

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA

Fakulta lesnická a dřevařská

Lesní inženýrství

DIPLOMOVÁ PRÁCE



Vliv stanovištních podmínek na obnovu smrku ve středních polohách (Příbramsko)

Site characteristics influence on young spruce regeneration in middle-altitude forests (Příbramsko area)

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

Diplomant: Bc. Jiří Luhan

PRAHA 2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jiří Luhan

Lesní inženýrství

Název práce

Vliv stanovištních podmínek na obnovu smrku ve středních polohách (Příbramsko)

Název anglicky

Site characteristics influence on young spruce regeneration in middle-altitude forests (Příbramsko area)

Cíle práce

Vyhodnotit přírůst a kvalitu obnovy smrku ztepilého v různých mikrostanovištních podmínkách. Stanovit kritické faktory ovlivňující přežívání a přírůst (vliv zástinu, počasí, bylinného patra). Stanovit hlavní příčiny poškození obnovy v daných podmínkách.

Metodika

Metodika:

1. Získání základního přehledu na základě publikovaných informací k danému tématu.
2. Založení pokusných ploch pro vyhodnocení růstu a stavu obnovy (dostatečný počet opakování).
3. Změření základních dendrometrických charakteristik a kvalitativních parametrů obnovy a popis základních mikrostanovištních charakteristik.
4. Vyhodnocení vlivu stanovištních faktorů na přírůst a kvalitu obnovy.
5. Zpracování práce po formální stránce.

Harmonogram zpracování:

Březen 2016 – zadání DP.

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 DP.

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

Doporučený rozsah práce

35-45 str.

Klíčová slova

přirozená obnova, *Picea abies*, světelné podmínky, klimatické podmínky

Doporučené zdroje informací

- 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.
- Kramer K., Brang P., Bachofen H., Bugmann H., Wohlgemuth T. (2014): Site factors are more important than salvage logging for tree regeneration after wind disturbance in Central European forests. *Forest Ecology and Management*, 331: 116-128.
- 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.
- Rozman A., Diaci J., Krese A., Fidej G., Rozenbergar D. (2015) Forest regeneration dynamics following bark beetle outbreak in Norway spruce stands: Influence of meso-relief, forest edge distance and deer browsing. *Forest Ecology and Management*, 353: 196-207.
- 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.
-

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Iva Ulbrichová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 21. 12. 2016

prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2017

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 13. 03. 2017

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „Vliv stanovištních podmínek na obnovu smrku ve středních polohách (Příbramsko)“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Ivy Ulbrichové Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek obhajoby.

V Praze dne 25. 3. 2017

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych rád poděkoval Ing Ivě Ulbrichové, Ph.D., za odbornou a metodickou pomoc při vypracování diplomové práce. Děkuji také rodině za trpělivost a Všem ostatním za pomoc při sbírání dat. Děkuji

ABSTRAKT

Na 75 zkusných ploškách (0,075 ha) na pěti lokalitách (obecní lesy Nestrašovice, Počaply, Rakovice) na Příbramsku bylo prováděno hodnocení vlivu stanovištních podmínek na růst a kvalitu přirozené obnovy smrku. Jedná se o lokality středních poloh v menších lesních celcích rozmístěných v zemědělské krajině.

Dle zjištěných výsledků lze konstatovat, že v současné době je přirozená obnova na těchto lokalitách dostatečná (ve srovnání s běžně vysazovanými počty sazenic smrku) a pohybovala se v rozmezí 17 333-22 400 ks/ha, většinou ve shlukovitém uspořádání.

Přirozené obnově ve sledovaných lokalitách nejvíce vyhovují volné plochy, neovlivňované mateřským porostem. Jako vhodné mikrostanoviště se dle zjištěných výsledků jeví borůvčí, mech a hrabanka, kde byl zjištěn procenticky největší podíl zmlazení (dohromady okolo 80%). Přirozená obnova vykazuje obecně vyšší přírůsty, což na těchto bohatších stanovištích je běžné, biotické i abiotické poškození minimální.

Extrémní klimatické podmínky roku 2015 výrazně snížily růstovou výkonost přirozené obnovy smrku, ale nenarušily významně její přežívání.

Klíčová slova: přirozená obnova, *Picea abies*, světelné podmínky, klimatické podmínky.

ABSTRACT

Environmental impact assessment of site conditions on growth and quality of forest recovery of spruce has been carried out on 75 sites with area of 0.075 ha at five locations (municipal forests Nestrašovice, Počaply, Rakovice) in the Příbram district. The locations are situated in mid-altitude small-sized forest units which are distributed in the agricultural landscape.

According to the results it can be concluded that, at the present time the natural recovery in these locations is sufficient enough (in comparison with the commonly planted volume of seedlings of spruce) the values range from 17 333 to 22 400 of seedlings of spruce per hectare, which are mostly distributed in clustered forms.

The best conditions for natural recovery are in plant-free locations which are not affected by shelter wood. According to the results the most suitable microhabitats should be sites with blueberry plants, moss or leaf litter, where the highest ratio of regeneration of forest has been found (about 80 %). Natural recovery of forest is higher at these sites, which is common for rich habitats, biotic and abiotic damage is minimal.

Extreme climatic conditions of 2015 substantially reduced the plant performance of natural regeneration of spruce, but did not significantly affect its survival.

Key words: natural regeneration, *Picea abies*, lighting conditions, climatic conditions.

OBSAH

ÚVOD	10
CÍL	11
1 Literární rešerše.....	12
1.1 Smrk ztepilý.....	12
1.1.1 Rozšíření.....	12
1.1.2 Popis druhu.....	14
1.1.3 Ekologické nároky.....	17
1.1.4 Přirozená obnova.....	20
1.2 Přírůsty.....	21
1.2.1 Růst a přírůst.....	21
1.2.2 Tloušťkový přírůst.....	22
1.2.3 Výškový přírůst.....	22
1.3 PLO 10 Středočeská pahorkatina.....	23
1.3.1 Geomorfologie oblasti.....	24
1.3.2 Pedologie.....	24
1.3.3 Floristické poměry.....	24
1.4 Všeobecné údaje LHC Rakovice.....	25
1.4.1 Popis LHC.....	25
1.4.2 Přírodní podmínky.....	26
1.5 Všeobecné údaje LHC Počaply.....	27
1.5.1 Popis LHC.....	27
1.5.2 Přírodní podmínky.....	28
1.6 Všeobecné údaje LHC Nestrašovice.....	29
1.6.1 Popis LHC.....	29
2 Metodika.....	30
2.1 Výběr zkusných ploch.....	30
2.2 Meteorologická data.....	30
2.3 Měření v terénu.....	36

2.4	Statistické metody použité pro vyhodnocování.....	36
3	Výsledky a diskuse.....	37
3.1	Bylinná vegetace.....	37
3.2	Počty jedinců přirozené obnovy.....	38
3.3	Mikrostanovištní podmínky přirozené obnovy.....	41
3.4	Výškový přírůst.....	44
3.5	Tloušťky kořenových krčků.....	47
3.6	Poškození a zdravotní stav přirozené obnovy.....	49
3.7	Statistické hodnocení.....	49
	ZÁVĚR.....	50

ÚVOD

Příbramsko patří do lokalit středních poloh, severozápadní částí regionu prochází hranice pohoří Brdy. Směrem na jih převažuje zemědělská krajina s menšími lesními celky. Hlavní pěstovanou dřevinou je smrk ztepilý s různým přímíšením ostatních dřevin. Přesto, že je zde smrk nepůvodní dřevinou, dosahuje poměrně vysokých přírůstků, ale v monokulturách je náchylný na poškození biotickými i abiotickými činiteli. Smrk je pěstován zhruba na polovině rozlohy lesů České republiky. Kvůli vysokému zájmu o smrkové dřevo, jeho podíl u nás klesá pomalu. Ve středních polohách nemá smrk při dnešních častých klimatických výkyvech ideální podmínky pro růst. Limitující je na prvním místě nedostatek vody, potom také vysoké teploty v době vegetace. Jednou z možností pro další úspěšné pěstování smrku ve středních polohách je přirozená obnova, která je vitálnější a tím i odolnější ke klimatickým výkyvům.

CÍL

Cílem této diplomové práce je zjistit, zda smrkové porosty jsou schopny v současné době ve středních polohách mimo svůj přirozený areál na Příbramsku zajistit obnovu přirozeným zmlazením. Jestli jsou jedinci přirozené obnovy životaschopní, v dostatečném počtu a kvalitě dostačující pro zajištění nového smrkového porostu. Vyhodnotit přírůst a kvalitu přirozeného zmlazení v různých mikrostanovištních podmínkách, především vliv klimatických podmínek, zástinu, bylinného patra a stanovit hlavní příčiny poškození přirozené obnovy smrku v daných podmínkách.

Na základě zjištěných údajů o schopnosti přirozené reprodukce smrkových porostů získat přehled o tom, zda je možné v menších lesních celcích středních poloh Příbramska použít přirozeného smrkového zmlazení pro obnovu lesa.

1. LITERÁRNÍ REŠERŠE

1.1 Smrk ztepilý (*Picea abies*)

1.1.1 Rozšíření

Areál smrku ztepilého zasahuje do severní, střední a jihovýchodní Evropy téměř až po Ural, kde na něj navazuje smrk sibiřský. Dnešní rozšíření nám dává možnost rozdělit evropský areál do dvou oblastí (Musil, Hamerník, 2007).



Obr. 1: Areál rozšíření smrku ztepilého (Musil, Hamerník, 2007).

Plošně větší je severoevropská oblast zahrnující skandinávsko-ruskou část, odlišná je hlavně souvislejším výskytem smrku ztepilého a nižší nadmořskou výškou. Na jihovýchodě končí ve středním Povolží, na severovýchodě na spojnici měst Petrohrad-Tuly. Nejseverněji zasahuje smrk v nížinných polohách severní Skandinávie (40 m nadmořské výšky), zde je hranice výskytu dána minimální délkou vegetační doby (2-2,5 měsíce). Převážně horskou Středobalkánskou oblast (Musil, Hamerník, 2007) dále dělí na čtyři vývojově propojené podoblasti: Hercynsko-karpatská podoblast – Harc, Durynský a Hornofalcký les,

naše území, Východní a Jižní Karpaty; Alpská podoblast zahrnující celý alpský systém; Dinárská podoblast, která navazuje na Alpy, pokračuje přes Srbsko do Albánie; Rodopská podoblast – zaujímá jižní pohoří Bulharska a sever Řecka. Východní hranice středoevropské a balkánské části přirozeného areálu smrku se nachází ve Východních Karpatech a v pohoří Rodopy a je ovlivněna nedostatkem vláhy, minimální množství potřebných ročních srážek pro smrk ve střední Evropě je 600 mm, z toho 300 mm ve vegetační době. Nejzápadnější výskyt smrku je v jihovýchodní Francii – v západních Alpách, dále pokračuje hranice areálu na sever pohořími Jura, Černý les, Durynský les a končí v západní Skandinávii v oblasti Trondheimu. Jižní hranice areálu přirozeného výskytu smrku se nachází v přímořských Alpách, ostrůvkový výskyt dřeviny je i v severních Apeninách, dále pokračuje Dinárskými pohořími jihovýchodním směrem do severní Albánie a severozápadní Makedonie. Absolutně nejjižnější autochtonní výskyt je v řecké části Rodop, kde je limitujícím faktorem pro výskyt voda. Podle (Kremera, 1985) se smrk za posledních 200 let v Evropě rozšířil a zdomácněl tak, že vytlačil většinu původních dřevin. V Čechách je smrk zastoupen ve všech nižších i vyšších pohořích, vyskytuje se ve výškách 300 – 1350 m n. m. Nejrozšířenější je v pohraničních horstvech, ve vnitrozemských je výskyt řidší a téměř bez výskytu smrku jsou teplé úvaly velkých řek (Úradníček et al. 2001). Nejnížší naší a zároveň i středoevropskou přirozenou lokalitou smrku jsou Labské pískovce v severních Čechách, kde sestupuje do výšky 140 m n. m. Naopak na Sněžce roste ojediněle v klimaxových smrčinách až v 1550 m. (Musil, Hamerník, 2007).

Původně smrk na našem území převažoval pouze v 6. smrko-bukovém a 7. smrkovém lesním vegetačním stupni, v dnešní době tvoří jeho podíl více než 50 % proti všem ostatním dřevinám (Kupka, 2008). Současný trend v ČR vede ke snižování ploch jehličnatých dřevin, zejména smrku. Snižování výměry smrkových lesů od roku 2000 je vidět z tabulky.

Tab. 1.: plocha a zastoupení smrku ztepilého v ČR ha/% (Mze, 2015).

Dřeviny	Rok					
	2000	2010	2012	2013	2014	2015
	plocha porostní půdy ha / %					
smrk ztepilý	1 397 012	1 347 239	1 334 417	1 327 398	1 319 733	1 315 487
	54,1	51,9	51,4	51,1	50,7	50,6

Snižování výměr smrkových lesů bude pokračovat, jejich stav je proti doporučené dřevinné skladbě stále vysoký. Doporučená dřevinná skladba představuje ekonomicky, ekologicky a funkčně optimalizované zastoupení dřevin, které zaručuje plnění produkčních a mimoprodukčních funkcí lesa. Přirozená druhová skladba udává zastoupení zjištěné rekonstrukcí z toho, jak by se les vyvíjel v daných přírodních podmínkách bez zásahu člověka (Mze, 2015).

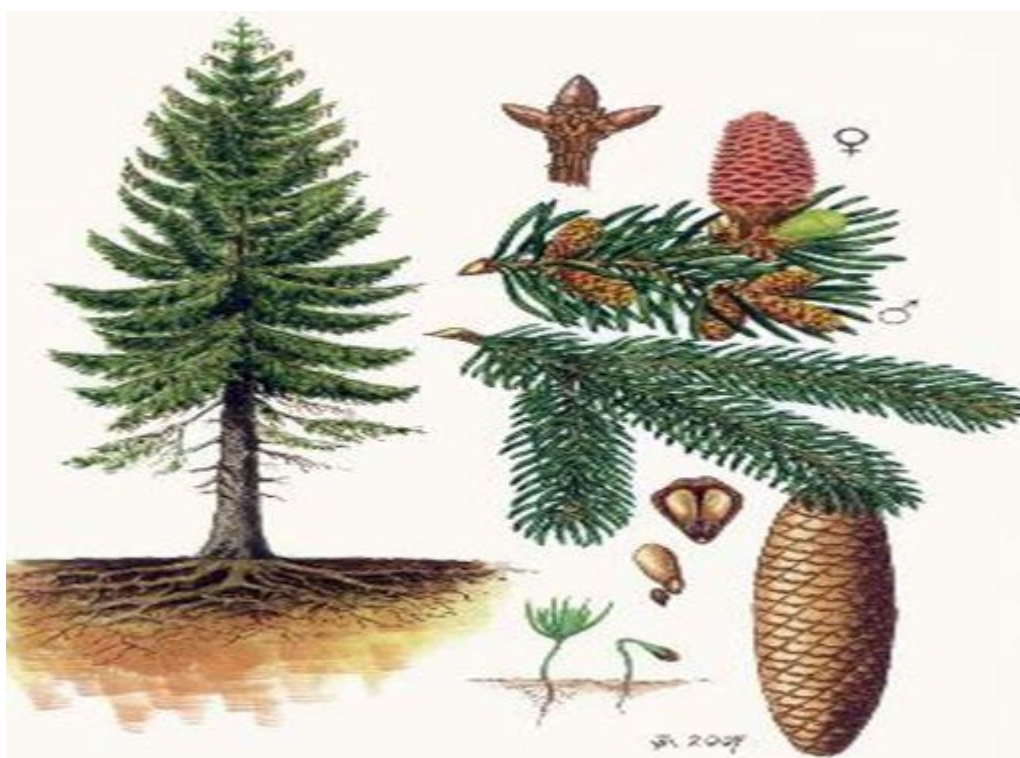
Tab. 2.: zastoupení smrku ztepilého v lesích ČR v % (Mze, 2015)

Skladba lesů	smrk
přirozená	11,2
současná	51,1
doporučená	36,5

1.1.2 Popis druhu

Smrk ztepilý je hospodářsky nejdůležitější dřevinou severní a střední Evropy. Jde o strom s průběžným přímým kmenem, dosahující výšky až 50 m, tloušťky 1,50 m a věku 400 roků. V horských údolích Bosny a Bulharska dosahuje výšky až 63m, jde pravděpodobně o nejvyšší dnes žijící smrky ztepilé (Míchal, 1993). Vyznačuje se pravidelným přeslenitým větvením, kuželovitou korunou, silně vyvinutými kořenovými náběhy a plošným kořenovým systémem náchylným na poškození větrem. Smrk kvete v dubnu až květnu a semena dozrávají v říjnu až listopadu téhož roku (Štandl et al. 1965). Plodit v zápoji začíná v 60 letech a semenné roky se opakují po 4-5 letech, v horách po 7-8 letech a při bohaté úrodě dává až 20 mil. semen na 1 ha (Úradníček, Chmelař, 1998). Borka je

jemně šupinatá, měděné až hnědavě červené barvy a málo odlupčivá (Kremer, 1985). Její proměnlivost je velká a vzrůstá se stářím (Musil, Hamerník, 2007). Smrk tvoří červenožluté až hnědé letorosty s dlouhými a tuhými tmavozelenými jehlicemi. Samčí žlutavě červené šištice vyrůstají v paždí jehlic na loňských výhonech ve střední a dolní části koruny, samičí zelené nebo červené rostou v horní části koruny (Úradníček et al. 2001). Podle (Kremera, 1985) lze říci, že smrk je velmi variabilní, dle ekologických podmínek proměnlivý bývá tvar koruny, délka i barva jehličí, barva šišek a hlavně růst.



Obr. 2: Smrk ztepilý (Ottova obrazová encyklopedie Země, 2010).

Smrk je dřevinou vysokého lesa, holosečným hospodařením s následnou umělou obnovou vznikly pravidelné stejnověké porosty plantážového typu. Vyznačuje se poměrně rychlým růstem v mládí, proti jedli dobře snáší pěstování na holé ploše a není ani tak náročný na ochranu proti buření, v řídkých prosvětlených porostech špatně odolává větrům a sněhu. Dnes se smrkové porosty zakládají nejčastěji umělou výsadbou školkováných sazenic v širokém sponu, tento způsob je osvědčený a dává dobré výsledky, podporuje se také snaha uplatnit přirozenou obnovu smrku. Vysoké výnosy hmoty a užitkového dřeva vynesly smrku přezdívku „zlatý strom“, pěstební zásady a normy se

nejvíce věnovaly smrku už od 1. poloviny 19. Století, kdy se stal smrk hlavní dřevinou. Druhotně byl rozšířen do horských poloh střední Evropy, kde ovládl jedlobukové lesy, v kterých byl původně jenom vtroušen, dále byl silně rozšiřován hluboko pod hranici původního výskytu do čistých bučin, dokonce i doubrav. V umělých výsadbách založených na nevhodných stanovištích se stává choulostivým, trpí často chorobami dřeva a pozbývá své rezistence. Hlavně v 1. polovině minulého století při nákupu semene z různých míst, byly zavlečeny cizí sorty, dnešní smrčiny jsou často pestrá směsicí různých sort, pro zvýšení hodnoty porostu se snažíme vyhledat a sbírat semeno ze zaručeně původních a přirozených porostů. Perspektivní se také jeví šlechtění nových odrůd zakládáním kultur z vegetativního množení smrku, pro zlepšení stavu a odolnosti porostu proti emisím (Šimek, 1993).

Smrk patří k dřevinám s měkkým a lehkým dřevem, které je zároveň relativně pevné a pružné. Používá se jako dříví stavební, truhlářské také pro chemický a papírenský průmysl (Celý, 2009). Vyzrálé smrkové dřevo má nažloutlou barvu s dobře znatelnými jarními a letními letokruhy. Smrky rostoucí v nižších polohách mají dobře štípatelné měkké dřevo, v horských oblastech je tomu naopak (Skalický, Skalická, 1997). Výběrové smrkové dřevo z horských oblastí s malou šířkou letokruhů, bez suků a s nízkým obsahem pryskyřice nazýváme „rezonanční dříví“ a je nejlepší surovinou pro výrobu hudebních nástrojů a pro letecký průmysl (Svoboda, 1950).

Dále se ze smrku využívá pryskyřice, hlavně v minulosti pro výrobu smůly, kalafuny a terpentýnu (Musil, 2003). (Burns, Honkala, 1990) se zmiňují o použití čerstvých smrkových výhonů, jehličí nebo pupenů pro výrobu „Smrkového piva“, oblíbeného především ve Spojených státech a Kanadě.

Důležitou úlohu má smrk pro využití v okrasném sadovnictví, kde se využívají drobnější kultivary různého vzrůstu (Úradníček, Chmelař, 1998).

Smrkové lesy charakterizuje (Barbier et al. 2008) jako stinné, vlhké a chladné s vysokou vrstvou nerozloženého opadu zvyšujícího kyselost půdy. To nevyhovuje většině druhů bylin. Nejčastěji se zde vyskytují mechy, které vrstvu opadu pokryjí. Při hustém zápoji jsou často bez výskytu jakékoli přizemní vegetace, naopak její rozmanitost stoupá na prosvětlených místech a okrajích porostu (Svoboda, 1953). Hustotu sazenic smrku negativně ovlivňuje kryt

z bylinné vegetace, pionýrských stromů a keřů (Rozman et al. 2015). Typické rostliny pro smrkový porost jsou například *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis idaea*, *Avenella flexuosa*, *Luzula pilosa*, *Calamagrostis villosa*, *Oxalis acetosella*, či mech *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Sphagnum* spp., v horských polohách pak např. *Homogyne alpina*, *Trientalis europea*, *Luzula sylvatica*, *Dryopteris dilatata*, *Soldanella montana* (Chytrý et al. 2010).

1.1.3 Ekologické nároky

Vzhledem k velmi širokému areálu, ve kterém smrk ztepilý roste, můžeme tvrdit, že je schopen růst ve velmi proměnlivých půdních a klimatických podmínkách. Smrk řadíme mezi dřeviny, které velmi dobře snáší zastínění. Díky tomu většinou vytváří husté porosty, které se přirozeně jen pomalu proředují. Prostředí smrčin je velmi svérázné prostředí a do určité míry dokáže vyrovnávat klimatické výkyvy. V době ozařování zemského povrchu brání jeho oteplování, v době vyzařování zase naopak jeho ochlazování. Díky hustým korunám zadrží většinu srážek a tak omezují půdní vlhkost. Hustota smrkových porostů spojená s kyselým, těžko rozložitelným opadem omezuje vývin nižších rostlinných pater, které v hustých mlazinách dokonce chybí. V starších proředěných porostech, světlinách a po okrajích bývá bylinné patro bohatší. Smrk je silně citlivý na znečišťování ovzduší a na škody zvěří (okus, ohryz, loupání), jelikož jeho regenerační schopnosti jsou velmi omezené, zejména chybí možnost vytvořit nový vrchol (Úradníček, Chmelař, 1998; Mráček, Pařez, 1986). Pro udržitelné obhospodařování lesů se musí zvážit dlouhodobé dopady změny klimatu na růst smrku a jeho schopnosti vyvinout adaptační opatření (Castagneri et al. 2014).

Nároky smrku na vodu: Ke svému růstu smrk vyžaduje dostatek vody, jelikož je vybaven slabou povrchovou kořenovou soustavou, je značně náročný na rovnoměrnou půdní vlhkost. Nadbytečnou vlhkost snáší velmi dobře a vydrží i stagnující vodu rašelinišť a bažin. Naopak nedostatek vláhy je pro smrk limitujícím faktorem a to zejména v teplých oblastech. V klimaticky chladnějších polohách s relativně krátkou vegetační dobou se spokojí i s nižšími srážkami (Úradníček, Chmelař, 1998). Šimek (1993) uvádí, že k optimálnímu růstu

středoevropských smrčín je zapotřebí, aby v květnu až srpnu spadlo 600 – 800 mm srážek. Za nejnižší možnou hranici pro pěstování smrku považuje (Mráček, Pařez, 1986) 300 mm srážek ve vegetační době. Smrk není schopen výrazné adaptace na deficit vlhkosti. Adaptací smrku na deficit vlhkosti v rámci klimatických změn se zabývali (Boden et al. 2014) v jihozápadním Německu a jejich výsledky neukázaly žádnou výraznou krátkodobou schopnost adaptace smrku na klimatické podmínky. Naopak prokázali vylepšení růstu synchronně mezi stromy na stanovišti, které vysoce koreluje s dostupnou vlhkostí. Jako možnost zvýšení tolerance smrku na sucho vidí Gephardt et al. (2013) ve snižování hustoty porostů. To se projevuje u obnovy jak v krátkodobém, tak dlouhodobém horizontu.

Nároky na teplo: Vyšší teploty nemají podle analýzy letokruhů obecně výrazný negativní vliv na tloušťkový přírůst smrku, vyjma vysokých letních teplot. To potvrdil svým pozorováním (Koprowski, 2013), vedeným mimo přirozený výskyt smrku na území severozápadního a západního Polska, které je srovnatelné s územím střední a jihovýchodní Evropy a jižní Skandinávie. Při zkoumání v lesní rezervaci Lom v Bosně a Hercegovině, zpětně za 250 let zjistil (Castagneri et al. 2014) pokles vlivu pozitivních jarních teplot v běžném roce, zatímco negativní efekt vysokých letních teplot vzrostl hlavně v posledním století.

Nároky na půdu: Smrk nemá na půdu, minerální látky a geologické podloží velké nároky. Smrk tvoří porosty na prahorách, na vápencích i naplavených půdách nejrůznějšího druhu. Ve svém klimatickém optimu roste i na půdách vysloveně chudých (Mráček, Pařez, 1986). Norborg et al. (2003) uvádí, že vyšší obsah dusíku v půdě vede k vysoké růstové aktivitě v začátku vegetačního období, ve srovnání s koncem vegetačního období. Zvyšuje se také obsah dusíku v rostlině, což vede k vysoké růstové aktivitě v následujícím vegetačním období. Příjem dusíku v prvním vegetačním období koreluje s růstem v dalším vegetačním období. Kombinací nízkého obsahu dusíku a špatného kořenového růstu v důsledku vysoké půdní hustoty vysvětluje špatné uchytávání semenáčků v nenarušené půdě. Díky talířovitě uspořádanému kořenovému systému smrku nevádí osidlovat mělké půdy, kryté jen trochou humusu, za předpokladu, že jsou dostatečně vlhké. Na písčitohlinitých nebo štěrkoohlinitých, kyprých a dobře provzdušněných půdách vytváří smrk kořenovou soustavu dosahující hloubky 3

– 6 m. Na půdách vápencových značně ustupuje buku (Úradníček, Maděra, 2001). Smrk je velmi citlivý na nedostatek kyslíku v půdě. Vyžaduje především kyselé půdy s hodnotou pH 4 – 5. Při zalesňování smrkem musíme počítat s tím, že smrčiny tvoří surový humus a nepříznivě tak ovlivňují koloběh živin v půdě. Tvoří silně kyselé prostředí, kde humifikace probíhá jen velmi zvolna a dochází k degradaci půdy (Mráček, Pařez, 1986).

Nároky na světlo: Smrk je dřevina stinná až polostinná. Snáší různou intenzitu zastínění podle místa, na kterém se nachází. Zastínění snáší lépe na bohatých stanovištích než na chudých (Mráček, Pařez, 1986). V mládí, tedy jako dřevina, která toleruje zástin, snadno vniká do porostů jiných dřevin, často se v matečném porostu dlouho drží téměř bez přírůstu a později postupně zabírá jeho místo. Se stoupajícím věkem a nadmořskou výškou nároky na světlo rostou. Při uvolnění na náhlý přísun světla reaguje smrk velmi dobře zvýšeným přírůstem (Úradníček et al. 2001). Prořezávání smrkových porostů je podle Sohna et al. (2013) možností, jak zvýšit u smrku toleranci na nedostatek vláhy. Zvýšení fyziologického výkonu se projevuje u obnovy jak v krátkodobém tak i v dlouhodobém horizontu.

Citlivost vůči větru: Vítr způsobuje největší poškození smrkových lesů ve střední a severní Evropě. Silné nárazy větru, zejména vítr o síle vichřice a orkánu způsobuje u smrkových porostů škody v podobě zlomů a vývrátů. Přirozeně mělký kořenový systém smrku nezaručuje pevné ukotvení v půdě, více je poškozován smrk na podmáčených stanovištích na oglejených, glejových a rašeliných půdách a exponovaných polohách (Mráček, Pařez, 1986). Dlouhodobé zatěžování smrku větrem v jednom směru vede k zesílení kořenových náběhů, tvorbě reakčního dřeva a tím pádem ke vzniku křemenitosti, kterou řadíme mezi vady dřeva. Správná výchova porostů s vhodně volenou dřevinou skladbou a s včasnými výchovnými zásahy může škody větrem výrazně zmírnit. Na následnou regeneraci porostů po ničivých větrech mají podle Kramera et al. (2014) zásadní vliv místní stanovištní faktory, větší než ošetřující zásahy. Příznivě působí vítr na stromy tak, že zprostředkovává jejich opylení a roznáší semena, smrkové semeno je vybavené křidélkem, které je může unášet až několik desítek metrů od mateřského stromu (Mráček et Pařez 1986). Vánek o síle 0,5 – 1,5 m/s působí příznivě na životní pochody jako je transpirace a asimilace (Mráček et Pařez. 1986).

1.1.4 Přirozená obnova

Přirozená obnova patří k zákonitým procesům biologie lesa, v pralesích se lesní společenstva odedávna obnovují bez zásahu člověka. V posledním cyklu vývoje přírodního lesa dochází k rozpadu starých stromů a místo nich se vyvíjí mladý porost. V hospodářském lese je obnova spojena s cílevědomou činností lesního hospodáře, který ji může ovlivnit podle biologických vlastností jednotlivých dřevin. Vysoké těžby hlavně ve 20. století, racionalizace práce a nasazení těžké techniky bez ohledů na potřeby lesa snížily podíl přirozené obnovy, často ji považovaly spíše za brzdu v těžební činnosti a přibližování dřeva. Vlivem emisí, kyselých dešťů a následnými kalamitami způsobenými biotickými a abiotickými činiteli, se začínají u nás i v zahraničí uplatňovat způsoby omezující tento nepříznivý vývoj jako je přirozená obnova. Největší význam má v geneticky kvalitních porostech, nebo na extrémních stanovištích a všude tam, kde je umělá obnova vysoce obtížná a nákladná. Větší pracnost při těžební činnosti je nahrazena úsporou pracovních sil a prostředků v pěstební činnosti i zvýšením kvalitativního přírůstu porostů obnovovaných přirozenou obnovou (Šimek, 1993). Praktický význam u smrku má přirozená obnova generativní (semenná). Její úspěšnost závisí na bohaté a časté semenivosti obnovovaného porostu, na vhodném stavu půdního povrchu, často je nezbytná příprava půdy. Dále na příznivém porostním klimatu od opadu semen, ujmoutí se náletu až do stádia nárostu. Na generativní přirozenou obnovu je v podstatné míře vázán podrostní způsob hospodaření (přirozená obnova pod mateřským porostem s horním cloněním). Může být ale vědomě využívána i při obnově porostů holými sečemi, a to buď ponecháním výstavek na pasekách nebo očekávaným bočním náletem semen z okolních porostů. Smrkové semenáčky se dobře ujímají na kyselých půdách v hrabance nebo mechu, nejméně příznivé jsou zabuřené plochy, hlavně husté porosty ostřic, třtin a metlic. Pro zdar přirozené obnovy je rozhodujícím činitelem množství vláhy v půdě (Šimek, 1993). Semeno smrku klíčí epigeicky, semenáček má obvykle 8 štíhlých, vzhůru srpovitě zahnutých děložních lístků, které jsou na průřezu trojúhelníkového tvaru. Za běžných podmínek vyroste do konce vegetačního období stonek porostlý normálními jehlicemi. Ve vyšších polohách naopak semenáčky náletu v prvním roce další

jehlice nevytvářejí. Ve druhém roce se někdy vytváří nepravidelný přeslen větviček. Pravidelné přesleny vznikají zpravidla až od třetího roku. Přirozeně vzniklé smrkové nárosty bývají většinou ostrůvkovitě uspořádané a husté. Pro zdárný růst se prořezují vystřiháváním přebytečných jedinců, hlavně těch, kteří jsou nějakým způsobem poškozeni (Šimek, 1993). Často dochází k tomu, že se přirozená obnova musí doplňovat umělou pro dosažení minimálního počtu jedinců na ploše, jak udává vyhláška 139/2004 Sb. Minimální počty se liší podle cílových hospodářských souborů (Mze, 2004). Následující tabulka uvádí zastoupení umělé a přirozené obnovy v posledních letech na území ČR.

Tab. 3.: obnova lesa v ha (Mze, 2015).

Způsob obnovy	2000	2010	2012	2013	2014	2015
Umělá	21 867	21 859	19 903	19 920	20 203	18 797
Z toho opakovaná	4 371	3 087	3 751	4 327	4 634	5 246
Přirozená	3 422	5 127	5 561	6 112	5 726	4 749
Celkem	25 309	26 986	25 464	26 032	25 929	23 546

1.2 Přírůsty

1.2.1 Růst a přírůst

Růst stromu je souhrnný produkční výkon vztažený k určitému časovému okamžiku. Růstová křivka stromu znázorněná graficky má typický průběh v podobě protáhlého šikmo ležícího písmene S.

Přírůst je zvětšení některé růstové veličiny za určitý časový úsek. Běžný přírůst roční udává přírůst za jedno vegetační období, periodický za několik vegetačních období. Graficky znázorněné běžné roční přírůsty stromu v závislosti na věku tvoří přírůstovou křivku. Podílem dosažené produkce a věku dřeviny dostaneme průměrný přírůst. Obecně je běžný přírůst více rozkolísaný a kulminuje dříve než průměrný přírůst (Šebík, Polák, 1990).

1.2.2 Tloušťkový přírůst

Tloušťkový přírůst je zvětšení tloušťky stromu činností kambia během vegetační doby tím, že na stromě vzniká nový plášť dřeva a kůry. Roční přírůsty jsou na řezu viditelné, jako letokruhy u jehličnanů jsou dobře znatelné. Měřením jejich šířky lze zpětně určit velikost tloušťkového přírůstu v jednotlivých letech (Štipl, 2000). Tloušťkový růst smrku začíná v polovině dubna, v hustém zápoji na konci dubna, zpravidla současně s rozvíjením pupenů, tloušťkový přírůst vrcholí na konci června až na začátku července, tvorba ročního přírůstu je ukončena v srpnu či začátkem září. Tloušťka a tloušťkový přírůst stojícího stromu se měří v konvenční výšce 1,3 m nad zemí, hlavně z důvodu vyloučení vlivu nepravidelností od kořenových náběhů (Šebík et Polák 1990). Tloušťkový přírůst není v celém rozsahu výšky kmene stejný, závislostí jeho velikosti na výšce měření se zabývali například (Guttenberg, 1915; Topcuoglu, 1940; Šmelko, 1975). Potvrdili všeobecnou zákonitost, že tloušťkový přírůst klesá od paty stromu směrem nahoru, přičemž minima dosahuje zhruba v 1/5 výšky kmene a poté zase stoupá.

Tloušťkový růst a přírůst je ovlivněn zejména těmito faktory: vlastnostmi dřeviny, kvalitou stanoviště, postavením stromu v porostu, klimatickými podmínkami a poškozením biotickými a abiotickými činiteli. Velký vliv na přírůst má světlo, na uvolnění reagují stinné dřeviny zvýšením tloušťkového přírůstu o 20% i více (Šebík, Polák, 1990). Prudké změny růstových podmínek ovlivňují nejen velikost přírůstu, ale dochází i k nepravidelné tvorbě letokruhů, což se může projevit jednak vytvořením tzv. dvojitého (falešného) letokruhu, nebo se v daném roce měřitelný letokruh nevytvoří vůbec – tzv. chybějící letokruh (Drápela, Zach, 1995).

1.2.3 Výškový přírůst

Výškový přírůst se projevuje přírůstem terminálního výhonu a prodlužováním osy kmene. Délka ročního výhonu je velmi proměnlivá, u smrku je ohraničena větвовými přesleny a po ukončení růstu již svou délkou nemění. To nám umožňuje zjišťovat výškový přírůst měřením i zpětně za předcházející léta

(Šebík, Polák, 1990). Smrk má ze všech jehličnatých dřevin nejkratší období výškového růstu a ve středoevropských podmínkách středních výškových poloh, začíná růst smrku koncem května a končí začátkem července (Burger, 1926). Podle Assmanna (1961) má na celkovou délku letorostu počasí běžného roku minimální vliv, určující je počasí v předcházejícím roce, v období tvorby pupenů od července do září. Růstové a přírůstové výškové křivky jednotlivých dřevin se podobají, jejich tvar a průběh závisí především na vlastnostech dřeviny, kvalitě stanoviště, původu stromu a jeho prostoru pro růst. Smrk jako polostinná dřevina má zpočátku pomalý růst a maximálních výškových přírůstků dosahuje mezi 30. až 40. rokem, což jej řadí mezi pomalu rostoucí dřeviny. Významný vliv na výškový přírůst má dlouhodobé zastínění stromů v mládí, u smrku jako polostinné dřeviny však nepůsobí škodlivě, pouze tlumí výškový přírůst a oddaluje jeho kulminaci o 50 – 100 let (Šebík, Polák, 1990).

1.3 PLO 10 Středočeská pahorkatina



Obr. 3: mapa PLO (UHÚL, 2002)

1.3.1 Geomorfologie oblasti

Charakteristický je pahorkatinný reliéf, většinou mírně zvlněný, hluboká zaříznutá údolí tvoří řeky Vltava, Lužnice, Otava, Sázava a jejich menší přítoky. Geologické podloží tvoří intruzivní těleso střeďočeského plutonu lemované krystalickými břidlicemi (UHÚL, 2002).

1.3.2 Pedologie

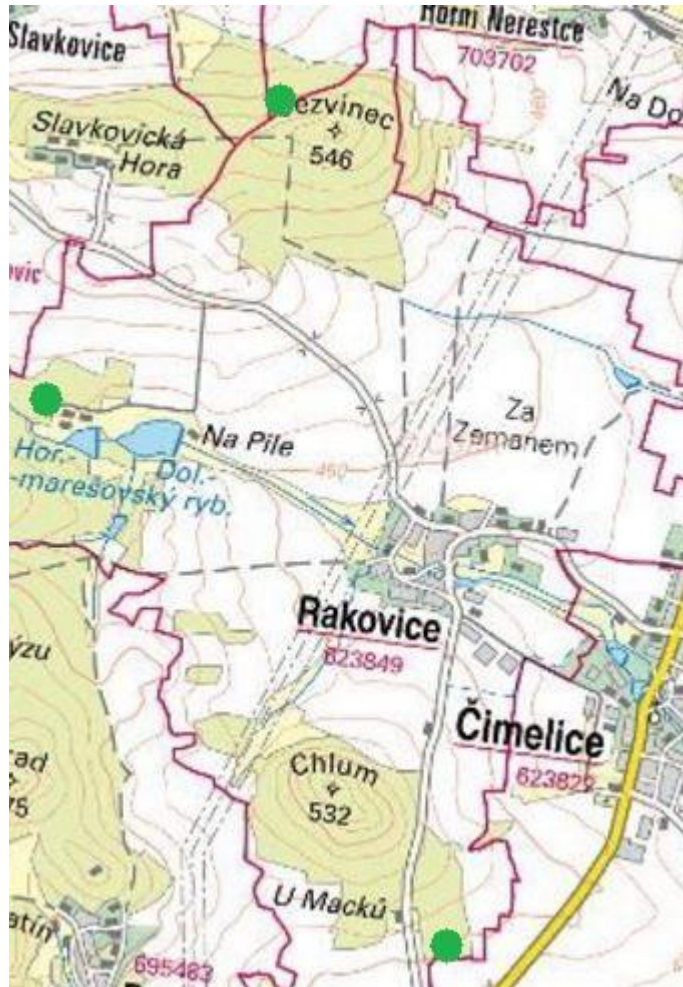
Nejrozšířenějším půdním typem v přírodní oblasti jsou kambizemě oligotrofní, které zaujímají 22,88% oblasti. Oligotrofní kambizemě jsou vázány především na kyselejší půdní typy s podložím ruly a migmatitu (UHÚL, 2002).

1.3.3 Floristické poměry

Prakticky celé území PLO 10 – Střeďočeská pahorkatina leží v mezofytiku, výjimečně část na Čáslavsku v termofytiku a v oreofytiku na Podbrdsku. Západ území (Blatenský region) tvoří žulová pahorkatina s četnými podmáčenými sníženinami. Charakteristické jsou rybníky a mokřady, střídají je žulové pahorky s porostem borů. V bioregionu dnes převládá zemědělská orná půda. Potencionálně převažují na většině Blatenského bioregionu acidofilní doubravy, v minulosti zřejmě s početnějším zastoupením jedle. Vzácněji bučiny i acidofilní bučiny zvláště v oblasti Drahenických lesů. V SLT 3K (kyselá dubová bučiny) převládá v bylinném patře *Avenula flexuosa*, *Festuca ovina*, *Luzula luzuloides*, *Vaccinium myrtilus* (UHÚL, 2002).

1.4 Všeobecné údaje LHC Rakovice

1.4.1 Popis LHC



Obr. 4: mapa s vyznačením lokalit

Vlastníkem lesů je obec Rakovice náležející do obvodu ORP Písek v Jihočeském kraji. Státní správu lesů vykonává odbor životního prostředí městského úřadu v Písku a příslušné orgány Krajského úřadu Jihočeského kraje.

Všechny pozemky LHC náleží do přírodní lesní oblasti č. 10 – Středočeská pahorkatina, podoblasti 10a – Středočeský pluton. LHC se nachází v její jihozápadní části. Typologicky patří do třetího lesního vegetačního stupně (dubovo-bukový). LHC má výměru pozemků určených k plnění funkce lesa

200,46 ha se zásobou dříví 45 211 m³, z toho 40 437 m³ tvoří jehličnaté a 4 774 m³ listnaté.

1.4.2 Přírodní podmínky

Celek náleží orograficky k Březnické pahorkatině, do oblasti nevýrazné Mirovické vrchoviny. V podloží jsou přeměněné horniny středočeského plutonu, hlavně magmatické ortoruly, místy i algonkické břidlice. Většinou jde o lesy roztroušené v zemědělské krajině. Nejvyšší místo v LHC je na severu kopec Jezivec, dosahující nadmořské výšky 545 m. Nejnižší místo je na jihu LHC a má výšku 430 m.n.m. Typický je zde výskyt lesních půd kyselé řady, půdy ovlivněné vodou se vyskytují minimálně a jsou rozptýlené hlavně v depresích a okolo vodotečí a rybníků.

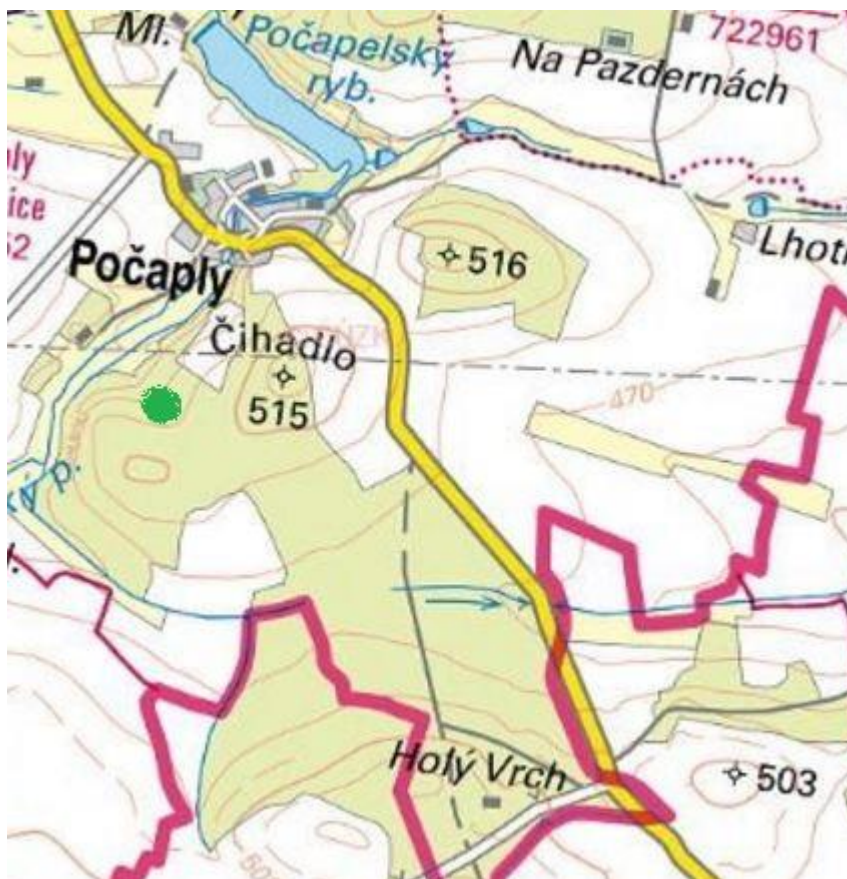
Tab. 4.: zastoupení edafických řad a SLT (LHP, 2011)

Edafická řada	SLT	Zastoupení
Kyselá řada	3K, 3I	72,4%
Živná řada	3S, 3H	18,9%
Oglejená řada	3,4O, 4P, 4G	8,7%

Klimaticky se jedná o mírně teplou oblast, mírně vlhkou s průměrnou roční teplotou 7,5°C a ročním srážkovým úhrnem okolo 580 mm.

1.5 Všeobecné údaje LHC Počaply

1.5.1 Popis LHC



Obr. 5: mapa s vyznačením lokality

Vlastníkem lesů je obec Počaply náležející do obvodu ORP Příbram ve Středočeském kraji. Státní správu lesů vykonává odbor životního prostředí městského úřadu v Příbrami a příslušné orgány Krajského úřadu Středočeského kraje. Všechny pozemky LHC náleží do přírodní lesní oblasti č. 10 – Středočeská pahorkatina, podoblasti 10a – Středočeský pluton. LHC se nachází v její jihozápadní části. Typologicky patří do třetího lesního vegetačního stupně (dubovo-bukový). LHC má výměru pozemků určených k plnění funkce lesa 70,77 ha se zásobou dříví 14 582 m³, z toho 12 397 m³ tvoří jehličnaté a 2 158 m³ listnaté.

1.5.2 Přírodní podmínky

Celek náleží orograficky k Březnické pahorkatině, do oblasti nevýrazné Mirovické vrchoviny. Podloží tvoří chudé ruly moldanubika, poměrně světlé hůře zvětrávající horniny, které dávají chudší, kyselé a kamenité půdy. Západní okraj LHC lemují břidlice. LHC je tvořen třemi částmi, z nichž jedna je výběžkem většího komplexu lesa, který k Počaplům zasahuje od Mirovic. Ostatní dvě jsou obklopené zemědělským půdním fondem. Většinou jde o lesy roztroušené v zemědělské krajině. Nejvyšší místo v LHC je kopec Rampaška dosahující nadmořské výšky 516 m. V LHC se střídají větší bloky půdních a lesních typů. Převažují kyselé dubové bučiny, potom středně bohaté přechodové půdy a oglejené půdy kyselé reakce.

Tab. 5.: zastoupení edafických řad a SLT (LHP, 2011)

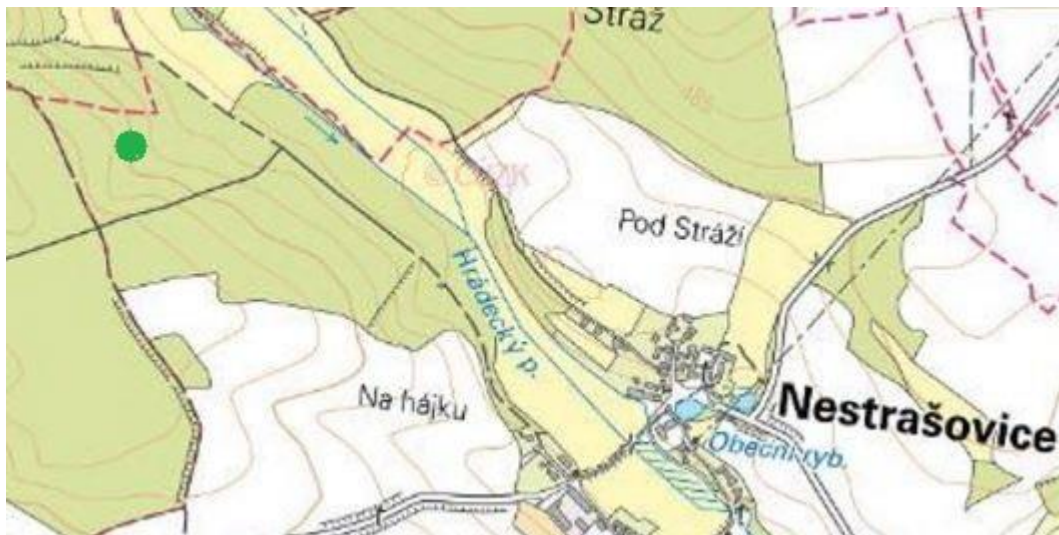
Edafická řada	SLT	Zastoupení
Kyselá řada	3K, 3I	46,9%
Živná řada	3S, 3H	36,8%
Oglejená řada	4P,O	16,3%

Klimaticky se jedná o mírně teplou oblast, mírně vlhkou s průměrnou roční teplotou 7°C a ročním srážkovým úhrnem okolo 580 mm.

1.6 Všeobecné údaje LHC Nestrašovice

1.6.1 Popis LHC

Vlastníkem lesů je obec Nestrašovice náležející do obvodu ORP Příbram ve Středočeském kraji. Státní správu lesů vykonává odbor životního prostředí městského úřadu v Příbrami a příslušné orgány Krajského úřadu Středočeského kraje. Všechny pozemky LHC náleží do přírodní lesní oblasti č. 10 – Středočeská pahorkatina, podoblasti 10a – Středočeský pluton. LHC se nachází v její jihozápadní části. Typologicky patří do třetího lesního vegetačního stupně (dubovo-bukový). LHC má výměru pozemků určených k plnění funkce lesa kolem 20 ha. Kvůli nízké výměře lesů má obec vypracované pouze lesní osnovy.



Obr. 6: mapa s vyznačením lokality

2. METODIKA

2.1 Výběr zkusných ploch

Pro dosažení cílů této práce bylo vytipováno 5 lokalit a v každé z nich založeno 5 kruhových zkusných ploch (transektů) o poloměru 1,78m, vždy ve třech alternativách pro posouzení vlivu různých světelných podmínek: volná plocha (odhadovaný zápoj 0%)x okraj mateřského porostu (odhadovaný zápoj 40%) x pod mateřským porostem (odhadovaný zápoj 80%). Zkoumané plochy se nacházely:

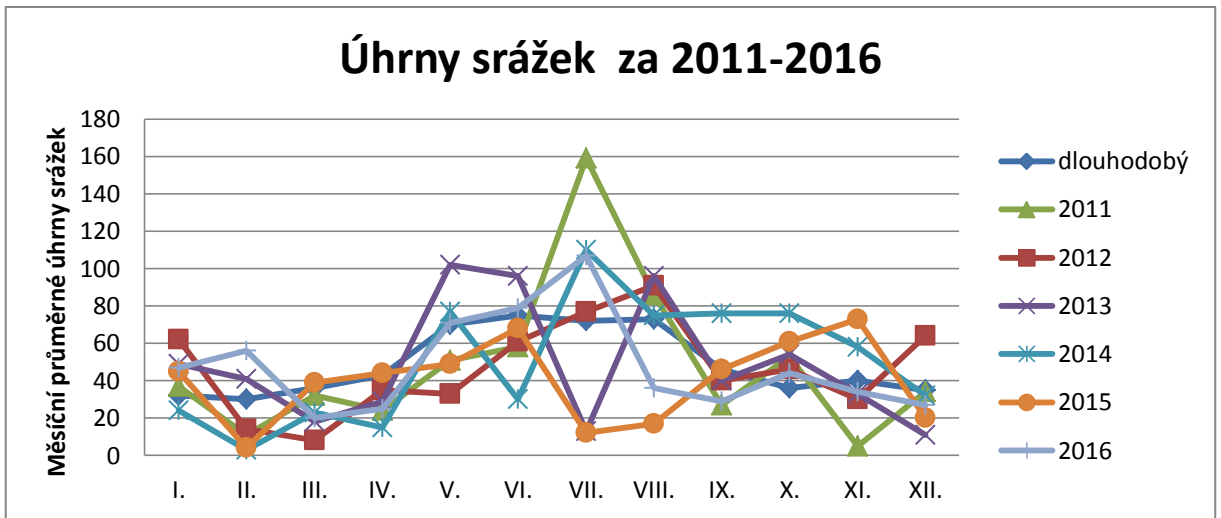
- ve vzdálenosti 15m od okraje mateřského porostu směrem do volné plochy
- na okraji mateřského porostu
- ve vzdálenosti 15m od okraje směrem do mateřského porostu.

Pro umístění zkusných ploch byly vybrány lokality s průměrnou hustotou přirozeného zmlazení smrku tak, aby mohla být objektivně zhodnocená celá sledovaná oblast. Smrkové zmlazení je zhruba stejně staré a jeho odclonění bylo provedeno v letech 2009-2011, lokality mají také shodný půdní typ (3K). Všechny zkusné plochy byly situovány směrem na jihovýchod. Mateřský porost ve sledovaných lokalitách tvoří převážně smrk ztepilý (*Picea abies*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Jednotlivé transekty jsou zakresleny do obrysových porostních map, které tvoří přílohu této práce.

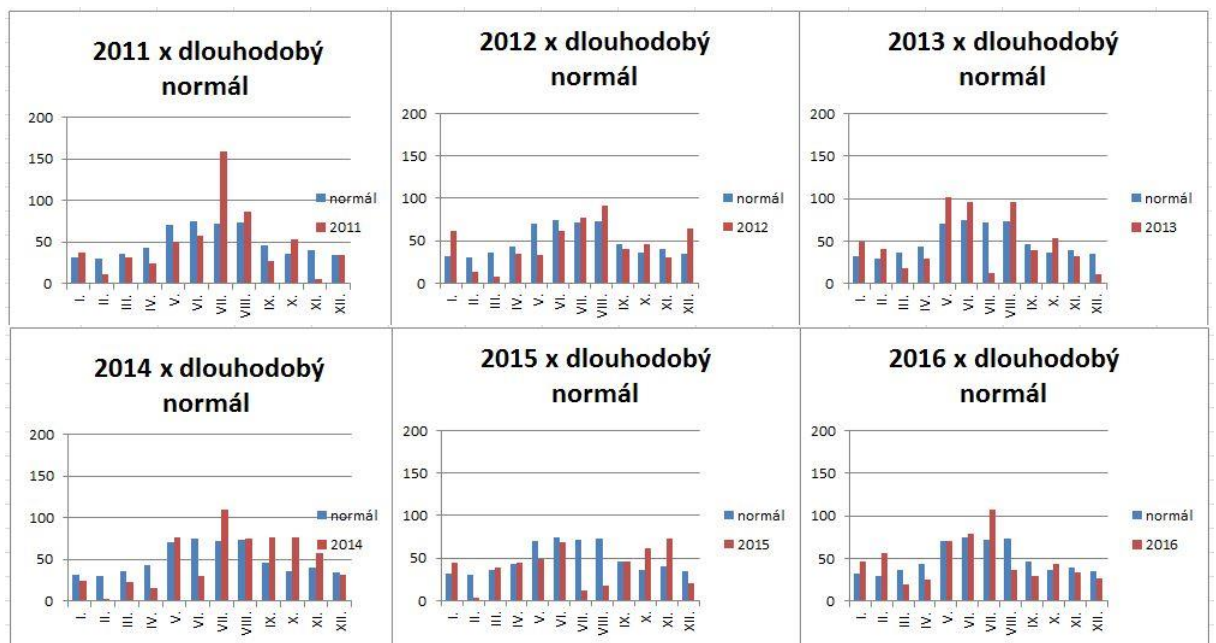
2.2 Meteorologická data

Pro vyhodnocení vlivu klimatických podmínek na přírůsty přirozené obnovy smrku za posledních 5 let byla zjištěna meteorologická data. Klimatická data jsou použita za posledních 6 let z důvodu možného ovlivnění přírůstu klimatickými podmínkami roku předcházejícího. Pro tyto účely byly použity údaje z meteorologické stanice Kocelovice, která se nachází cca 15 km vzdušnou čarou od všech sledovaných lokalit. Jedná se o plně

automatizovanou stanicí typu AMS1, která se nachází ve výšce 515 m. n. m. a je ve vlastnictví ČHMÚ.



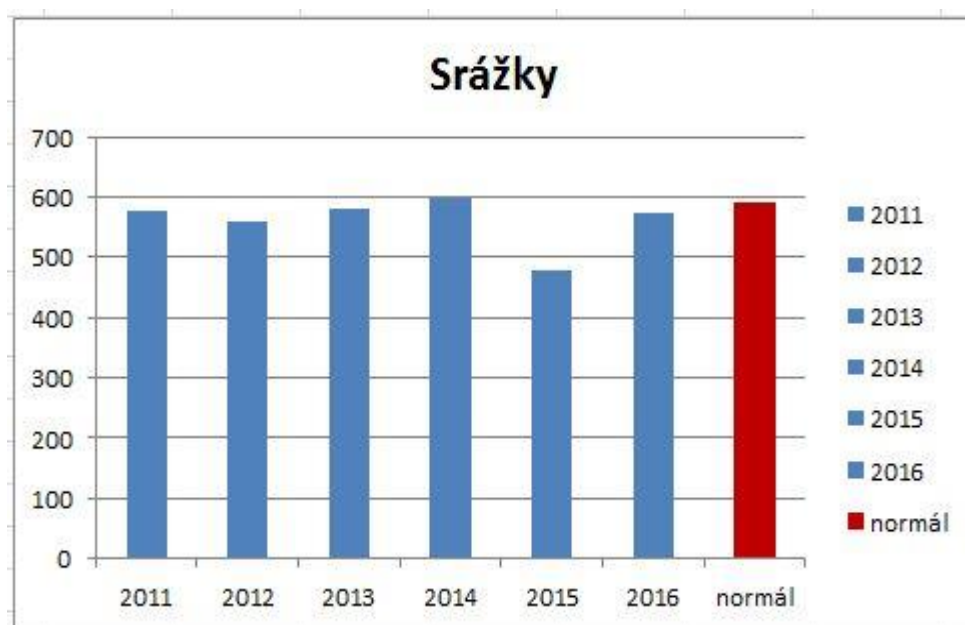
Graf 1.: průměrný měsíční srážkový úhrn 2011-2016, normál srážek 1961-1990 (ČHMÚ, 2017)



Graf 2.: průměrný měsíční srážkový úhrn 2011-2016, normál srážek 1961-1990 (ČHMÚ, 2017)

Tab. 6.: průměrný měsíční srážkový úhrn 2011-2016, normál srážek 1961-1990
(ČHMÚ, 2017)

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Normál Ø srážek (mm)	32	30	36	43	70	75	72	73	46	36	40	35
2011 Ø srážek (mm)	37	11	32	24	51	58	159	86	27	53	5	34
2012 Ø srážek (mm)	62	14	8	35	33	61	77	91	40	46	30	64
2013 Ø srážek (mm)	49	41	18	29	102	96	13	96	40	54	33	11
2014 Ø srážek (mm)	24	3	23	15	77	30	110	75	76	76	58	32
2015 Ø srážek (mm)	45	4	39	44	49	68	12	17	46	61	73	20
2016 Ø srážek (mm)	47	56	20	25	71	79	107	36	29	44	34	27



Graf 3.: průměrný roční srážkový úhrn 2011-2016, normál srážek 1961-1990
(ČHMÚ, 2017)

Tab.7.: průměrný roční srážkový úhrn 2011-2016, normál srážek 1961-1990
(ČHMÚ, 2017)

Rok	2011	2012	2013	2014	2015	2016	<i>Dlouhodobý normál srážek 1961-1990</i>
<i>Srážky Ø za rok (mm)</i>	577	561	582	599	478	575	590

Po podrobném rozboru dat získaných z hydrometeorologické stanice Kocelovice, je zřejmé, že většina předešlých let byla srážkově sotva průměrná, spíše podprůměrná. Podle dlouhodobého normálu (1961-1990) mělo v daném území ročně spadnout okolo 590 mm srážek. Lze tedy konstatovat, že v uplynulých letech 2011 – 2016 byl srážkový normál těsně překročen pouze v roce 2016 a extrémně nízký byl v roce 2015. Průměrné roční teploty v letech 2011-2016 vždy překročily 8,2°C, což je dlouhodobý (1961-1990) roční teplotní normál pro dané území.

Rok 2011 byl srážkově podnormální s většími výkyvy v jednotlivých měsících, nejméně na srážky byly měsíce únor a listopad, naopak nejméně na srážky byl měsíc červenec. Teplotně byl rok 2011 mírně nadnormální, nejteplejší proti normálu byly měsíce duben a prosinec.

Rok 2012 byl nevýrazně sušší než 2011, výrazně nízký srážkový úhrn byl hlavně v březnu a květnu. Největším teplotním výkyvem roku byly únorové mrazy.

V roce 2013 měl nejvyšší srážkový deficit proti normálu červenec, ostatní letní měsíce byly nad srážkovým normálem. Začátek roku se vyznačoval nízkými teplotami v lednu, únoru a březnu, léto vysokými teplotami v červenci.

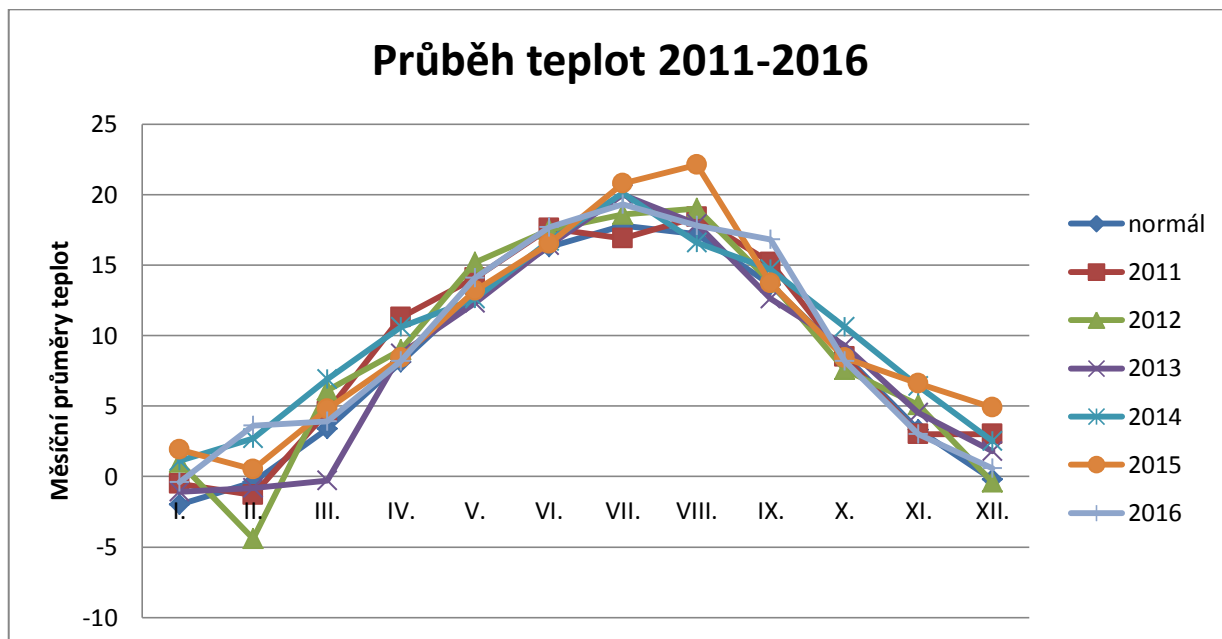
Rok 2014 jediný těsně překročil srážkový normál, nejsušší měsíce byly únor a duben, naopak nejméně na srážky byl červenec. Letní měsíce byly teplé a pohybovaly se kolem normálu.

Rok 2015 byl extrémně suchý, hluboko pod normálem byly měsíce únor, červenec a srpen. Letní měsíce byly i hodně teplé.

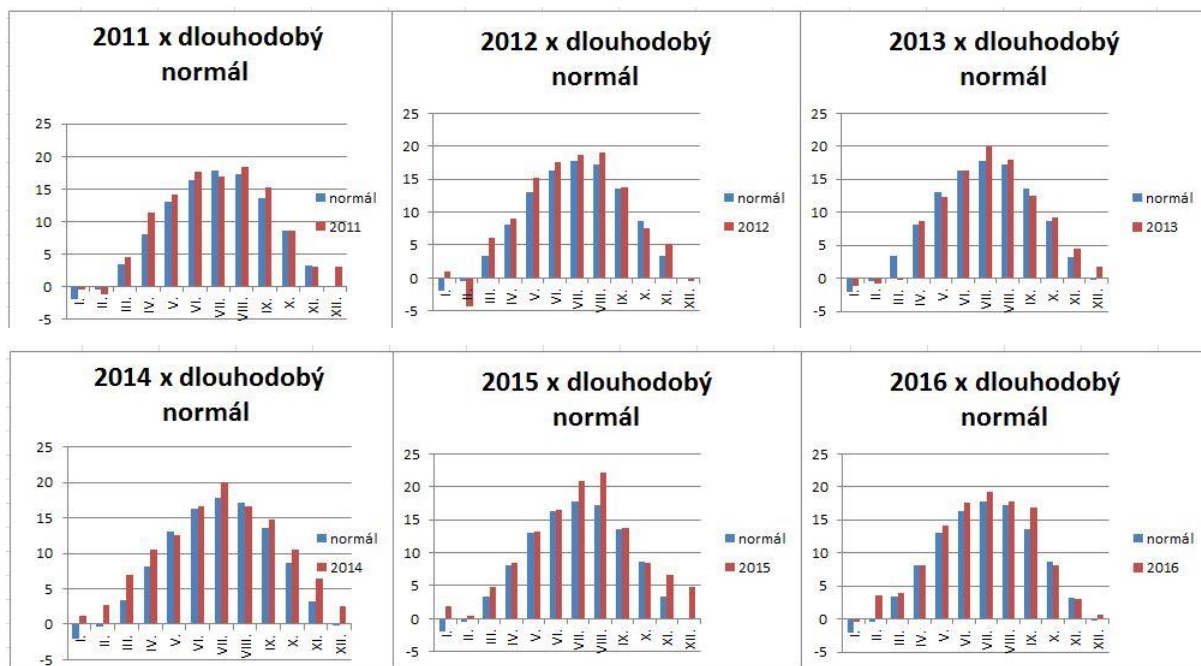
Rok 2016 se srážkami i teplotou přiblížil normálu, nejsušší byly měsíce březen a duben.

Ze získaných klimatických dat pro růst vegetace vychází v období 2011-2016 nejlépe rok 2014, kdy byl nejvyšší roční srážkový úhrn. Příznivé bylo také

rozložení srážek v kombinaci s teplým počasím během vegetačního období. Naopak nejkritičtější pro růst vegetace vychází rok 2015, který byl extrémní nízkým srážkovým úhrnem, hlavně v letním období ve spojení s vysokými teplotami.



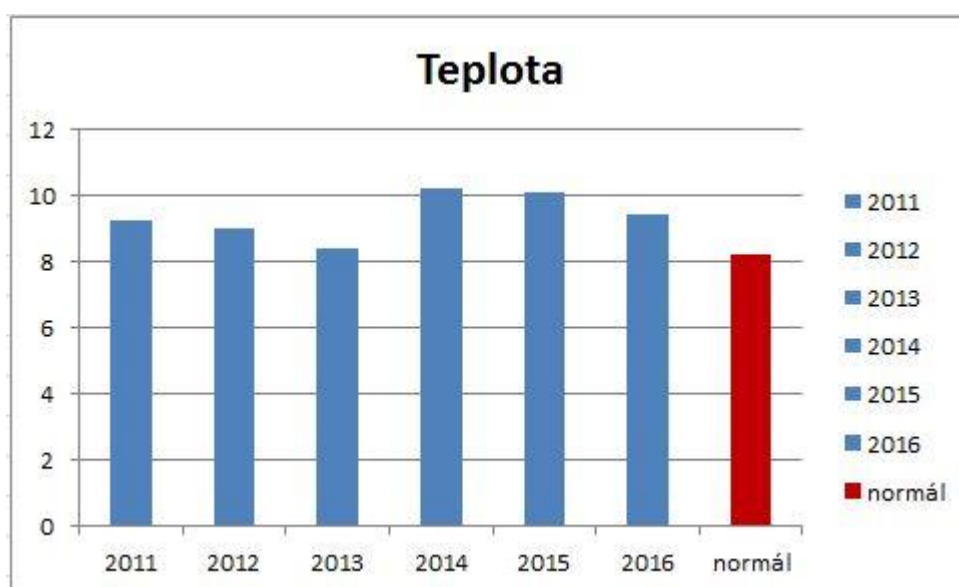
Graf 4.: průměrné měsíční teploty 2011-2016, normál teplot 1961-1990 (ČHMÚ, 2017)



Graf 5.: průměrné měsíční teploty 2011-2016, normál teplot 1961-1990 (ČHMÚ, 2017)

Tab. 8.: průměrné měsíční teploty 2011-2016, normál teplot 1961-1990 (ČHMÚ, 2017)

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
<i>Normál Ø teplot (°C)</i>	- 2	- 0,4	3,4	8,1	13,0	16,3	17,8	17,2	13,6	8,6	3,3	- 0,2
<i>2011 Ø teplot (°C)</i>	- 0,5	- 1,3	4,6	11,3	14,1	17,6	16,9	18,4	15,2	8,5	3,0	3,0
<i>2012 Ø teplot (°C)</i>	1,0	- 4,4	6,1	9,0	15,2	17,5	18,6	19	13,8	7,6	5,1	- 0,4
<i>2013 Ø teplot (°C)</i>	- 1,1	- 0,8	- 0,3	8,7	12,3	16,4	20,0	17,9	12,6	9,3	4,5	1,8
<i>2014 Ø teplot (°C)</i>	1,1	2,7	6,9	10,6	12,6	16,7	20,1	16,6	14,7	10,6	6,4	2,5
<i>2015 Ø teplot (°C)</i>	1,9	0,5	4,8	8,4	13,2	16,5	20,8	22,1	13,7	8,4	6,6	4,9
<i>2016 Ø teplot (°C)</i>	- 0,4	3,6	3,9	8,2	14,1	17,7	19,3	17,8	16,8	8,2	3,0	0,6



Graf 6.: průměrné roční teploty 2011-2016, normál teplot 1961-1990 (ČHMÚ, 2017)

Tab. 9.: průměrné roční teploty 2011-2016, normál teplot 1961-1990 (ČHMÚ, 2017)

Rok	2011	2012	2013	2014	2015	2016	<i>Dlouhodobý normál teplot 1961-1990</i>
<i>Teplota Ø za rok (°C)</i>	9,2	9,0	8,4	10,2	10,1	9,4	8,2

2.3 Měření v terénu

Pro zjištění přírůstu a stavu přirozené obnovy bylo v 5 lokalitách založeno celkem 75 kruhových transektů o poloměru 1,78m. Střed každé plošky byl vždy označen dřevěným kolíkem zvýrazněným reflexní barvou, vlastní zaměření plošek proběhlo za pomoci laserového dálkoměru a vyznačení opět za pomoci reflexní barvy. Na ploškách byli sečteni a hodnoceni všichni jedinci přirozené obnovy, posuvným měřítkem změřena tloušťka kořenového krčku s přesností na milimetry, skládacím metrem změřena výška s přesností na centimetry, změřen přírůst podle délky jednotlivých přeslenů za posledních 5 let s přesností na 0,5 cm. Celkový zdravotní stav a stupeň poškození byl identifikován a měřen ve vztahu k jednotlivým způsobům poškození, pro žloutnutí použito hodnocení ano x ne a počet postižených jedinců. Dále byl hodnocen stav vzrostlého stromového patra, jeho výška změřena výškoměrem s přesností na 0,5m, výčetní tloušťka průměrkou s přesností na centimetry.

Na přelomu května a června 2016 byl na každém z pěti lokalit popsán fytoocenologický snímek a hodnocena vegetace, která by mohla ovlivňovat růst přirozené obnovy. Při popisu byla vegetace rozdělena na patra:

stromové	E ₃
keřové	E ₂ (dřeviny, keře, malé stromky, liány od 0,5-5m výšky)
bylinné	E ₁ (byliny a semenáčky do 0,5m, dřeviny trpasličí)
mechové	E ₀ (mechorosty, lišejníky).

V každé z lokalit byla vykopána jedna vzorová půdní sonda, ve které byla změřena mocnost jednotlivých profilů a vyhodnocen půdní typ.

2.4 Statistické metody použité pro vyhodnocování

Pro vyhodnocení zjištěného počtu jedinců na jednotlivých lokalitách, naměřených výšek, tloušťek kořenových krčků a běžného ročního přírůstu za posledních pět let a jejich vztahu k mikrostanovištním podmínkám bylo použito názorné grafické vyhodnocení. Jejich závislost byla sledována a hodnocena pomocí korelační analýzy. Hodnoty koeficientu korelace r leží mezi -1.0 pro

úplnou zápornou korelací a +1.0 pro úplnou kladnou korelací analýzy variace. Pro vyhodnocení statistických testů bylo použito programu STATISTICA 12. Grafy byly vytvářeny pomocí programu Microsoft Office Excel 2007 a STATISTICA 12. Pro vyhodnocení vlivu zápoje na počty jedinců obnovy a pro hodnocení mezi lokalitami byla použita analýza rozptylu ANOVA, kde $p > 0,5$ značí statisticky významnou závislost.

3. VÝSLEDKY A DISKUZE

3.1 Bylinná vegetace

Podle fytoocenologického snímku se v jednotlivých lokalitách vyskytují shodné druhy vegetace s podobným pokrytím plochy. Rozdíly jsou hlavně u transektů, které se liší světelnými podmínkami závislými na zápoji mateřského porostu. Vegetaci tvoří zejména druhy indikující kyselá vlhčí stanoviště, vodou neovlivněná s vyvinutými půdami se střední produkcí. Jedná se především o druhy *Avenella flexuosa*, *Festuca ovina*, *Luzula luzuloides*, *Vaccinium myrtillus*, *Nardus stricta*. Jako hlavní dominantní druh se na všech transektech projevuje *Vaccinium myrtillus*. Přirozená obnova smrku na lokalitách chybí hlavně na místech, kde se rozšiřuje třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), nejvíce u lokality 1 (Pod lomečkem).

Tab. 10.: vegetace na lokalitách

Patro	Vyskytující se vegetace na lokalitách
Stromové E ₃	<i>Picea abies</i> , <i>Pinus sylvestris</i>
Keřové E ₂	<i>Picea abies</i> , <i>Pinus sylvestris</i>
Bylinné E ₁	<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Calamagrostis epigejos</i> , <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Festuca ovina</i> , <i>Luzula luzuloides</i> , <i>Nardus stricta</i>
Mechové E ₀	<i>Leucobryum glaucum</i>

3.2 Počty jedinců přirozené obnovy

Počty jedinců přirozené obnovy se na porovnávaných plochách výrazně příliš neliší. Na první lokalitě byl průměrný počet 17 333 jedinců/ha, na druhé 21 200 jedinců/ha, na třetí 22 400 jedinců/ha, na čtvrté 20 933 jedinců/ha a na páté 22 000 jedinců/ha. Jejich přesné počty jsou uvedeny v tab. 11 a v grafech jsou vyhodnoceny s ohledem na světelné podmínky transektů. Počty životaschopných jedinců klesají se zápornou změnou světelných podmínek, jak píše také (Úradníček et al. 2001). Jak potvrzuje výzkum, který prováděla (Zenáhlíková et al. 2011) s rostoucí výškou semenáčků klesá jejich mortalita a stoupá odolnost.

Tab. 11.: počty jedinců přirozené obnovy

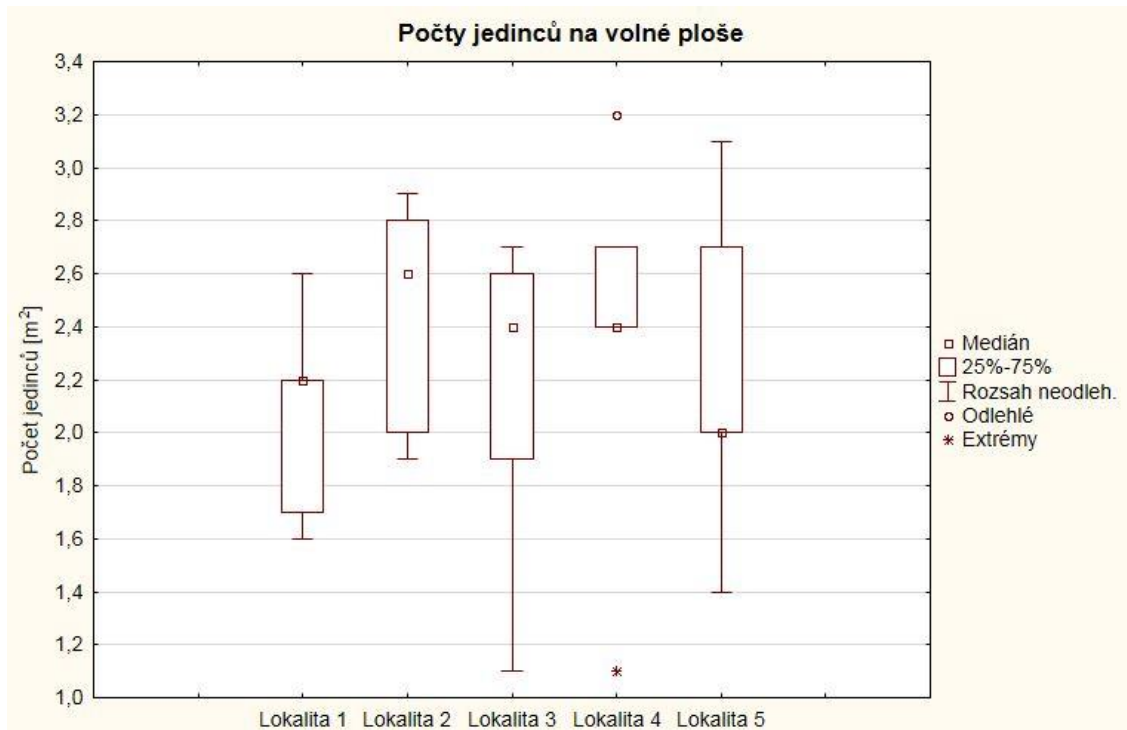
Lokalita	1	2	3	4	5
Prům. počet jedinců na volné ploše (ks/ha)	20600	24400	21400	23600	22400
Prům. počet jedinců na okraji porostu (ks/ha)	16800	18600	19800	20400	23600
Prům. počet jedinců pod porostem (ks/ha)	14600	20600	26000	18800	20000
Prům. počet jedinců na lokalitách (ks/ha)	17333	21200	22400	20933	22000

Největší výkyv v počtu jedinců u lokality 1 (Pod lomečkem) lze vysvětlit tím, že je zde rozšířeno nejvíce buřeně, hlavně třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Celkově se přirozené zmlazení smrku na porovnávaných lokalitách vyskytuje spíše hloučkovitě, především v porostu *Vaccinium myrtillus* a mechu (*Leucobryum glaucum*), také v hrabance na místech bez bylinného patra.

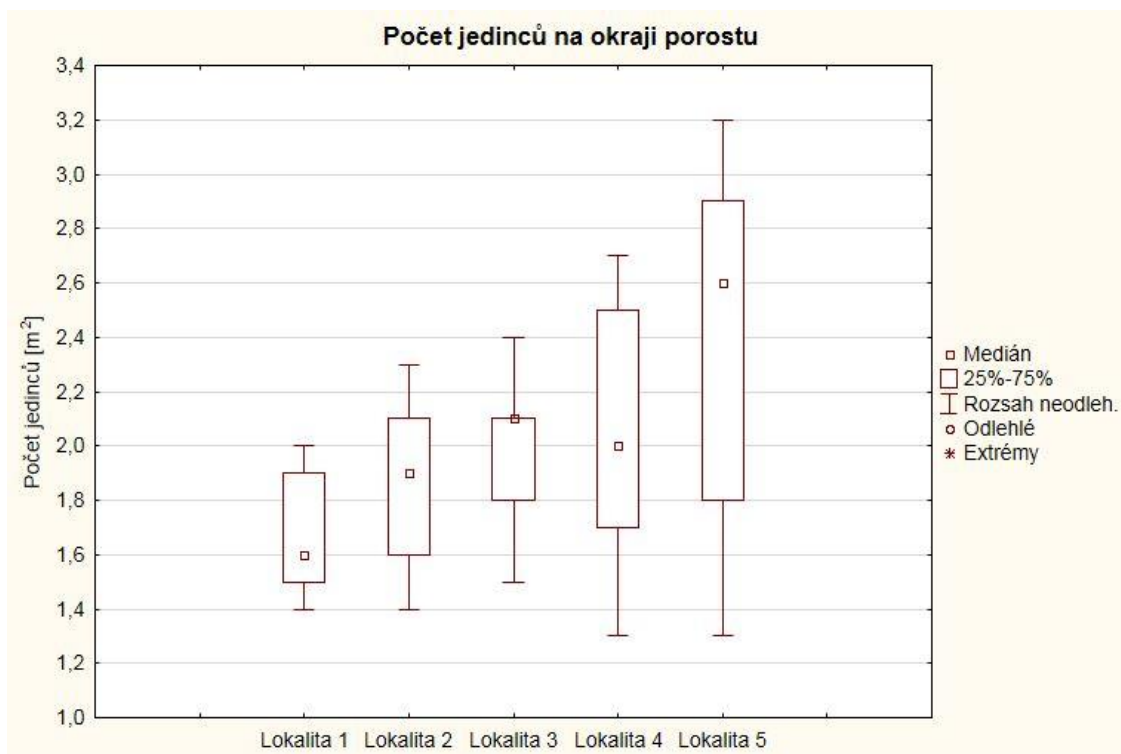
Počty jedinců zmlazení jsou dostatečné, počet stanovený vyhláškou č. 139/2004 Sb., pro zkoumané hospodářské soubory je stanoven na 4000 ks/ha, zjištěný počet je mnohem vyšší. Přirozená obnova je vitální, životaschopná a je možné s ní za pomoci vhodného hospodaření zajistit obnovu.

Na počet jedinců přirozené obnovy a jejich další přežívání má výrazný vliv v mnou sledovaných lokalitách zakmenění a rozmístění mateřského porostu.

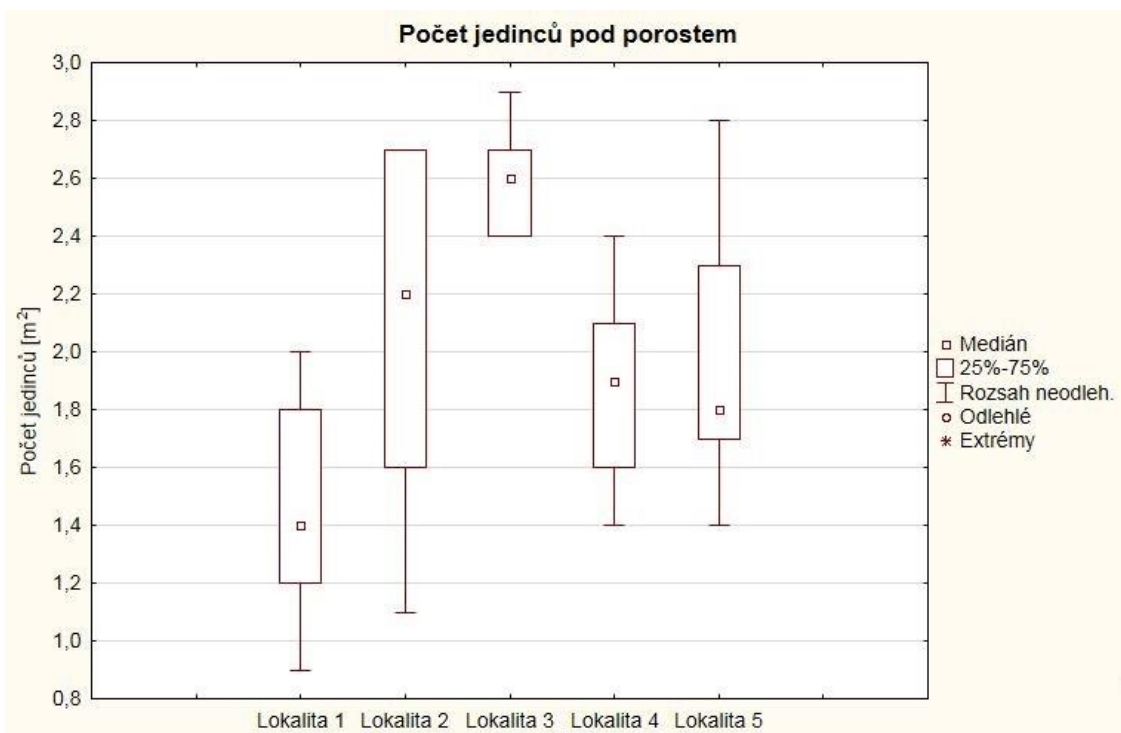
Dá se také usoudit, že intenzivněji začíná přirozená obnova od 90 let věku porostu, se zakmeněním nejvýše 8. Roste v hloučkovitém uspořádání hlavně na prosvětlených místech. K obdobným výsledkům došli na Šumavě (Zatloukal et al. 2001 a Ulbrichová et al. 2006).



Graf 7.: počty jedinců na volné ploše (odhadovaný zápoj 0%)



Graf 8.: počty jedinců na okraji porostu (odhadovaný zápoj 40%)



Graf 9.: počty jedinců pod porostem (odhadovaný zápoj 80%)

3.3 Mikrostanovištní podmínky přirozené obnovy

U sledovaných lokalit se střídají různá mikrostanoviště přirozené obnovy. Na všech lokalitách je nejobsazovanější mikrostanoviště borůvčí, pouze s výjimkou lokality č. 1., kde je nejvíce obsazené mikrostanoviště trav s převahou *Calamagrostis epigejos*. Další významné mikrostanoviště pro obnovu je hrabanka, také mikrostanoviště mechu, které je u lokality č.2. obsazeno 29% jedinců obnovy. Jako nejméně vhodné pro přirozenou obnovu smrku jsem vyhodnotil mikrostanoviště trav, kde je výrazně nižší počet jedinců, ke stejnému výsledku došli (Rozman et al. 2015). Za nejpříznivější mikrostanoviště pro obnovu považuje (Aplauter et al. 2006) zetlelé dřevo, v lokalitách, kterými se zabývá tato práce je jeho podíl nepatrný a nestačí pro porovnání.

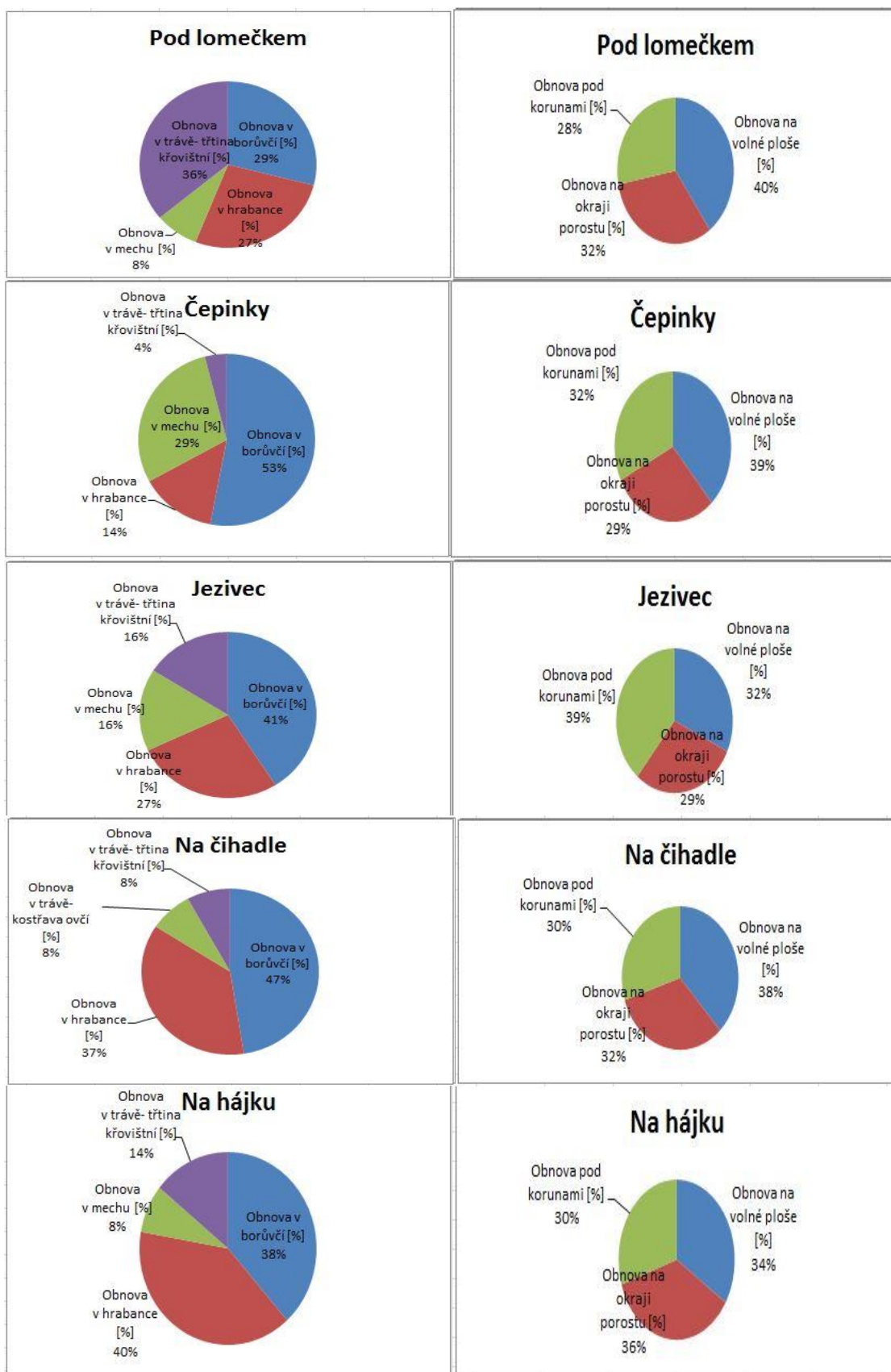
Na všech pěti lokalitách byly porovnávány stavy obnovy na volné ploše a stavy obnovy více či méně ovlivněné stínem korun mateřského porostu. Transekty na volné ploše jsem volil 15m od hranice mateřského porostu kvůli eliminaci ovlivnění obnovy mateřským porostem. Zastínění na okraji mateřského porostu hodnotím jako 40-ti procentní a pod porostem jako 80-ti procentní. Na všech pěti lokalitách je výsledek takový, že na volné ploše probíhá obnova většího množství jedinců, než při zhoršených světelných podmínkách pod korunami stromů, anebo při částečném zastínění na okraji mateřského porostu. Ze zmiňovaných zjištění lze hodnotit jako nejvhodnější typ mikrostanoviště pro přirozenou obnovu smrku ve středních polohách na kyselých typech lesních půd lokality s porostem borůvčí, mechu nebo hrabankou. Podobné zjištění, ale z vyšších poloh Jizerských hor uvádí Ulbrichová, Šimková, (2007), zvláště borůvčí, pokud není příliš husté, hodnotí pro přirozenou obnovu jako dobrý vegetační pokryv.

Co se týče světelných mikrostanovištních podmínek, pro obnovu vychází nejlépe volná plocha neovlivněná mateřským porostem. Rozdíl s obnovou pod porostem není tak výrazný jako u Ulbrichové a Šimkové (2007) v Jizerských horách nebo u Bělohlávka (2012) v Krušných horách, to může souviset i s tím, že přirozená obnova smrku toleruje větší zastínění na bohatších stanovištích než na chudých stanovištích vyšších poloh (Mráček, Pařez, 1986). Také nižší

nadmořská výška může zvyšovat toleranci smrku na zastínění, jak uvádí (Úradníček et al. 2001).

Tab. 11.: procentické vyjádření mikrostanovištních podmínek jednotlivých lokalit

Lokalita	Pod lomečkem	1 [ks]	Čepinky	2 [ks]	Jezivec	3 [ks]	Na čihadle	4 [ks]	Na hájku	5 [ks]
Obnova v borůvčí [%]	29%	76	53%	164	41%	137	48%	150	38%	127
Obnova v hrabance [%]	27%	71	14%	46	27%	92	37%	116	39%	128
Obnova v mechu [%]	8%	20	29%	94	16%	53	0%	0	8%	28
Obnova v trávě- třtina křovištní [%]	36%	93	4%	14	16%	54	8%	24	14%	47
Obnova v trávě- kostřava ovčí [%]	0%	0	0%	0	0%	0	8%	24	0%	0
Obnova na volné ploše [%]	40%	103	38%	122	32%	107	38%	118	34%	112
Obnova na okraji porostu [%]	32%	84	29%	93	29%	99	32%	102	36%	118
Obnova pod korunami [%]	28%	73	32%	103	39%	130	30%	94	30%	100

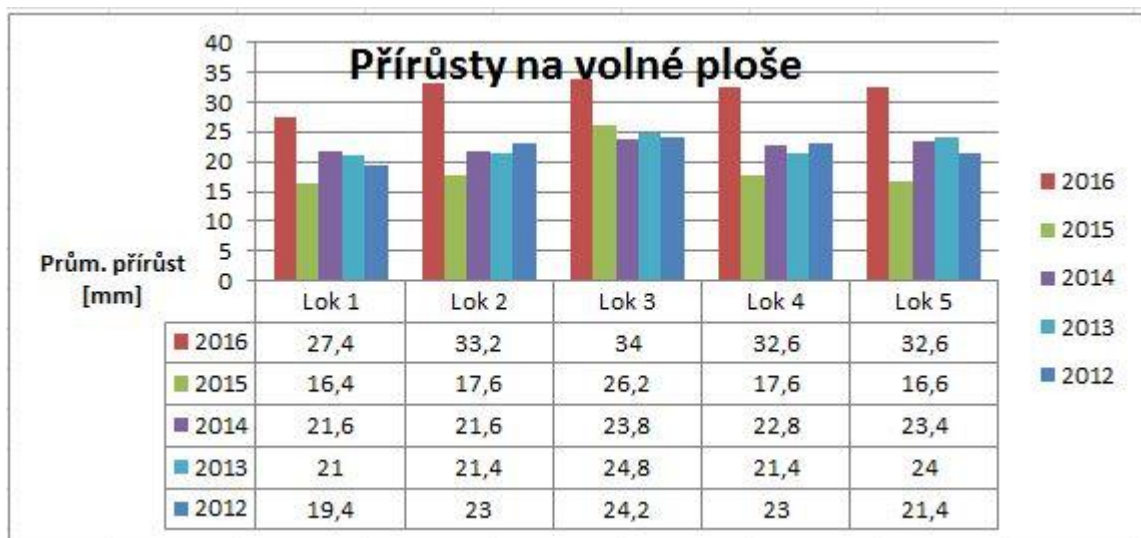


Grafy 10.: znázornění podílu obnovy ve vztahu k mikrostanovišti na porovnávaných lokalitách

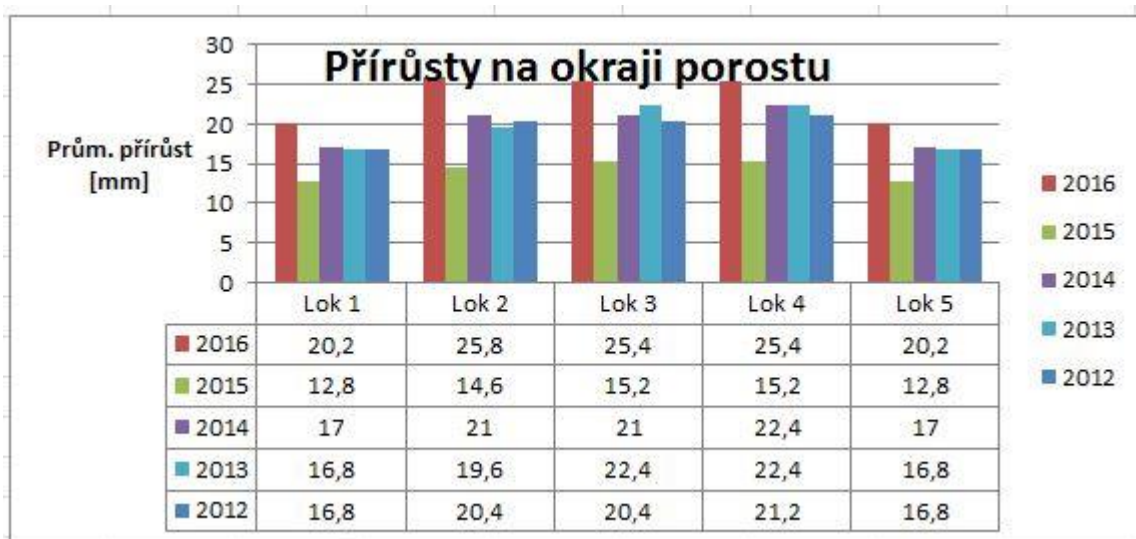
3.4 Výškový přírůst

Výškový přírůst přirozené obnovy v jednotlivých lokalitách se u transektů se shodnými světelnými podmínkami v běžném roce výrazně neliší. Dynamika odrůstání je poměrně rychlá, hlavně při porovnání s výsledky z vyšších poloh, které uvádí Bělohávek (2012). Také Lokvenc (1975) píše, že přírůst obnovy smrku se stoupající nadmořskou výškou klesá.

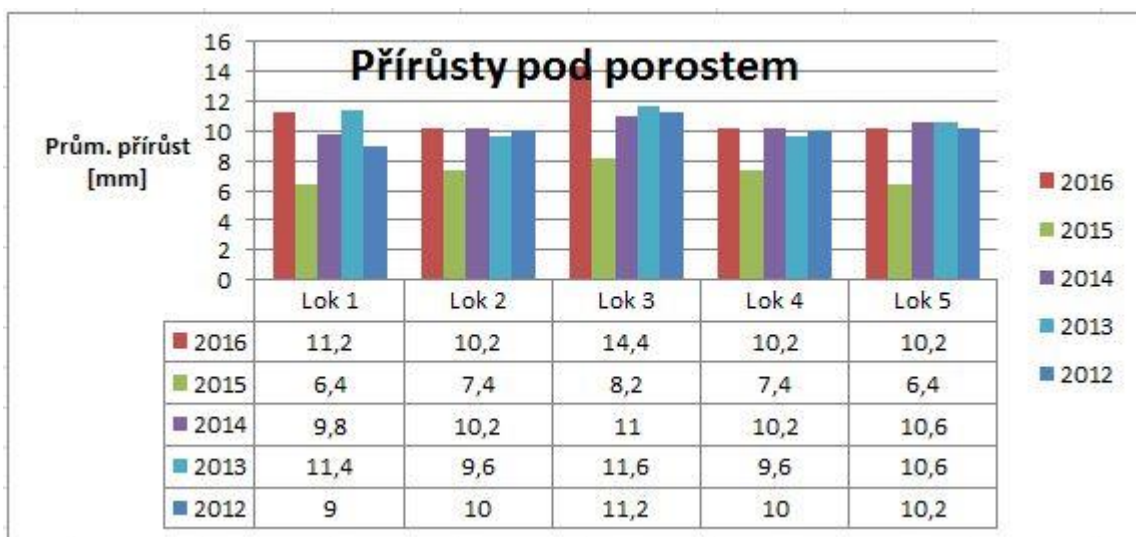
Výrazným faktorem ovlivňujícím růst přirozené obnovy je teplota a úhrn srážek za vegetační období. Klimatické podmínky naměřené za posledních šest let v blízkosti sledovaných lokalit jsem porovnal mezi sebou i s dlouhodobým normálem v tabulce i graficky. Z grafů teplot 4, 5, 6 je zřejmé, že teplota v průběhu posledních šesti let překračovala dlouhodobý normál teplot. Srážkový úhrn pouze v roce 2014 těsně překročil dlouhodobý normál, jak ukazují grafy srážek 1, 2, 3. Jinak se po vyhodnocení dat ukazuje, že průběh teplot a srážek ve sledovaném území jde v duchu celosvětových klimatických změn. Extrémní byl co se týče srážek rok 2015, kdy spadlo o pětinu srážek méně, než je normál. Nedostatek srážek během vegetační doby byl provázen vysokými teplotami. Jak klesly výškové přírůsty v roce 2015 shodně u všech sledovaných lokalit, je zřejmé z grafů 11, 12, 13.



Graf 11.: dosažené výškové přírůsty obnovy na volné ploše v letech 2012 – 2016.



Graf 12.: dosažené výškové přírůsty obnovy na okraji porostu v letech 2012 – 2016.



Graf 13.: dosažené výškové přírůsty obnovy pod porostem v letech 2012 – 2016.

Tab. 12.: vyjádření závislosti výškového přírůstu obnovy na klimatických podmínkách pomocí korelačního koeficientu r

Proměnná	Průměry	Směrová odchylka	Srážky	Teplota	Volná plocha	Okraj porostu	Pod porostem
Srážky	561,8000	47,86126	1,000000	-0,355661	0,485884	0,771972	0,909270
Teplota	9,5000	0,72111	-0,355661	1,000000	-0,230188	-0,363611	-0,473104
Volná plocha	25,5920	6,00636	0,485884	-0,230188	1,000000	0,928883	0,786557
Okraj porostu	20,0400	3,80621	0,771972	-0,363611	0,928883	1,000000	0,958620
Pod porostem	10,1120	1,69715	0,909270	-0,473104	0,786557	0,958620	1,000000

Korelační matice (tabulka 12) vyjadřuje odhad Spearmanova korelačního koeficientu r . Ten nám udává míru závislosti dvou veličin, pokud se korelační koeficient blíží hodnotě 1, jedná se o silnou závislost.

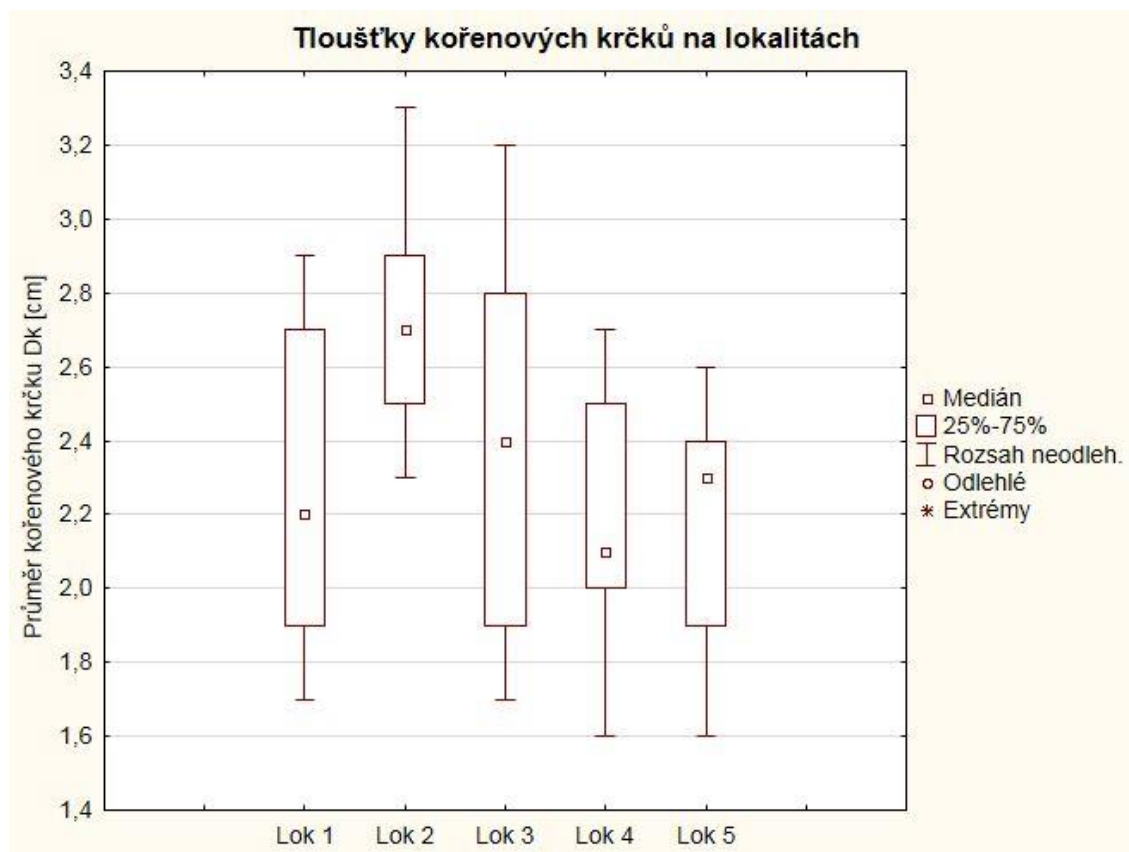
Velmi silná kladná korelace $r = 0,49-0,90$ mi vyšla mezi výškovým přírůstem a množstvím srážek. Korelace stoupá s měnícími se světelnými podmínkami a nejvyšších hodnot dosahuje na transektech pod mateřským porostem. Vysokou korelaci smrku s dostupnou vlhkostí potvrzuje (Boden et al. 2014) při výzkumech v jihozápadním Německu. K podobným výsledkům došel i (Gephardt et al. 2013) a na jejich základě doporučuje přeřezávání smrkových porostů pro zvýšení tolerance smrku na sucho.

Naopak korelace mezi výškovými přírůsty smrkové obnovy a teplotou nabývá záporných hodnot $r = [-0,23]-[-0,47]$, je to způsobeno tím, že přírůsty klesají se stoupající teplotou a zvláště s vysokými letními teplotami, k podobným závěrům dospěl také (Koprowski, 2013). Nejsilnější korelace mezi teplotou a přírůsty přirozené obnovy smrku vychází u transektů umístěných pod mateřským porostem. Z toho je patrné, že při stejných klimatických podmínkách zvýšení nedostatku světla vlivem korunového zápoje výrazně snižuje přírůst.

3.5 Tloušťky kořenových krčků

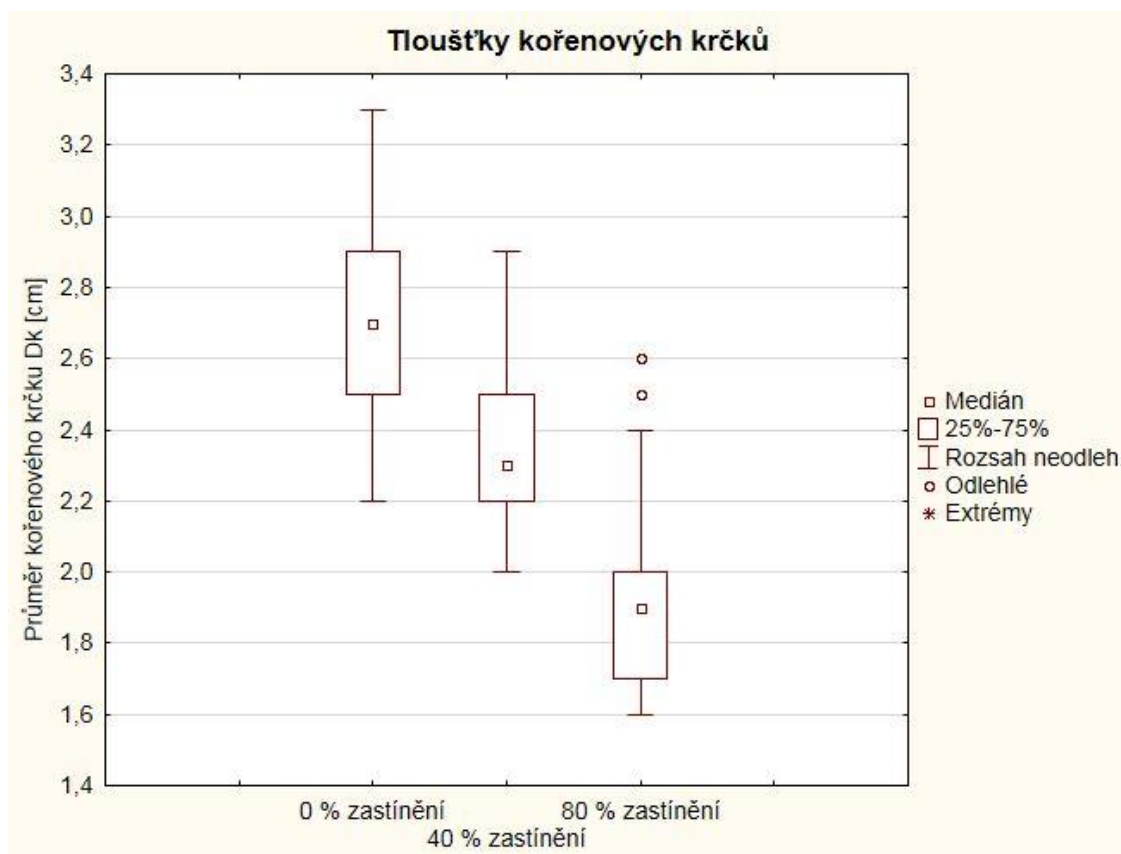
Bylo provedeno srovnání tlouštěk kořenových krčků z jednotlivých lokalit, z grafu vidíme, že všechny sledované lokality jsou si podobné. Hodnoty tlouštěk se pohybují v rozmezí od 0,9 cm do 3,2 cm. Výkyv u lokality 2 (Čepinky), může být dán rozdílným rokem vzniku přirozené obnovy, ale také nepřesností při odhadu světelných podmínek pomocí korunového zápoje mateřského porostu. Tato úvaha vychází z toho, že největší odchylka tlouštěk od hodnot ostatních lokalit je u transektů pod mateřským porostem, jak je vidět z tabulek hodnot v příloze.

Graf 14.: porovnání tlouštěk kořenových krčků podle lokalit



Po srovnání tlouštěk kořenových krčků přirozené obnovy za různých světelných podmínek, je zřejmé jak vidíme z grafu, že tloušťka klesá s přibývajícím zástínem.

Graf 14.: porovnání tloušťek kořenových krčků podle světelných podmínek



Parametry kořenových krčků na všech pěti lokalitách u jedinců zmlazení s výškou do 120cm přesahují parametry dle přílohy č. 2 vyhlášky č. 29/2004 Sb., pro výsadby schopný sadební materiál, která uvádí, že minimální tloušťka kořenového krčku u sazenice výšky od 81 cm do 120 cm činí 10mm. Další podmínkou je věk maximálně 5 let, odhadovaný věk obnovy je však 10 let. Jde hlavně o jedince pod porostem, kteří dokáží stagnovat s růstem a čekat na uvolnění mateřského porostu, jak uvádí (Úradníček et al. 2001). Vliv má také shlukovitě uskupení přirozené obnovy, ke stejným výsledkům došla také (Klimešová, 2010).

3.6 Poškození a zdravotní stav přirozené obnovy

Žloutnutí se u sledované přirozené obnovy téměř neobjevilo, ze všech 1558 jedinců byli zaznamenáni pouze tři jedinci v lokalitě Pod lomečkem. Poškození zvěří bylo velmi nízké ve vztahu k počtu jedinců obnovy a nelišilo se podle umístění transektů. Nízké poškození obnovy je zřejmě z důvodu absence jelení zvěře, která způsobuje svým okusem a hlavně loupáním největší škody (Bališ, 1980). Také může ukazovat na únosné stavy zvěře pro daný biotop, kdy zvěř netrpí potravní nouzí (Padajga, 1984). Na všech pěti porovnávaných lokalitách bylo poškození zvěří kolem 1%. Z dalších poškození obnovy jsem zaznamenal mechanické poškození, pouze u osmi jedinců z celkového počtu. Z mého pozorování vyplývá, že tlak zvěře na sledované lokality je malý až bezvýznamný. To neodpovídá stavu zjištěnému při inventarizaci škod zvěří, kde průměr způsobených škod činí něco kolem 30 % (Beranová et al. 2007). Z výsledku je patrné, že zvěř a její škody nejsou pro menší lesní celky středních poloh Příbramska vážným nebezpečím.

3.7 Statistické hodnocení

Míru ovlivnění počtu jedinců, tloušťkových a výškových přírůstků sledované přirozené obnovy lokalitou a zápojem mateřského porostu uvádí následující tabulka.

Tab. 13.: ANOVA statistické závislosti

Proměnná	Statistické závislosti					
	Označ. korelace jsou významné na hlad. $p < ,05000$ N=15					
	Sm. odch.	Lokalita	Zastínění	Tloušťka Dk	Počet jed.	Výšk. přír.
Lokalita	1,464	1,000000	0,000000	-0,269822	0,446413	0,046755
Zastínění	33,806	0,000000	1,000000	-0,807233	-0,352493	-0,944325
Tloušťka Dk	0,398	-0,269822	-0,807233	1,000000	0,285268	0,800894
Počet jed.	2973,086	0,446413	-0,352493	0,285268	1,000000	0,324206
Výšk. přír.	6,157	0,046755	-0,944325	0,800894	0,324206	1,000000

ZÁVĚR

Práce hodnotí současný stav a poškození přirozené obnovy smrku ve středních polohách Příbramska, na 5 lokalitách shodujících se ve stáří přirozené obnovy a v lesním typu (SLT) kyselé řady 3K (Pod lomečkem, Čepinky, Jezivec, Na čihadle, Na hájku) v obecních lesích Rakovice, Nestrašovice a Počaply.

Počty jedinců přepočtené na 1 ha se pohybovaly v rozmezí 17333-22400 ks, jejich ovlivnění lokalitou a zápojem nebylo statisticky významné. V současné době lze dle zjištěných výsledků zajistit obnovu smrku za pomoci přirozeného zmlazení. Průměrné roční přírůsty obnovy se pohybovaly v hodnotách kolem 18 cm výšky obnovy. Statisticky významně byly ovlivněny zápojem, vliv lokality na výškový přírůst nebyl statisticky významný. Dle výsledků této práce přirozené smrkové obnově nejlépe vyhovuje volná plocha, kde dosahuje nejvyšších dendrometrických hodnot přírůstů. Na horší světelné podmínky způsobené vlivem mateřského porostu reaguje smrkové zmlazení sníženým výškovým přírůstem o 19% na okraji porostu a o 59% pod porostem.

Obdobně působí na zmlazení počasí v daném roce. Na extrémně nízké srážky a zároveň vysoké teploty roku 2015 reagovala přirozená smrková obnova výrazným snížením výškového přírůstu. Přírůst koreluje silně s roční sumou srážek – $r=0,49-0,90$, s průměrnou roční teplotou slaběji - $r=[-0,23]-[-0,47]$. Závislost na klimatické vlivy stoupá s rostoucím zápojem. Přes snížení přírůstů zůstala přirozená obnova smrku vitální a životaschopná. Přirozená obnova se vyskytuje shlukovitě, jako vhodné mikrostanoviště se jeví borůvčí, mech a hrabanka, nejhůře vychází mikrostanoviště trav, kde je nejnižší počet jedinců obnovy na ha.

Závěrem lze konstatovat, že přirozená obnova smrku v takovýchto lokalitách je i při současných klimatických změnách možná a dostačující.

POUŽITÁ LITERATURA

Aplauter, J., Cienciala, E., Cudlín, P., Hruška, J., Hušek, J., Podrázský, V., Vopěnka, P., Vršovský, V., 2006: Naléhavost lesopěstebních opatření na základě multikriteriální analýzy. Lesnická práce , roč. 85, č.2.

Assmann, E., 1961: Waldertragskunde. Organische Produktion, Struktur, Zuwachs und Ertrag von Waldbeständen. München – Bonn – Wien, 490 s.

Bališ, M.,: Jelenia zver. Nakladatelství Priroda, Bratislava: 335 s.

Barbier, S., Gosselin F., Balandier., 2008: Influence of tree species on understory vegetation diversity and mechanisms involved – A critical review for temperate and boreal forests. Forest Ecology and management 254: 1-15 s.

Bělohlávek, K., 2012: Hodnocení přirozené obnovy smrku na zamokřených lokalitách ve vyšších polohách Krušných hor, diplomová práce Praha, ČZU:75s.

Boden, S., Kahle, H.P., 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: 12-21s.

Burns, R. M., Honkala, B. H., 1990: Silvics of North America. Vol. 1. Conifers. Agriculture Handbook 654. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC.: 1-675 s.

Castagneri, D., Nola, P., Motta, R., Carrer, M., 2014: Summer climate variability over the last 250 years differently affected tree species radial growth in a mesic *Fagus-Abies-Picea* old-growth forest. Forest Ecology and Management, 320: 21-29 s.

Celý, O., 2009: Dřevo jako výukový materiál, diplomová práce Brno, Masarykova univerzita: 68 s.

Drápela, K., Zach, J., 1995: Dendrometrie (Dendrochronologie). MZLU v Brně: 149 s.

Guttenberg, A., 1915: Wachstum und Ertrag der Fichte im Hochgebirge. Wien und Leipzig, Franz Deuticke: 156 s.

Chytrý, M., Kučera, T., Kočí, M., 2010: Katalog biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha: 445s.

Klimešová, K., 2010: Vyhodnocení přirozené obnovy smrku ztepilého na majetku Velkostatku rodiny Podstatzkých, diplomová práce, LDF Mendelova zemědělská univerzita v Brně: 62 s.

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 s.

Kramer, K., Brang, P., Bachofen, H., Bugmann, H., Wohlgemuth, T., 2014: Site factors are more important than salvage logging for tree regeneration after wind disturbance in Central European forests. Forest Ecology and Management, 331: 116-128 s.

Kremer, B. P., 1984: Bäume. Mosaik verlag GmbH, München: 288 s.

Kupka, I., 2008: Pěstování lesů I. Česká zemědělská univerzita v Praze: 133 s.

LHP., textová část: LHP Obecní lesy Počaply s platností od 1. 1. 2011 do 31. 12. 2020, LHC 113430 Obecní lesy Počaply. Zpracovatel LHP Jablonský, V., Písek.

LHP., textová část: LHP Obec Rakovice s platností od 1. 1. 2011 do 31. 12. 2020, LHC 207409 Obecní lesy Rakovice. Zpracovatel LHP Jablonský, V., Písek.

Mráček Z., Pařez J., 1986: Pěstování smrku, 1. vyd. Státní zemědělské nakladatelství, Praha: 203 s.

Míchal, I., 1993: Největší známé stromy Evropy. Živa, 3/1993: 100-102 s.

Musil, I., Hamerník, J., 2007: Jehličnaté dřeviny. Academia Praha: 352 s. ISBN 978-80-200-1567-9

Musil, I., 2003: Lesnická dendrologie 1. Jehličnaté dřeviny. Česká zemědělská univerzita v Praze: 352 s.

Nordborg, F., Nilsson, U., Orlander, 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 s.

Ottova obrazová encyklopedie Země 2010: Ottovo nakladatelství, Praha: 608 s. ISBN 978-80-7360-926-9

Padajga, V. L., 1984: Ekologičeskije osnovy upravlenija čis- lennosti olenich v Litovskoj SSR. Diss., Tartu, : 33 s.

Podrázský, V., 1999b: Ekologie lesa, studijní materiály k dispozici na www.fle.czu.cz, LF ČZU Praha

Rozman, A., Diaci, J., Krese, A., Fidej, G., Rozrnbergar, D., 2015: Forest regeneration dynamics following bark beetle outbreak in Norway spruce stands: Influence of meso-relief, forest edge distance and deer browsing. Forest Ecology and Management, 353: 196-207 s.

Skalický, V., Skalická, A., 1997: Květena České republiky, 2. vyd. Praha, Academia: 317-326 s.

Sohn, J. A., Gebhardt, T., Ammer, C., Bauhus, J., Haberle, H., Matyssek, R., Grams, T., 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 s.

Svoboda, P., 1950: Ozvučené dřevo smrku. *Lesnická práce č. 5-6*: 188-198 s.

Svoboda, P., 1953: Lesní dřeviny a jejich porosty. Část 1. Praha. Státní zemědělské nakladatelství:411 s.

Šebík, L., Polák, L., 1990: Náuka o produkci dřeva. *Príroda*, Bratislava: 322 s.

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

Šmelko, Š., 1975: Štúdium rastu a prírastku lesných stromov a porastov. Časť 2. Záverečná správa. Zvolen, LF VŠLD: 154 s.

Štandl, F.; Fekete, D. et al., 1965: Pěstování lesů. Praha: SZN: 488 s.

Štipl, P., 2000: Hospodářská úprava lesa. 1, vyd. Střední lesnická škola Hranice: 118-133 s.

Topcuoglu, A., 1940: Verteilung des Zuwachses auf die Schaftlänge der Bäume. *Tharandter Forstl. Jahrbuch*, 91: 485 – 554 s.

Ulbrichová, I., Remeš, J., Zahradník, D., 2006: Vývoj přirozené smrkové obnovy v horských oblastech Šumavy, *J. FOR. SCI.*, 52, 2006 (10): 446–456 s.

Ulbrichová, I., Šimková, V., 2007: Natural regeneration of spruce on the selected wet sites in the Jizerské Mountains, *Sciencia Agriculturae Bohemica*, 38 (3) :135 – 141 s.

Úradníček, L., Chmelař, J., 1998: Dendrologie lesnická 1. Část jehličnany. MZLU, Brno, ISBN 80-213-1061-8

Úradníček, L., Maděra, P., Tichá, S., Koblížek, J., 2001: Dřeviny České republiky. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně: 333 s.

Zatloukal, V., Kadera, J. et al., 2001: Předběžné vyhodnocení stavu a vývoje přirozené obnovy v NP Šumava v prostoru Mokrůvka – Špičnick – Březnická hájenka, Sborník z konference Aktuality Šumavského výzkumu I., Srní 2. – 4. dubna 2001: 110–115 s.

Zenáhlíková, J., Svoboda, M., Wild, J., 2011: Stav vývoje přirozené obnovy před a jeden rok po odumření stromového patra v horském smrkovém lese na Trojmezí v NP Šumava 17. Vimperk: 37-54 s.

Internetové zdroje:

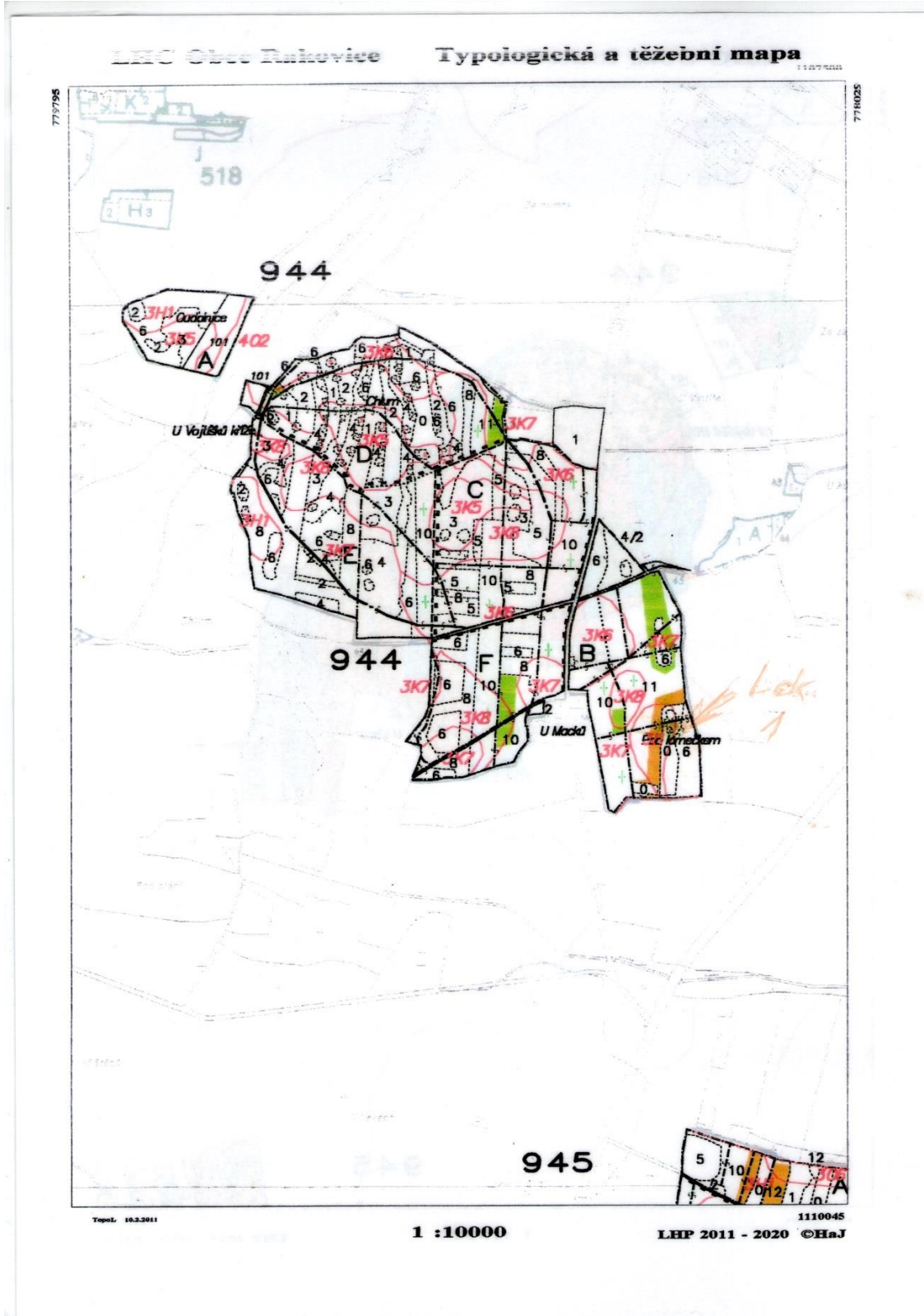
Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015: Vydalo Ministerstvo zemědělství, Praha.
[URL: http://www.uhul.cz/ke-stazeni/informace-o-lese/zelene-zpravy-mze](http://www.uhul.cz/ke-stazeni/informace-o-lese/zelene-zpravy-mze)

Mze, 2004: Vyhláška č. 139/2004 Sb. http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/legislativa/legislativa-cr/lesnictvi/uplna_zneni/100072648.html

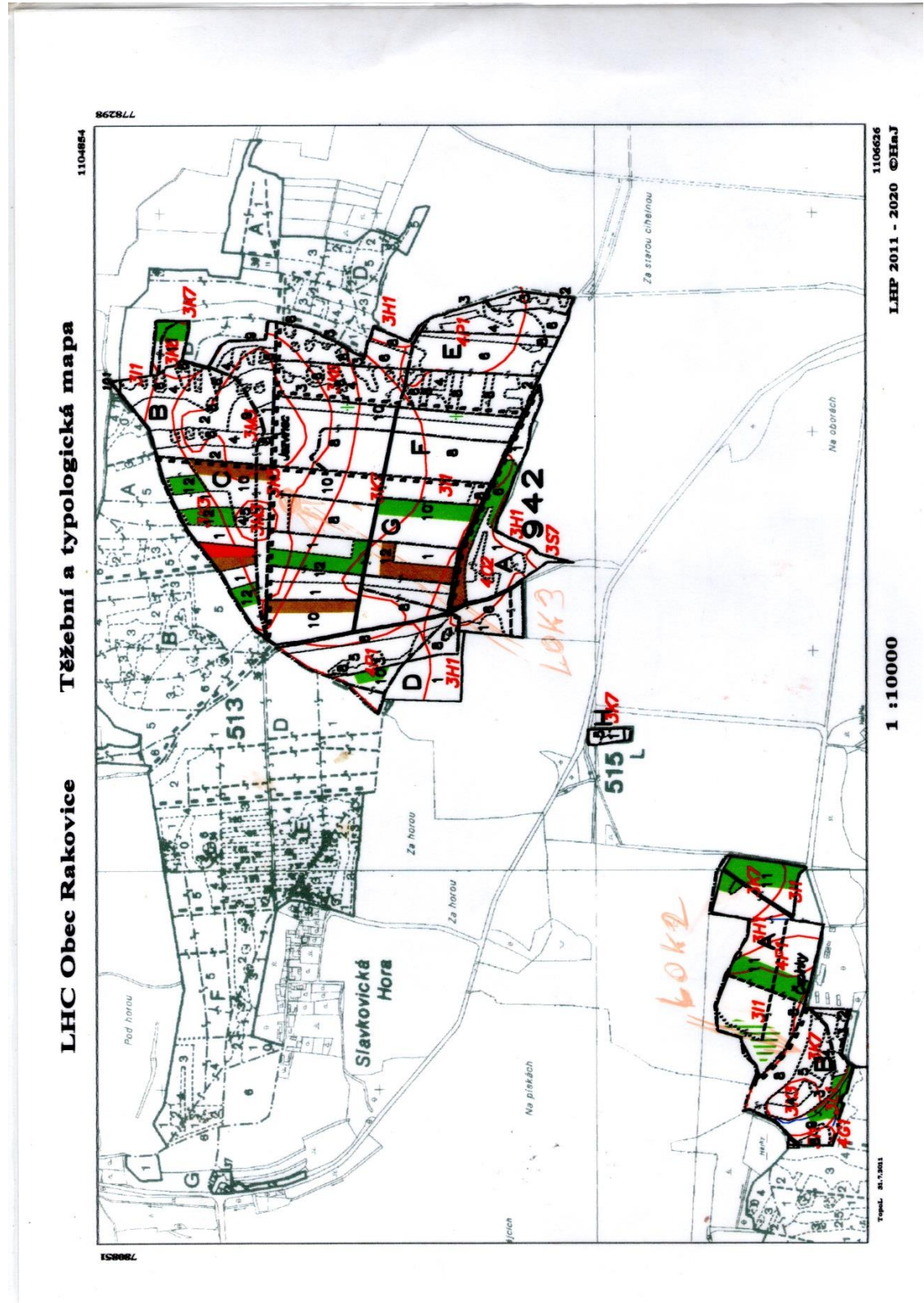
Ilustrační fotografie z lokalit



Lokalita 1 Pod lomečkem



Lokalita 2 Čepinky, lokalita 3 Jezivec



Lokalita 4 Na čihadle

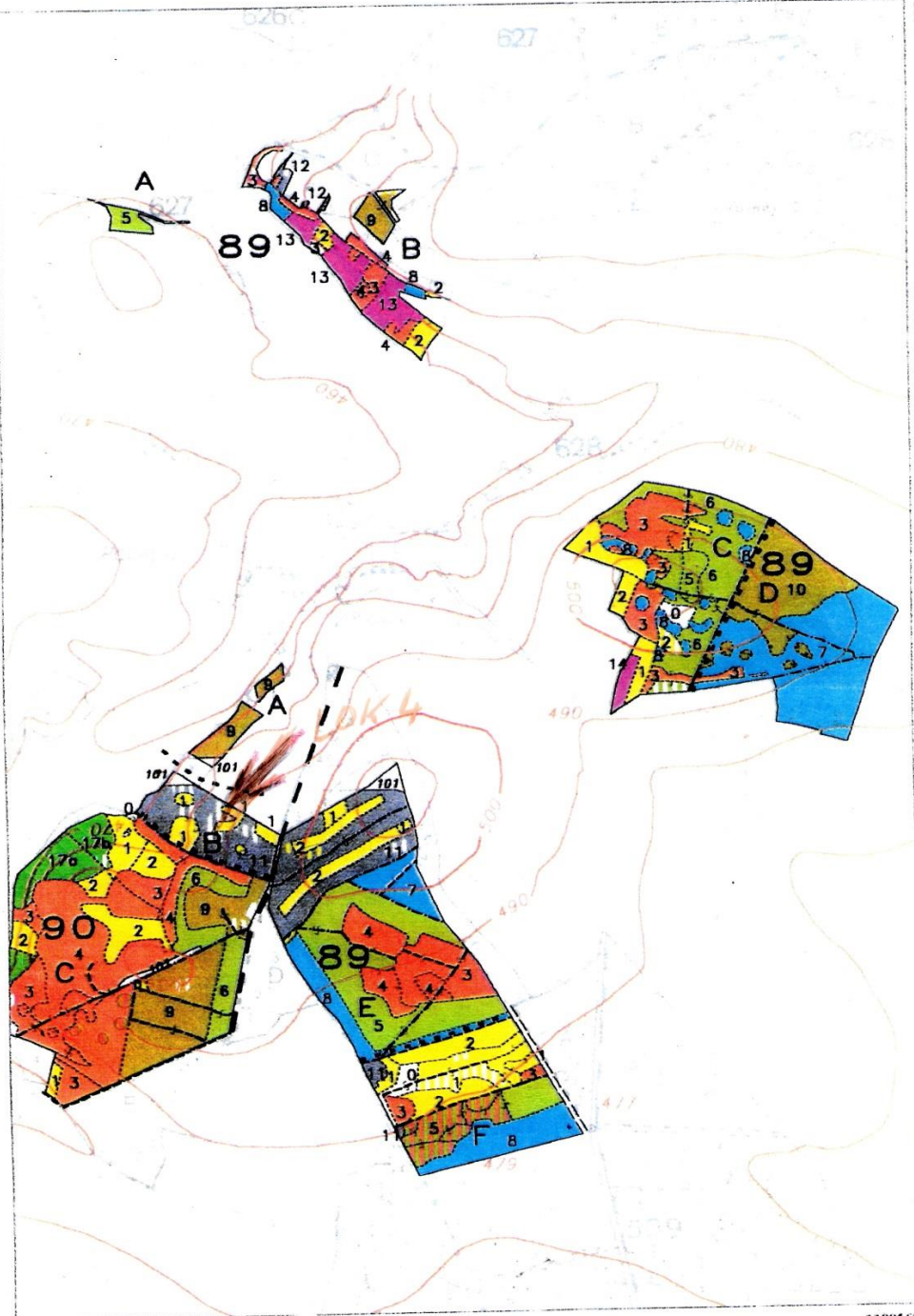
LHC Obecní lesy Počaply

Porostní mapa

1098013

783151

781377



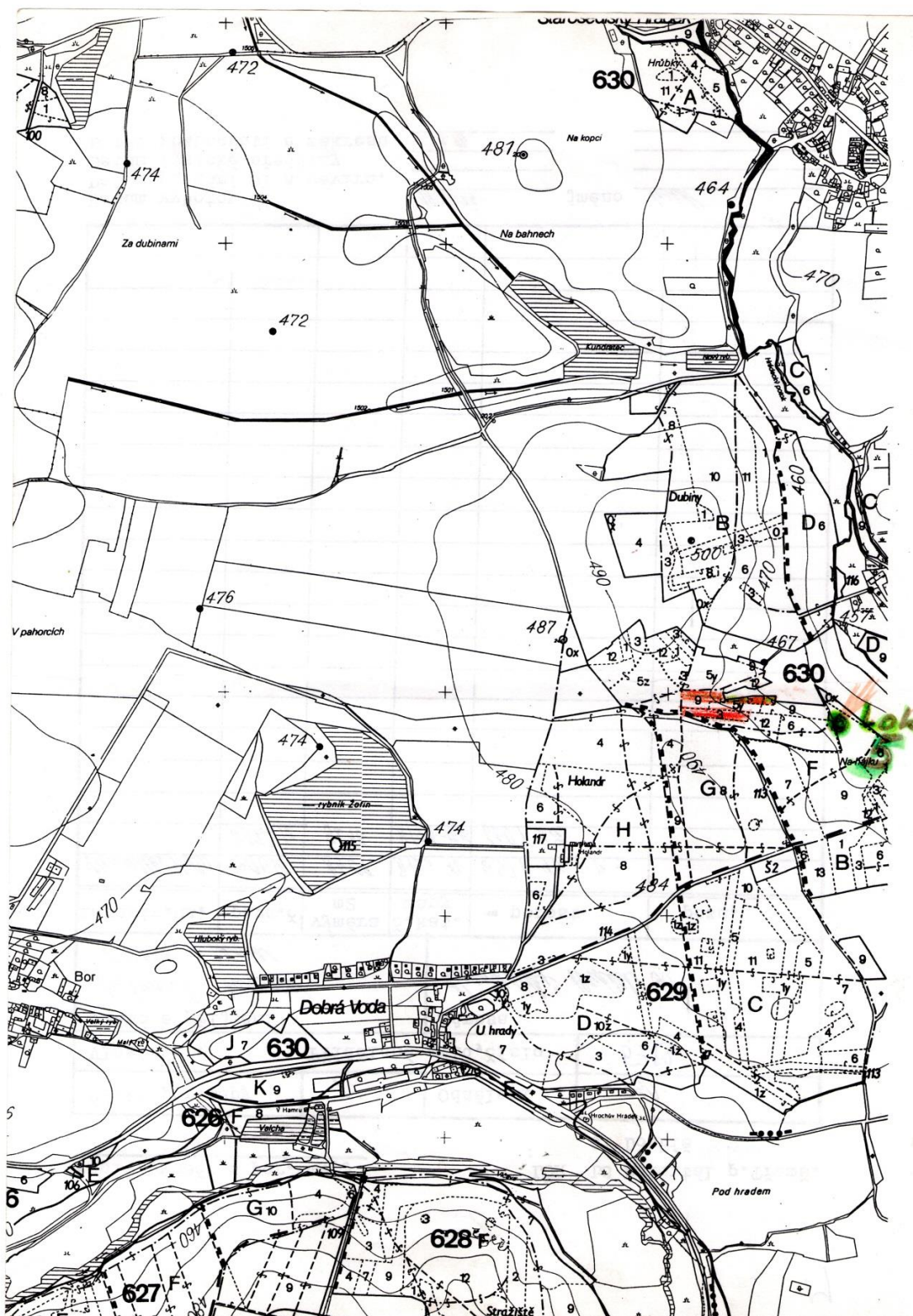
Topol. 18.2.2011

1 : 10000

1100568

LHP 2011 - 2020 © HaJ

Lokalita 5 Na hájku



Lokalita 1,2,3,4,5/ umístění / číslo plošky	Počet (ks)	Počet ks na (m ²)	Výška H (cm)	Průměr Dk (cm)	Přírůst 2016 (cm)	Přírůst 2015 (cm)	Přírůst 2014 (cm)	přírůst 2013 (cm)	Přírůst 2012 (cm)	Žloutnutí a/n (počet)	Mechanické poškození, okus, omrzlý terminál, poškození hmyzem, zlom větrem a/n (počet)	Mikrostanoviště u obnovy (borůvčí, hrabanka, trávy- druh)
1/1/1	17	1,7	162	2,9	29	13	17	15	15	n	n	tráva-třtina křov
1/1/2	22	2,2	170	2,7	26	20	24	21	23	n	n	borůvčí
1/1/3	16	1,6	168	2,6	28	16	18	20	19	a/1	n	tráva-třtina křov
1/1/4	26	2,6	165	2,7	32	19	24	28	22	n	3 uk. ter.	borůvčí
1/1/5	22	2,2	173	2,6	22	14	25	21	18	n	n	tráva-třtina křov í
1/2/1	20	2	156	2,7	18	10	15	12	13	a/1	n	hrabanka
1/2/2	14	1,4	150	2,4	25	18	19	21	20	n	2 okus	tráva-třtina křov
1/2/3	16	1,6	141	2,2	17	14	19	19	17	n	1 mech. p.	borůvčí
1/2/4	15	1,5	154	2,0	20	10	17	18	19	n	n	tráva-třtina křov.
1/2/5	19	1,9	159	2,2	21	12	15	14	15	n	n	hrabanka
1/3/1	18	1,8	112	1,7	12	7	10	10	9	n	n	hrabanka
1/3/2	12	1,2	130	1,9	10	6	9	8	9	n	1 mech. p.	borůvčí
1/3/3	20	2	122	1,7	9	3	8	15	7	n	n	mech
1/3/4	9	0,9	117	1,8	14	8	11	14	10	a/1	n	tráva-třtina křov.
1/3/5	14	1,4	114	1,9	11	8	11	10	10	n	2 okus	hrabanka

Lokalita 1

1/1/1-1/1/5 volná plocha

1/2/1-1/2/5 okraj porostu

1/3/1-1/3/5 pod porostem

Lokalita 1,2,3,4,5/ umístění / číslo plošky	Počet (ks)	Počet ks na (m ²)	Výška H (cm)	Průměr Dk (cm)	Přirůst 2016 (cm)	Přirůst 2015 (cm)	Přirůst 2014 (cm)	přirůst 2013 (cm)	Přirůst 2012 (cm)	Žloutnutí a/n (počet)	Mechanické poškození, okus, omrzlý terminál, poškození hmyzem, zlom větrem a/n (počet)	Mikrostanoviště u obnovy (borůvčí, hrabanka, trávy- druh)
2/1/1	20	2	193	3,1	32	18	24	21	22	n	n	borůvčí
2/1/2	26	2,6	201	2,9	35	20	25	22	26	n	2 okus	borůvčí
2/1/3	28	2,8	184	2,7	30	16	19	24	23	n	n	borůvčí
2/1/4	19	1,9	196	3,3	31	16	18	16	19	n	n	mech
2/1/5	29	2,9	195	3	38	18	22	24	25	n	n	borůvčí
2/2/1	21	2,1	178	2,6	28	14	20	18	18	n	n	mech
2/2/2	14	1,4	190	2,8	25	16	21	20	17	n	n	tráva-třtina křov.
2/2/3	16	1,6	176	2,8	26	15	19	17	20	n	1 mech. p.	hrabanka
2/2/4	23	2,3	173	2,9	22	12	16	19	22	n	n	borůvčí
2/2/5	19	1,9	169	2,6	28	16	29	24	25	n	n	hrabanka
2/3/1	11	1,1	158	2,4	13	10	11	10	11	n	n	hrabanka
2/3/2	27	2,7	163	2,5	11	6	15	10	8	n	1 mech. p.	mech
2/3/3	22	2,2	162	2,5	7	8	6	10	11	n	n	borůvčí
2/3/4	16	1,6	158	2,3	9	6	7	10	9	n	n	borůvčí
2/3/5	27	2,7	160	2,6	11	7	12	8	11	n	2 okus	mech

Lokalita 2

2/1/1-2/1/5 volná plocha

2/2/1-2/2/5 okraj porostu

2/3/1-2/3/5 pod porostem

Lokalita 1,2,3,4,5/ umístění / číslo plošky	Počet (ks)	Počet ks na (m ²)	Výška H (cm)	Průměr Dk (cm)	Přírůst 2016 (cm)	Přírůst 2015 (cm)	Přírůst 2014 (cm)	přírůst 2013 (cm)	Přírůst 2012 (cm)	Žloutnutí a/n (počet)	Mechanické poškození, okus, omrzlý terminál, poškození hmyzem, zlom větrem a/n (počet)	Mikrostanoviště u obnovy (borůvčí, hrabanka, trávy- druh)
3/1/1	11	1,1	201	3	42	40	16	19	20	n	n	tráva-třtina křov
3/1/2	24	2,4	210	3,2	35	24	30	26	25	n	n	borůvčí
3/1/3	19	1,9	212	3,2	29	20	25	30	26	n	n	tráva-třtina křov
3/1/4	27	2,7	206	2,8	31	26	20	24	23	n	3 uk. ter.	mech
3/1/5	26	2,6	197	2,7	33	21	28	25	27	n	n	borůvčí
3/2/1	21	2,1	162	2,4	26	18	23	20	24	n	n	borůvčí.
3/2/2	24	2,4	164	2,5	23	15	18	21	17	n	n	tráva-třtina křov.
3/2/3	18	1,8	168	2,4	27	14	22	23	22	n	1 mech. p.	borůvčí
3/2/4	21	2,1	159	2,2	29	16	23	26	24	n	n	hrabanka
3/2/5	15	1,5	174	2,5	22	13	19	22	15	n	n	hrabanka
3/3/1	27	2,7	115	1,9	10	9	5	6	8	n	n	hrabanka
3/3/2	29	2,9	109	2	14	7	9	10	12	n	1 mech. p.	hrabanka
3/3/3	24	2,4	103	1,9	18	9	10	16	17	n	n	borůvčí
3/3/4	26	2,6	109	1,8	13	6	15	12	9	n	n	mech
3/3/5	24	2,4	102	1,7	17	10	16	14	10	n	n	borůvčí

Lokalita 3

3/1/1-3/1/5 volná plocha

3/2/1-3/2/5 okraj porostu

3/3/1-3/3/5 pod porostem

Lokalita 1,2,3,4,5/ umístění / číslo plošky	Počet (ks)	Počet ks na (m ²)	Výška H (cm)	Průměr Dk (cm)	Přirůst 2016 (cm)	Přirůst 2015 (cm)	Přirůst 2014 (cm)	přirůst 2013 (cm)	Přirůst 2012 (cm)	Žloutnutí a/n (počet)	Mechanické poškození, okus, omrzlý terminál, poškození hmyzem, zlom větrem a/n (počet)	Mikrostanoviště u obnovy (borůvčí, hrabanka, trávy- druh)
4/1/1	32	3,2	176	2,6	31	18	18	21	22	n	n	borůvčí
4/1/2	24	2,4	172	2,5	38	20	22	22	26	n	n	tráva-kostřava ovčí
4/1/3	27	2,7	165	2,2	30	16	19	24	23	n	n	borůvčí
4/1/4	11	1,1	170	2,5	35	16	30	16	19	n	3 uk. ter.	tráva-třtina křov
4/1/5	24	2,4	174	2,7	29	18	25	24	25	n	n	borůvčí
4/2/1	13	1,3	166	2,3	26	18	20	18	18	n	n	tráva-třtina křov.
4/2/2	27	2,7	142	2,0	23	15	18	21	17	n	2 okus	hrabanka
4/2/3	20	2	158	2,1	27	14	22	23	22	n	1 mech. p.	borůvčí
4/2/4	25	2,5	163	2,3	29	16	23	26	24	n	n	hrabanka
4/2/5	17	1,7	166	2,1	22	13	29	24	25	n	n	borůvčí
4/3/1	16	1,6	111	1,9	13	10	11	10	11	n	n	borůvčí
4/3/2	19	1,9	135	2	11	6	15	10	8	n	1 mech. p.	hrabanka
4/3/3	14	1,4	137	2	7	8	6	10	11	n	n	borůvčí
4/3/4	24	2,4	120	1,9	9	6	7	10	9	n	n	hrabanka
4/3/5	21	2,1	114	1,6	11	7	12	8	11	n	2 okus	hrabanka

Lokalita 4

4/1/1-4/1/5 volná plocha

4/2/1-4/2/5 okraj porostu

4/3/1-4/3/5 pod porostem

Lokalita 1,2,3,4,5/ umístění / číslo plošky	Počet (ks)	Počet ks na (m ²)	Výška H (cm)	Průměr Dk (cm)	Přirůst 2016 (cm)	Přirůst 2015 (cm)	Přirůst 2014 (cm)	přirůst 2013 (cm)	Přirůst 2012 (cm)	Žloutnutí a/n (počet)	Mechanické poškození, okus, omrzlý terminál, poškození hmyzem, zlom větrem a/n (počet)	Mikrostanoviště u obnovy (borůvčí, hrabanka, trávy- druh)
5/1/1	20	2	154	2,5	31	13	24	19	23	n	n	tráva-třtina křov.
5/1/2	14	1,4	146	2,4	38	21	25	26	19	n	n	tráva-třtina křov.
5/1/3	27	2,7	157	2,4	30	16	19	30	25	n	n	borůvčí
5/1/4	31	3,1	161	2,6	35	19	24	24	22	n	3 uk. ter.	borůvčí
5/1/5	20	2	152	2,5	29	14	25	21	18	n	n	borůvčí
5/2/1	18	1,8	148	2,3	18	10	15	21	13	n	n	borůvčí.
5/2/2	26	2,6	144	2,3	25	18	19	12	20	n	n	hrabanka
5/2/3	13	1,3	134	2,1	17	14	19	19	17	n	n	tráva-třtina křov
5/2/4	29	2,9	141	2,3	20	10	17	18	19	n	n	hrabanka
5/2/5	32	3,2	135	2,1	21	12	15	14	15	n	n	hrabanka
5/3/1	18	1,8	91	1,9	13	7	10	10	11	n	n	hrabanka
5/3/2	23	2,3	87	1,9	11	6	9	14	9	n	n	hrabanka
5/3/3	14	1,4	76	1,7	7	3	8	11	11	n	n	borůvčí
5/3/4	17	1,7	82	1,7	9	8	15	8	10	n	n	borůvčí
5/3/5	28	2,8	72	1,6	11	8	11	10	10	n	2 okus	mech

Lokalita 5

5/1/1-5/1/5 volná plocha

5/2/1-5/2/5 okraj porostu

5/3/1-5/3/5 pod porostem