V. *Praktické metody v ochraně lesa*. 2.vyd. Praha: MZe ČR, 1998. 309 s. ISBN 80-902503-0-0

ULRICH B. Die Rolle der Bodenversauerung beim Waldsterben: Langfristige Konsequenzen und forstliche Möglichkeiten *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 1986, Volume 105, Number 1, 421 - 435

ÚRADNÍČEK, L., CHMELÁŘ, J., *Dendrologie lesnická. Část 1., Jehličnany*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 1998. 97s.

YOUSEFPOUR R., TEMPERLI Ch., BUGMANN H., ELKIN Ch., HANEWINKELM., MEILBY H., BREDAHL-JACOBSEN J., JELLESMARK - THORSEN B. (2013): Updating beliefs and combining evidence in adaptive forest management under climate change: A case study of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst) in the Black Forest, Germany. *Journal of Environmental Management*, 122: 56-64.

Internetové zdroje:

LESY ČR Přírodní park Džbán [online]. 11.10.2013 [cit. 10.12.2016]. Dostupné z WWW: <<https://lesy.cz/casopis-clanek/prirodni-park-dzban/>>

PERLÍK T. *Přírodní park Džbán*. Obec Hořešovice [online]. 13.3.2006 [cit. 10.12.2016]. Dostupné z WWW: <<http://horesovice.unas.cz/dzban.htm>>

Přírodní park džbán. Mikroregion poddžbánsko [online]. [cit. 10.12.2016]. Dostupné z WWW: <<http://www.poddzbansko.cz/tipy-na-vylety/prirodni-park-dzban>>

ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESA BRANDÝS NAD LABEM

Oblastní plány rozvoje lesů [online]. 12.4.2016 [cit. 10.12.2016]. Dostupné z WWW: <<http://www.uhul.cz/ke-stazeni/informace-o-lese/textove-casti>>

ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESA BRANDÝS NAD LABEM

Zelená zpráva, MZe. [online]. 12.4.2017 [cit. 4.4.2018]. Dostupné z WWW: <<http://www.uhul.cz/ke-stazeni/informace-o-lese/zelene-zpravy-mze>>

9 Přílohy



Obrázek 20: Příklad pokusné plochy



Obrázek 21: Příklad pokusné plochy