MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav zakládání a pěstění lesů

Struktura a dynamika přirozené obnovy po skupinové seči ve smíšeném lese na ŠLP Křtiny

Diplomová práce

Brno 2016 Bc. Tomáš BÍŠEK

Prohlašuji, že jsem práci: „Struktura a dynamika přirozené obnovy po skupinové seči ve smíšeném lese na ŠLP Křtiny“ zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona. Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne: 2.5. 2016

……

Bc. Tomáš Bíšek

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Lumíru Dobrovolnému, Ph.D. za odborný dohled, ochotu při konzultacích a cenné rady při zpracování této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům za podporu při studiu a řešení práce. Velké díky patří obzvláště mým rodičům za morální a finanční podporu v období celého studia.

Abstrakt

Jméno: **Bc. Tomáš Bíšek**

Název: **Struktura a dynamika přirozené obnovy po skupinové seči ve smíšeném lese na ŠLP Křtiny**

Náplní práce bylo zhodnotit dynamiku a strukturu přirozené obnovy smíšeného lesa v jemnějších (maloplošných) způsobech hospodaření a optimalizovat pěstební (obnovní) postupy. Pro výzkum byly vybrány 3 porostní typy (bukový, smíšený a smrkový), do kterých bylo v zimě 2013/2014 umístěno 10 různě velkých obnovních prvků – kotlíků (0,02 – 0,13 ha) skupinovou sečí. Zde byly analyzovány světelné poměry, bylinné patro, hustota a parametry zmlazení před a po zásahu. Hustota zmlazení byla analyzována v závislosti na světelných podmínkách a postavení ve skupinových sečích. Z měření bylo zjištěno, že přirozená obnova nejsnáze probíhala ve smrkovém porostním typu. V těchto podmínkách ovšem bylo docíleno nižší diverzity dřevin, nejvyšší byla zaznamenána v kotlících smíšených. V porovnání malých kotlíků (do 0,05 ha) a velkých kotlíků (0,05 – 0,13 ha) bylo vyšších hustot zmlazení naměřeno v kotlících velkých. Diverzita dřevin uvnitř kotlíku odpovídá světelným nárokům dřevin. Ve středové části převažoval modřín, v části přechodové pod stěnou dospělého porostu buk a smrk. Pod ochranou okolního porostu se nejlépe zmlazovala jedle. Zmlazení zkoumaných dřevin se orientovalo k západní, jižní a východní části kotlíků. Tento fakt odpovídá převaze difuzního záření (ISF). Výsledky této práce prokazují, že v daném časovém okamžiku na dané lokalitě lze skupinovými sečemi zvýšit druhovou diverzitu zmlazení. Optimalizace obnovního postupu skupinovou sečí by v daných přírodních podmínkách spočívala především v tvorbě větších obnovních prvků (do 0,1 ha) s elipsovitým protažením ve směru V – Z. K přesnějším závěrům však bude zapotřebí delší doba sledování.

Klíčová slova: skupinová seč, buk lesní, smrk ztepilý, jedle bělokorá, modřín opadavý

Abstract

Name: **Bc. Tomáš Bíšek**

Title: **Structure and dynamics of natural forests regeneration after group felling in a mixed forest on ŠLP Křtiny**

The aim of the work was to evaluate the dynamics and structure of natural forests regeneration in finer (small-scale) management systems and optimize silvicultural (regeneration) operations. For the research were selected three stand types (beech, spruce and mixed), into which were placed 10 group cutting. There were analyzed light conditions, herb layer, density and regeneration parameters. The density of regeneration were analyzed according to the light conditions and position in the group cutting. From the measurements it was found that natural forests regeneration most easily proceeded in a spruce stand type. In these conditions it was achieved less diversity of tree species, the highest was recorded in gaps mixed. Compared small gaps (0.05 ha) and large gaps (0.05 to 0.13 ha) higher densities forests regeneration has been measured in large gaps. Diversity of trees inside the gap corresponds to the light conditions of wood. In the central part prevailed larch, in the transition under the forest wall of shelterwood prevailed spruce and beech. Under the protection of the surrounding stand fir is the best regeneration. Regeneration of species surveyed are oriented to the west, south and east exposure gaps. This fact corresponds to the superiority of Indirect Site Factor (ISF). The results of this study show that at any given time at a given location can be group felling increase species diversity forests regeneration.

Keywords: group felling, beech, spruce, fir, larch

OBSAH

1. ÚVOD 9
   1.1. CÍL PRÁCE 10
2. ROZBOR PROBLEMATIKY 11
   2.1. Historie a současnost ŠLP Masarykův les Křtiny 11
   2.2. Skupinové seče 12
      2.2.1. Ekologie skupinových sečí 13
   2.3. Přirozená obnova 15
      2.3.1. Přirozená obnova lesních porostů 15
      2.3.2. Přirozená obnova přírodních bukových lesů 17
      2.3.3. Časová a prostorová organizace 18
   2.4. Buk lesní – *Fagus sylvatica (L.)* 18
      2.4.1. Ekologické nároky buku lesního 18
      2.4.2. Přirozená obnova buku lesního 19
   2.5. Smrk ztepilý – *Picea abies (L.) Karst.* 20
      2.5.1. Ekologické nároky smrku ztepilého 20
      2.5.2. Přirozená obnova smrku 21
   2.6. Modřín opadavý - *Larix decidua (Mill.)* 22
      2.6.1. Ekologické nároky modřínu opadavého 22
      2.6.2. Přirozená obnova modřínu opadavého 23
   2.7. Jedle bělokorá – *Picea abies (Mill.)* 24
      2.7.1. Ekologické nároky jedle bělokoré 24
      2.7.2. Přirozená obnova jedle bělokoré 24
3. ŠIRŠÍ ÚZEMNÍ VZTAHY 26
   3.1. Charakteristika ŠLP Masarykův les Křtiny 26
      3.1.1. Pedologie 27
      3.1.2. Klima 27
      3.1.3. Dřevinné zastoupení 27
4. METODIKA 28
   4.1. Objekt 28
      4.1.1. Hektarová plocha s dlouhodobým vývojem (porost $160C_{12}$) - reference 28
      4.1.2. Skupinové seče (Porosty $156A_{10}$ a $153A_{11}$) 29

4.1.2.1. Porost $156A_{10}$ 29
4.1.2.2. Porost $153A_{11a}$ 31
4.2. Sběr dat 33
4.2.1. Hektarová plocha s dlouhodobým vývojem (porostu $160C_{12}$) - reference 33
4.2.2. Skupinové seče (porosty $156A_{10}$ a $153A_{11}$) 35
4.2.2.1. Výseče světových stran – expozice (EZv) 40
4.2.2.2. Ekologické zóny (EZk) 41
4.2.2.3. Ekologické zóny ve výsečích světových stran 42
4.3. Kancelářské práce 43
5. VÝSLEDKY 44
5.1. Hektarová plocha s dlouhodobým vývojem (porost $160C_{12}$) - reference 44
5.1.1. Mateřský porost 44
5.1.2. Přirozená obnova 45
5.1.3. Světelné poměry 45
5.2. Skupinové seče (porosty $156A_{10}$ a $153A_{11}$) 46
5.2.1. Popisná statistika 46
5.2.1.1. Světelné poměry 46
5.2.1.1.1. Změny světelných podmínek 46
5.2.1.1.2. Světlo podle expozice 48
5.2.1.1.3. Světlo v ekologických zónách 51
5.2.1.2. Přirozená obnova 54
5.2.1.2.1. Hustota celkového zmlazení 54
5.2.1.2.2. Vývoj hustoty zmlazení skupinových sečí 56
5.2.1.2.3. Hustota zmlazení v ekologických zónách 58
5.2.1.2.4. Hustota zmlazení výsečí světových stran - expozic 62
5.2.1.2.5. Vývoj hustoty zmlazení 2013 – 2015 65
5.2.1.3. Poslední výškový přírůst 66
5.2.1.4. Výškové třídy 67
5.2.1.5. Bylinná vegetace 68
5.3. Skupinové seče – vztahy proměnných 72
5.3.1. Hustota zmlazení v závislosti na světových stranách 73
5.3.2. Hustota v závislosti na ekologických zónách 74
5.3.3. Hustota v závislosti na expozici a ekologických zónách 75

5.3.4. Hustota zmlazení v závislosti na ochraně proti zvěři oplocením 76
5.3.5. Hustota zmlazení v závislosti na přípravě půdy 77
5.3.6. Mortalita v závislosti na výsečích světových stran - expozicích 78
5.3.7. Mortalita zmlazení v závislosti na ekologických zónách 79
5.3.8. Hustota zmlazení v závislosti na GFr (Gap Fraction) 80
5.3.9. Hustota zmlazení v závislosti na DSF (Direct Site Factor) 81
5.3.10. Hustota zmlazení v závislosti na ISF (Inderect Site Factor) 83
5.3.11. Hustota zmlazení v závislosti na TSF (Total Site Factor) 84
6. DISKUZE 86
7. DOPORUČENÍ PRO PRAXI 90
8. ZÁVĚR 93
9. SUMMARY 95
10. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 97

1. ÚVOD

Dřevo jako surovina patří k nejdůležitějším trvale obnovitelným zdrojům, které lidská civilizace využívá od počátku své existence. Od pravěku je dřevní surovina využívána nejen jako zdroj paliva, ale používá se i ve stavitelství a dalších průmyslových odvětvích, protože je snadno a rychle zpracovatelná. Se zvyšujícími se nároky na množství a kvalitu dřevní hmoty se objevuje nutnost začít s dřevinami lépe hospodařit a pečovat o ně v souladu s přírodními podmínkami. V poslední době je přirozená obnova lesa jedním z hlavních prostředků hospodaření v lesním hospodářství.

Přirozená obnova může probíhat několika způsoby. Nejvíce používaný způsob přirozené obnovy je generativní cestou (za pomocí semen), takto lze obnovovat všechny dřeviny. Méně používaná je obnova vegetativní cestou, tuto schopnost mají jen některé dřeviny. Důležitým hlediskem pro úspěšnou přirozenou obnovu jsou především biologické předpoklady, stanovištní a porostní podmínky.

Nadále dochází ke zvyšování podílu listnatých dřevin, především buku a dubu. Jehličnaté dřeviny tvoří 73 % s nejvyšším podílem smrku. Listnaté dřeviny jsou zastoupeny 27 %, nejvýznamněji je zastoupen buk a dub. Podíl přirozené obnovy se stabilně plošně zvyšuje. V roce 2013 oproti roku 2012 vzrostla výměra přirozené obnovy o 551 ha na 6112 ha a nadále dochází ke zvyšování podílu listnatých dřevin, především buku a dubu. (MZE, 2014). Tato práce „Struktura a dynamika přirozené obnovy po skupinové seči ve smíšeném lese na ŠLP Křtiny“ byla zpracována na majetku a lesnickém úseku, kde převládá přírodě blízké hospodářství. Při obnovování porostů holosečnými prvky je snaha umisťovat do porostů malé obnovní prvky, například skupinové seče holé, kde plocha vzniklé holiny nepřesáhne 0,2 ha. Lze na dané části majetku docílit vhodné dřevinné skladby přirozenou obnovou pomocí skupinovými sečemi? Bude budoucí porost druhově heterogenní nebo při umisťování malých holosečných prvků vznikne buková monokultura?

1.1. CÍL PRÁCE

Hlavní cíl:

- Optimalizovat pěstební (obnovní) postupy při tvorbě smíšených porostů přirozenou obnovou v jemnějších (maloplošných) způsobech hospodaření.

Dílčí cíle:

- Zhodnotit strukturu a dynamiku přirozené obnovy ve skupinových sečích (kotlících).
- Analyzovat vybrané faktory (struktura mateřského porostu, stanoviště, příprava půdy, zvěř, velikost kotlíku, světlo, prostorová situace v kotlíku ve vztahu ke světovým stranám a vzdálenosti od středu), ovlivňující strukturu a parametry přirozené obnovy, vč. fytocenózy v kotlíku.
- Zhodnotit aktuální stav přirozené obnovy z pohledu provozně důležitých kvantitativních, kvalitativních a časových parametrů.

2. ROZBOR PROBLEMATIKY

2.1. Historie a současnost ŠLP Masarykův les Křtiny

K založení Školního lesního podniku Masarykova lesu Křtiny (ŠLP ML Křtiny) došlo v roce 1923 a od této doby poskytuje zázemí posluchačům Lesnické a dřevařské fakulty Mendelovy university v Brně (MENDELU). Univerzita vznikla v roce 1919 s tehdejším názvem: Vysoká škola zemědělská v Brně. Organizačně ŠLP ML Křtiny je součástí MENDELU v Brně. Podle záborského zákona č. 215/1919 Sb. byl sepsán protokol o převzetí adamovského lichtenštejnského státního statku dne 9. května 1922 a k vlastnímu převzetí došlo 17. února 1923. Nově vznikl školní lesní statek o výměře 7134 ha. Jeho rozloha se nadále zvětšovala. Dne 23. listopadu 1930 byl příkazem Státního pozemkového úřadu přičleněn revír Jedovnice a část revíru Blansko o výměře 772 ha. Dne 14. dubna 1932, se souhlasem T. G. Masaryka, byl statek přejmenován ŠLS Masarykův les VŠZ v Brně. V dobách okupace byl ŠLS pod komisařskou správou. Další lesní majetky byly přičleněny po druhé světové válce, a to polesí Vranov a Řečkovice, lesní část Vysoká, Jehnice, Kaničky, Křtiny a Šebrov-Kateřinka, lesy Blatinky-Rudnice, Obřany, obora Rajhrad a Sokolnice. V této době dosáhl ŠLS historicky nejvyšší rozlohy 11 110 ha. V období po roce 1948 se název změnil na Školní lesní závod a dochází k organizačním změnám. Po roce 1989 jsou v rámci restitucí oprávněným majitelům navráceny lesy velkostatku Líšeň, Jehnice, lesy drobných majitelů a lesy obecní. Tím klesla rozloha podniku na současných 10 489. Poslední důležitá majetková změna nastala 27. prosince 2000, kdy byly pozemky ŠLP Křtiny převedeny z vlastnictví státu do vlastnictví MZLU (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita) v Brně, dnes se jménem MENDELU v Brně (MARTÍNEK, MAUER, TRUHLÁŘ, 2003).

Školní lesní podnik ML Křtiny se hlásí ke koncepci přírodě blízkého pěstění lesa. K exaktnímu poznání dané problematiky mohou sloužit výzkumné aktivity Ústavu zakládání a pěstění lesů na LDF MENDELU. Hodnotná jsou zejména data z rozsáhlé série trvalých výzkumných ploch založených na ŠLP v 60. letech za účelem sledování produkce smíšených porostů. Dosavadní výsledky, včetně domácích i zahraničních studií, je možné velmi hrubě zobecnit. Pěstební technika smíšených porostů obecně je vzhledem k rozdílné růstové dynamice zúčastněných dřevin a složitým vnitřním vztahům komplikovanější, než je tomu u monokultury. Nepravidelnost přirozené obnovy celý proces ještě více komplikuje. Rozhodující přitom není jen druhové spektrum a hustota zmlazení, ale i prostorová disturbance, respektive způsob smíšení (BŘEZINA, 2012).

2.2. Skupinové seče

Skupinová seč, která se vyznačuje jednorázovým zmýcením na ploše kruhového nebo oválného tvaru. Šířka kotlíku zpravidla nepřesahuje výšku obnovovaného porostu a plochu 0,2 – 0,3 ha (KANTOR, 2014).

Maloplošné obnovní postupy, ať jsou clonné nebo holosečné formy, spojuje boční ochrana východisek obnovy okolním mateřským porostem. Rozdíl obou forem spočívá v podmínkách vzniku a počátečního vývoje semenáčků. U clonné formy maloplodého postupu přistupuje vedle boční ochrany i ochrana shora, která u holosečné formy chybí. Maloplošnou seč holou lze použít v obnově určitého porostu, je však také možné a účelné jí kombinovat s jinými obnovními prvky, a to buď současně, nebo po sobě (PEŘINA, 1964).

Obnova skupinovou sečí má pevnou obmýtní dobu cca 100 – 120 let. Zásoba je rozložena ve tvaru lesa, vytvořeném v různých úrovních podle věkových tříd, v pasečném plošném uspořádání, s malými, jen v mladších třídách dobře viditelnými pomístními rozdíly. Porosty jsou zcela převážně bez vertikálního zápoje, celé zóny užitečné vrstvy vzduchem na rozsáhlých plochách bez chlorofylu. Mýcení se provádí tak, že se obyčejně vychází od tzv. transportní hranice v různě širokém zmlazovacím pásu v určitém pasečném směru. Porost je „rozvolněn“. Asi čtvrtina plochy je ve stavu zmlazování (převážně skupinové v nejstarších třídách), na třech čtvrtinách je zmlazování přerušeno. Zřetelně patrná pasečná forma je na hranici mezi uvolněnou mlazinou a skupinovitě uvolněným starým porostem. Mýcení se sníží v průběhu 20 – 40 let maximální zásoba dosažená na každé ploše na nepatrný zlomek - zásoba mlaziny v okamžiku uvolnění (AMON, 2009).

Skupinová holá seč se vyznačuje tím, že jednorázovým odstraněním stromů se vytváří paseka kruhového nebo zaokrouhleného tvaru. Takto vzniklý obnovní prvek (kotlík) vytváří pro následnou porostní generaci širokou škálu ekologických podmínek. Velikost samotného kotlíků je příliš malá, aby jím bylo možné zajistit obnovu porostu. Uvažujeme-li nejvyšší průměr na dvě výšky porostu, plocha kotlíku bude nanejvýš 0,4 ha. Proto je nutné porost rozpracovat a uspořádat mnoha kotlíky s přihlédnutím k terénu, stavu porostu a směru bořivého větru (KORPEĽ, 1991).

Pro obnovu přirozenou i umělou je důležitá skutečnost, že kotlíková seč vytváří na poměrně malé ploše velké mikroklimatické rozdíly. Například rozdíly množství srážek na různých místech kotlíků mohou dosahovat hodnot, které se rovnají rozdílům srážek stanovišť

v různých nadmořských výškách. Těchto rozdílů, které se ještě zvyšují při různé velikosti kotlíků, může lesní hospodář s úspěchem využívat pro obnovu dřevin s různými ekologickými vlastnostmi (ČÍŽEK, 1959).

Speciální porostní tvar skupinové seče neexistuje, protože se u ní vyskytují různé tvary, od vyložené stejnotvárnosti přes mírné nebo silné skupinovité nerovnosti a dvouetážové formy, až přechodně k vertikálnímu zápoji, vyskytujícímu se příležitostně ve zmlazované zóně (AMON, 2009).

Vzhledem k malé velikosti obnovních prvků je vhodné rozpracovat porost soustavou kotlíků, jejichž počet a uspořádání musí přihlížet k rozčlenění porostu lesní dopravní sítí, směru převládajícím bořivým větrům a ke stavu porostu. Skupinová seč je většinou jen součástí různých typů kombinovaných sečí, včetně clonných variant (KANTOR, 2014).

2.2.1. Ekologie skupinových sečí

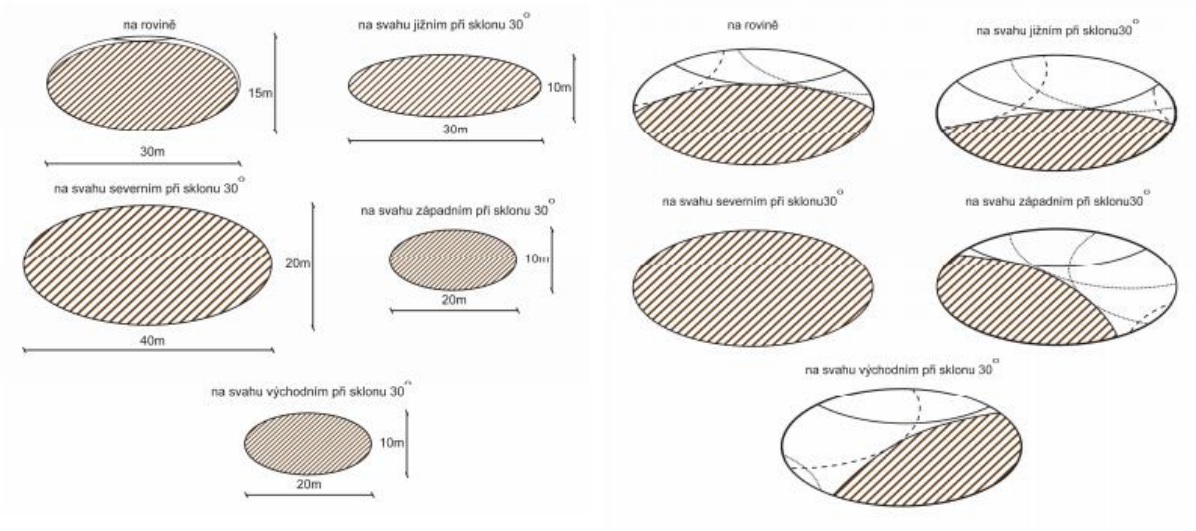
Specifické kotlíkové mikroklima se uplatňuje mnohem víc ve větších kotlících než v malých, kde je větší podíl plochy před převládajícím nepříznivým působením mateřského porostu. V kotlíku se modifikuje podle expozice porostních stěn světelný, teplotní a vlhkostní režim půdní a přízemní ovzdušné vrstvy. Ve srovnání s clonnou sečí se do kotlíků dostává více tepla a srážek a ve srovnání s většími holosečnými prvky je vyrovnanější průběh teplot, vyšší relativní vlhkost vzduchu a delší orosení kondenzovanou vodou. Ekologické podmínky jsou odlišné podle místa na ploše kotlíku, v závislosti na pohybu stínu vrhaného porostním okrajem, a to odlišně podle denní a roční doby, expozice a sklonu svahu (KORPEĽ, 1991).

Kotlíková seč vytváří příznivé podmínky pro přirozenou i umělou obnovu dřevin, které vyžadují příznivé mikroklimatické podmínky. Na plochu kotlíku dopadá větší množství srážek než do porostu, v některých případech víc než na volnou plochu. Nepříznivý vliv starých stromů (odsávání vláhy) se omezuje jen na okraj kotlíku, uvnitř bývá vlhkost příznivá po celou vegetační dobu. V porostu naopak v letním období vlhkost klesá (ČÍŽEK, 1959).

Kotlíková seč je z hlediska prodloužení obnovní doby vhodná. Je možné využít skupinu nadějného přirozeného nárostu. Velikostí kotlíků můžeme měnit stanovištní podmínky se zřetelem k obnovovaným dřevinám a naopak stanovištní podmínky určují jeho optimální velikost pro určitou dřevinu. Čím horší jsou stanovištní podmínky, tím musí být

kotlík větší. Naopak na stanovištích bohatých, které jsou náchylnější k zabuřenění, je třeba vytvářet kotlíky menší (ČÍŽEK, 1959).

Podle expozice porostních stěn a pohybu stínu, který vrhá porostní okraj, se zde mění světelné a teplotní režimy i půdní vlhkost. Toho lze účinně využít při obnově více druhů dřevin s odlišnými nároky na světlo a vláhu.



Obr. 1: Velikost a tvar kotlíků při požadavku celodenního trvalého stínění a posun hranice stínu v kotlíku 40 m x 20 m při výšce porostu 30 m dne 20. června.

Mikroklima nejpříznivější se nachází na J straně kotlíku. Při zakládání kotlíků je vhodné eliptické protažení ve směru V-Z, zejména na suchem ohrožených stanovištích, kdy lze nejlépe využít zastínění mateřským porostem. Tím se zmenšuje i část plochy v dešťovém stínu, protože většina srážek k nám přichází od západu (porost u západního okraje kotlíku je proto vhodné ještě proředit. Na sušších stanovištích mohou z kotlíku odčerpávat vodu okrajové stromy s plochým kořenovým systémem (KANTOR, 2014).

Z ekologického a pěstebně technologického hlediska je většinou nejvhodnější eliptický tvar kotlíku. Orientaci je nejvhodnější volit tak, aby se vytvořilo optimální mikroklima a následnou možnost obnovu rozvíjet z hlediska stability porostu. Jižní porostní stěna vytváří stín, a proto prostor maximálních hodnot tepla a minima vlhkosti je omezen na úzký úsek mezi středem kotlíku a severním okrajem (KORPEĽ, 1991).

2.3. Přirozená obnova

2.3.1. Přirozená obnova lesních porostů

DOBROVOLNÝ (2012) definuje přirozenou obnovu jako proces, kdy nahrazení původního porostu probíhá autoreprodukcí mateřského porostu (generativně, vegetativně)

Od konce středověku do 19. století se s přirozenou obnovou v lesnictví pracovalo jen výjimečně. Přirozená obnova začala nabývat na významu až s vývojem hospodářských souborů, ale opravdu významný nástup přirozené obnovy nastal až ve dvacátých letech 20. století (POLENO, VACEK, 2009).

Ve studijní příručce „Pěstování lesa v heslech“ (KANTOR, TESAŘ, 1996) je popisována přirozená obnova jako způsob vytvářet nové generace lesa autoreprodukcí mateřského porostu. Přirozená obnova v lese přirozeném probíhá samovolně a v lese hospodářském je spojena s pěstebním cílem a prací lesního hospodáře. Hlavní význam má obnova generativní semenná, jejíž úspěšnost je podmíněna výskytem semenné úrody, příznivými klimatickými podmínkami od opadu semene po stádia nárostu a vhodným stavem půdního povrchu.

Ve směsi buku a smrku se od sebe obě dřeviny liší jednak vzrůstem a tvarem a jednak nároky na půdu. Smrk roste na půdě vlhké a mělké, kdežto buk na půdě čerstvé a hluboké. Přibližně do 10 let roste rychleji buk než smrk, ale potom začne smrk vykazovat rychlejší růst. Vyskytuje-li se ve směsi buk, smrk a jedle, je vhodnější, když je jedle a smrk ve větším zastoupení. Chceme-li smíšení těchto tří dřevin při přirozeném zmlazování udržet, je nutné nejprve zmlazovat jedli a pak teprve buk a smrk (SEKYRKA, 1903).

Přirozenou obnovou by zásadně měly být obnovovány porosty nejkvalitnější, které jsou uznané ke sběru (fenotypové klasifikace A, B). U průměrných porostů (fenotypová kategorie C) je přirozená obnova povolena. U nekvalitních porostů (fenotypová klasifikace D) je přirozená obnova vyloučena s výjimkou extrémních stanovišť (KANTOR, 2010).

K dosažení relativní biologické rovnováhy postačí průměrné 30 % zastoupení stanovišti odpovídajících listnatých dřevin. Zejména se osvědčila rovnoměrně rozptýlená buková výplň ve spodní etáži smrkových porostů (PRŮŠA, 2001).

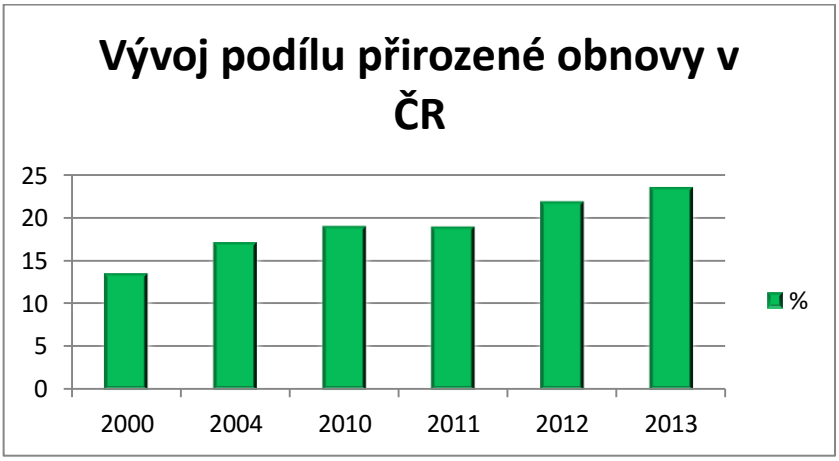
Vysoká odolnost vůči stínu u našich klimaxových dřevin (smrk, jedle, buk) a pěstebně “přiměřená“ i u ušlechtilých listnáčů, umožňuje vznik zmlazení často dříve, než jsme očekávali. Ale i poloslunné a slunné dřeviny se zmlazují pod clonou dobře, jelikož jejich

mateřské stromy propouštějí k půdě dostatek světla. Rovněž podstatné je to, že v mládí všechny dřeviny snášejí relativně více zastínění než ve vyšším věku, na úrodnějších stanovištích více než na chudých. Přitom se může účinek stínu zmírnit proředěním porostní clony a přizpůsobit se tak požadavkům dřevin (KOŠULIČ, 2006).

Přirozená obnova je u smíšených porostů většinou prováděná pod porostem, případně na malých, déle clonných plochách, zachovává spíše klimaxovou povahu populace příslušné dřeviny, což má z hlediska genekologického, výnosového a pěstební praxe značný význam. Zdařilá přirozená obnova je vítána, ale nikdy by neměla být důvodem k předčasné těžbě dosud nezralých stromů v její prospěch (KOŠULIČ, 2010).

Ekonomickou efektivitu podrostního a holosečného způsobu obnovy publikuje ŠIMEK (1993). U těchto způsobů je důležité porovnávat náklady a produktivitu práce jak v pěstební tak, i v těžební činnosti. Ekonomiku je nutné posuzovat jednak na začátku, jednak v rozvinuté fázi podrostního hospodářství. Produktivita práce v těžební činnosti je vždy vyšší v provozním způsobu holosečném než v podrostním. V pěstební činnosti naopak dochází k výrazné úspoře pracovních sil a nákladů při obnově lesa.

Podíl přirozené obnovy na celkové výměře lesa v České republice stoupá, v roce 2013 dosáhla hodnoty 23 % (MZE, 2014).



Obr. 2: Podíl přirozené obnovy na celkové výměře lesa

Praktikování přírodě blízkého hospodaření, které propaguje sdružení Pro Silva Bohemica, je mimo jiné snahou o využití přírodních sil při pěstování lesa s cílem redukovat zbytečné, zejména pěstební náklady. Tak, jak jsou pestré přírodní poměry a stávající porosty v naší republice, i přírodu sledující hospodaření bude mít proměnlivý obraz. Asi nejčastější

asociace pro uplatnění výběrných principů jsou smíšené porosty stín snášejících dřevin-smrku, jedle, buku. Obnova na pasece má formu jednorázového vnesení (vysázení) dřevin s možným doplněním přirozenou obnovou (vylepšením) jen ve fázi nezapojené kultury. Naproti tomu při pravidelných výběrech v porostech vzniká mozaikovitá struktura, ve které mohou všechny dřeviny nalézt vhodná místa pro zmlazení a odrůstání (ČERVENÝ, 2014).

2.3.2. Přirozená obnova přírodních bukových lesů

Přírodní bukový les vytváří na produkčně slabších i bohatších stanovištích výrazně různověkké porosty s 2 až 3 vrstvou výstavbou. Typická jednovrstvá, výškově vyrovnaná výstavba se vyskytuje zřídka. Rozdílnosti ve struktuře, vázané na různé vývojové fáze, se střídají na úzce vymezených plochách, co celkově podmiňuje maloplodou texturu. Vývojová stádia a vývojové fáze jsou plošným podílem dlouhodobě vyrovnané už při relativně malé rozloze. Ve stejnorodých bukových přírodních lesích počet stromů kolísá v rozmezí od 350 do 550 na 1 hektar (kolísání nepřevyšuje 50 % a je relativně nejmenší ze přírodních lesů všech vegetačních stupňů). Ve společenstvích živných stanovišť na průměrných bonitách se zásoba pohybuje od 400 do 600 m^3, na lepších bonitách od 550 do 800 m^3 na 1 hektar (KORPEĽ, 1991).

Spontánní bohatá obnova se opakuje asi po 100 – 120 letech, což je prakticky období návaznosti vývojových cyklů. Stádium optima ve struktuře málo výrazné a od pokročilé fáze dorůstání se odlišuje sníženým počtem stromů střední vrstvy a menší tloušťkovou diferenciací stromů horní výšky. Stádium optima trvá maximálně 40 let, i když se opakuje v poměrně krátkých obdobích (méně než v jehličnatých a smíšených porostech) a zachovává si vysoký stupeň stability. Počet jedinců obnovy od pokročilé fáze optima až po počáteční fázi dorůstání, úplně stačí na plynulou výměnu generací a samozřejmě i na udržování vývojové rovnováhy i na relativně menších rozlohách přírodního lesa (KORPEĽ, 1991).

I v dobře zapojených částech se stagnací obnovy se ve stádiu optima místy objevují a přežívají jednotlivé semenáčky této výrazně stinné dřeviny. Po nástupu rozpadu, který se časově nekryje s výskytem bohaté semenné úrody, pohotově využívá svůj věkový náskok, zlepšené růstové podmínky a výrazně se rozrůstá. To je příčinou brzkého výskytu košatých a netvárných buků i na produkčně příznivých stanovištích v lesích s kvalitním ekotypem buku. Potvrdilo se, že v bukových přírodních lesích je kvalita kmene a dřevinné produkce tím lepší, čím je častější a bohatší úroda semena (KORPEĽ, 1991).

2.3.3. Časová a prostorová organizace

DOBROVOLNÝ (2012) uvádí, že přirozená obnova každého porostu vyžaduje jasnou časovou a prostorovou organizaci, která vychází z vytyčené cílové porostní skupiny a vytváří předpoklady k jejímu dosažení. Přitom je nutné účelně skloubit biotické momenty s hospodářsko-úpravnickými aspekty.

Struktura porostu je statickým vyjádřením určité etapy a vývoje lesa v daném okamžiku. Je znázorněna svými jednotlivými znaky a zachycena v horizontální a vertikální projekci porostu (VINŠ, 1966).

Při stanovení vhodného začátku obnovy z produkčního hlediska se vychází ze vztahu mezi produkční schopností stanoviště, produkční možností porostu, běžným hodnotovým přírůstem a průměrným celkovým hodnotovým přírůstem (BACHMAN, 1968).

Čím je běžný přírůstek menší jak potenciální průměrný přírůstek, tím je obnova naléhavější (KORPEĽ, 1991).

2.4. Buk lesní – *Fagus sylvatica (L.)*

2.4.1. Ekologické nároky buku lesního

Buk je dřevinou snášející i silný zástin. Listy uvnitř uzavřeného porostu jsou uzpůsobeny rozdílnou anatomickou stavbou čelit nedostatku světla. Mlaziny bývají velmi husté, proto také na příznivých stanovištích buk vytlačuje většinu ostatních dřevin, které potřebují více světla, to vede ke vzniku čistých bučin. Náhlé vystavení kmenů ze zástinu plnému slunci má za následek korní spálu. Buk má střední nároky na vláhu v půdě, ale vyhýbá se oběma extrémům. Nesnáší stoupání hladiny spodní vody k povrchu půdy a záplavy, proto chybí všude v lužních lesích. Vyžaduje dostatek srážek od 500 – 800 mm a zvláště v letním období dostatečnou relativní vlhkost vzduchu. Není náročný na geologický podklad, vyhýbá se jen suchým pískům, těžkým nepropustným jílům, půdám bažinatým a rašelinným (ÚRADNÍČEK, CHMELAŘ, 1998).

Jako dřevinu schopnou snášet značné zastínění jí popisuje také MRÁČEK (1989), kde uvádí, že vytváří husté porosty, které se jen velmi zvolna prořeďují.

SCHAFFER (1951) je názoru, že jednotlivé přimíšení buků všech věkových stupňů je sotva žádoucí, protože pak buky vytvářejí jen nevalné tvary kmene a trpí sluneční spálou.

Sklon bukové koruny rozšiřovat se do vyskytlých mezer potvrdil BADOUX (1949). Na příkladu různých dřevin výběrného lesa zkoumal poměr mezi velikostí koruny a vyprodukovaným množstvím dřeva. Ukázal, že při stejné výčetní tloušťce zabírají koruny buků dvakrát tolik prostoru než koruny jedlí a smrku. Při stejném objemu vykazují smrk a jedle čtyřnásobek až pětinásobek větší přírůst dřeva než koruny buků. Porovnáme – li produkci dřevní hmoty s tržními (finančními), tak se ukazuje, že smrk a jedle mají pětinásobně až desetinásobně větší výnosnost než buk (SCHÜTZ, 1996).

2.4.2. Přirozená obnova buku lesního

Biologickým požadavkům buku přirozená obnova pod mateřským porostem vyhovuje, protože těžké semeno je vázáno na bezprostřední obvodové pásmo koruny mateřského stromu (MRÁČEK, 1989).

WAGNER a kol. (2010) udává jako nejčastější způsobu šíření buku gravitační způsob, kde uvádí pomyslnou hranici 20 m.

Toto tvrzení doplňuje DOBROVOLNÝ (2010), který uvádí živočichy jako důležitý faktor rozšiřování semen a zmlazování buku na větší vzdálenosti a to až na vzdálenosti stovky metrů a větší.

Hlavním nositelem úrody semen jsou buky úrovňové, kde podíl z celkového množství odpovídá asi 50% (MRÁČEK, 1989).

Ve smíšených bukových porostech s menší či větší příměsí buku jsou přípravné seče zvláště důležité. U stíněných stromů je nižší předpoklad omezení fruktifikace. Přípravné seče by se proto měly orientovat na uvolnění vhodných buků v korunách. Je zde řada příkladů, kdy vtroušený buk ve smíšených porostech zajistil pomocí přirozené obnovy (při vhodných postupech) žádoucí podíl buku v další porostní generaci (ŠIDELÁŘ, 1996).

Semenáčky buku snášejí značné zastínění, ale jsou schopny růst i na plném slunci. Ve stavu počátečního vývoje jsou velmi ohroženy mrazy, proto se buk lépe zmlazuje pod porostem než na holosečích. Semenáček přirůstá zpočátku jen pozvolna a teprve po 5. roce roste vydatněji. Desetiletá rostlina bývá jen 75 cm vysoká (ÚRADNÍČEK, CHMELAŘ, 1998).

REININGER (2000) uvádí, že bukové zmlazení může přežívat v porostních mezerách až 30 let, aniž by ztratilo přírůstovou vitalitu. Po zvýšení světelného požitku se jeho přírůst stupňuje.

Pro výškovou diferenciaci vznikajícího porostu je vhodné jeho delší setrvání pod clonou mateřského porostu a tudíž delší obnovní doba, kde je využívána přirozená dynamika vývoje nárostů a dochází k samovolnému prořeďování zmlazení (SANIGA, BRUCHÁNIK, 2009).

SCHÜTZ (2002) uvádí, že konkurenční síla buku je velmi rozdílná podle půdního podloží (zásadité nebo kyselé). Na stanovištích bohatých na vápník a slunci vystavených je buk konkurenčně velmi silný, vytlačuje dokonce jiné dřeviny. Klimaxové společenstvo zde téměř odpovídá čisté bukové monokultuře. Zdá se, že na takových stanovištích buk přirozeně převládá. Není zde sporný jeho význam, ale otázka, zda buk má být vychováván jako jednotlivý strom nebo ve skupinách.

2.5. Smrk ztepilý – *Picea abies (L.) Karst.*

Strom velkých rozměrů, s průběžným přímým kmenem a pravidelným přeslenovitým větvením. Dosahuje stáří 350–400 let, výšky kolem 50 m a průměru kmene 1,5 m. Do vysokého věku si zachovává štíhlý kuželovitý vrchol. Na našem území jsou těžištěm výskytu smrku okrajová horstva, řidší je přirozené zastoupení ve vnitrozemských horských skupinách. Smrk je naší hlavní hospodářskou dřevinou a je proto oporou dřevařského průmyslu (ÚRADNÍČEK, CHMELAŘ, 1998).

2.5.1. Ekologické nároky smrku ztepilého

Smrk je světlomilná dřevina, snášející v mládí zástin, což je jedna z příčin, proč snadno vniká do porostů jiných dřevin. Bývá často i typickou dřevinou podúrovně. Smrkové porosty pohlcují často většinu dopadajícího světla a silně zastiňují půdní povrch. Je značně náročný na půdní vlhkost kvůli povrchovému kořenovému systému. Často ho postihnou suchá léta. Dobře snáší nadbytečnou vlhkost a snese i stagnující vodu. Na suchých a chudých půdách dochází v určitém stáří porostu k ochromení růstu. Na půdu a geologické podloží nemá smrk velké nároky, nemá rád jen extrémně chudá stanoviště. Na vápencových půdách ustupuje buku. Smrkový porost silně ovlivňuje půdotvorné činitele, především vytvářením vrstvy surového humusu. Není náročný na klima. Ve schopnosti snášet nízké teploty zaujímá smrk první místo mezi dřevinami. Silné mrazy mu zřídka uškodí, daleko více je náchylný na vysoké teploty a nesnáší nízkou relativní vlhkost. Smrk je přizpůsoben spíše krátké vegetační době. V nížinách se projevuje nebezpečná červená hniloba, proto se v nížinách hodí pěstovat smrk v chladnějších dolinách, kde se shromažďuje vlhký, studený vzduch a vzniká nadbytečná vlhkost. Smrk je citlivý na znečištění ovzduší (ÚRADNÍČEK, CHMELAŘ, 1998).

2.5.2. Přirozená obnova smrku

Ve smrkových porostech s příznivými klimatickými a půdními podmínkami je možné téměř vždy zajistit přirozenou obnovu. Postup obnovy při ní není rozhodující, ve většině případů se již v období přípravných sečí objeví nálet smrku a naznačí vhodný postup obnovy. (MRÁČEK, PAŘEZ, 1986)

Počáteční fáze obnovy začíná okolo 80. roku, kdy přechází výchova smrkových porostů v obnovu. V malých porostech se dostaví přirozená obnova na okrajích. U větších porostů vytvoříme podmínky pro přirozenou obnovu jejich rozpracováním holými nebo clonnými sečemi. Na obnovných prvcích, zpravidla širokých 25–30 m, pracujeme formou silnějších probírek. Zároveň po celé ploše vykonáváme jakostní a zdravotní výběr. Tato počáteční fáze trvá 5–10 let. Cílem je plánovitě zajistit nálet smrku z okraje porostu postupně dovnitř a zároveň zkvalitnit porost. V rozvinuté fázi uplatňujeme především světlostní přírůst a pěstování nejkvalitnějších jedinců (ŠIMEK, 1993).

Od dvaceti let věku mají porosty vzniklé přirozenou obnovou předpoklady lepší stability než porosty založené uměle sadbou díky lepšímu zakořenění. Toto tvrzení je potvrzeno výzkumem (MAUER, PALÁTOVÁ, 1994).

Uplatnění diferencovaného přístupu k přirozené obnově smrku doporučuje PLÍVA (1987). Příznivé podmínky pro přirozenou obnovu smrku jsou zejména na kyselých stanovištích, kde není tak velké riziko zabuřenění. Na těchto stanovištích je vyhovující způsob obnovy násečný, podrostní nebo jejich kombinace. Násečný způsob obnovy se rovněž doporučuje na exponovaných stanovištích kyselých, živných vysychavých, svažitých kamenitých stanovištích obohacených humusem. Jde o náseky různého tvaru. Podrostní způsob je vhodný na stanovištích s velmi dobrými podmínkami pro přirozenou obnovu a spočívá v postupném clonném mýcení mateřského porostu. Obnovní prvky mohou mít různý tvar: pruhy, skupiny i celé porosty.

2.6. Modřín opadavý - *Larix decidua (Mill.)*

Vzrůstný strom dorůstající výšky 20 – 50 m. Mohutný, přímý či naspodu šavlovitý kmen. Hlavní větve obvykle kolmo odstávají. Koruna má tvar nepravidelně kuželovitý, košovitý či okrouhlý. Letorosty na vyniklých sbíhavých polštářích mají jednotlivé jehlice ve spirále, v jejich úžlabích se nepravidelně zakládají pupeny v nestejném počtu, ty se v následujícím roce vyvinou ve svazek jehlic, které přejdou do tvaru brachyblastu. Soustava převislých větví je tvořena větvemi 2. – 4. řádu. Modřín může vytvářet i tenké prýty a výhony díky spícím pupenům na starém dřevě (ÚRADNÍČEK, CHMELAŘ, 1995).

Semenáček modřínu má obvykle 5 – 7 trojúhelníkových děloh. V prvním roce mívá výrazný přírůst i přes 10 cm i nasazenými bočními pupeny. V následujícím roce se pupeny rozvíjejí ve zkrácené prýty a jeden koncový pupen. Modřín má v mládí rychlý růst až do 20 let jeho věku. Růst do tloušťky trvá téměř neomezeně (SVOBODA, 1953).

Významnost modřínu opadavého má stoupavou tendenci, která je také spojena se znečištěním ovzduší. Modřín je sice citlivou dřevinou na vliv imisí, ale svou rezistenci zvyšuje každoroční obnovou. Modřín je perspektivní dřevinou do oblastí se silným znečištěním ovzduší (ŠINDELÁŘ, FRÝDL, NOVOTNÝ, 2006).

2.6.1. Ekologické nároky modřínu opadavého

Modřín je vysoce světlomilná dřevina, která zastíněním značně trpí. Normální rozvoj dosahuje při plném oslunění horním a dobrém oslunění bočním, nad hlavní úrovní musí být alespoň polovina koruny. Toto platí nejvíce pro vyšší polohy, kde jsou vytvářeny řídké modřínové porosty. V nižších polohách rostou v zapojenějších směsích, především to lze říci o sudetských modřínech, ale nemá-li krnět i zde vyžaduje volnou korunu. Nejvíce mu konkuruje smrk (MUSIL, HAMERNÍK, 2007).

Citlivost k zastínění také zdůrazňuje BEZECNÝ (1992), který uvádí, že je u modřínu citlivost na světlo vysoká, a při dostatečném oslunění nemá sklony ke košatění.

Negativní vztah mezi klíčením semen modřínu a dostupností světla prokázal ALBERT a kol. (2008), kteří píší, že modřínová semena nevyžadují pro klíčení vysoký přísun světla. Ale po vyklíčení malé semenáčky modřínu již vyžadují dostatečný světelný požitek.

O určité výjimce při nárocích na světlo píše ZAHRADNÍK (2014), který uvádí poznatek, že tvoří-li modřín směs s bukem v podmínkách pahorkatin, je modřín po určitou dobu schopný snášet i zástin.

Světelné nároky podle SVOBODY (1952) mohou zmenšit i jiné faktory, především teplo. Modřín je v teplých oblastech odolnější a lépe snášející stín než v oblastech chladnějších. Odolnost ke stínu má nemalý význam v konkurenčním boji mezi stinnými a slunnými dřevinami. Ale i zástupci téhož druhu se mohou ke světlu chovat odlišně.

2.6.2. Přirozená obnova modřínu opadavého

Přirozená obnova je velice náročná na světelné podmínky. Dobře se zmlazuje na holých pasekách, nejlépe úzkých vhodně orientovaným ke světovým stranám nebo pomocí výstavků. Obnovovat pod ochranou mateřského porostu je také možné pomocí skupinových sečí na minerálních půdách a na půdách dobře připravených pro vyklíčení. Následný zásah vyžaduje rychlý obnovní postup z důvodu jen krátkého snášení zastínění. Modřínové semenáčky se rychle vyvíjejí. Ve směsi je třeba mu zajistit určitý předstih (POLANSKÝ, 1966).

PEŘINA (1964) uvádí, že modřín se zmlazuje velmi dobře, rychle odrůstá a též zapojuje. Modřín zpravidla není hlavní dřevinou pro přirozenou obnovu, obvykle s ním plánujeme až do závěrečných etap obnovy, kde je už dostatek světla. V příměsi s bukem je důležité nejprve obnovit buk a poté teprve modřín nebo provést umělou obnovu buku, do které samovolně nalétne modřín. Modřín snadno nalétává do nárostů dříve zmlazených dřevin, díky své růstové energii je brzy dokáže předrůst, případně se obnovuje na volných ploškách. Tento způsob obnovy potvrzuje BEZECNÝ (1992), který tento způsob uvádí při přirozené obnově pro bohaté a příznivě vlhké půdy ČR. Odlišným způsobem je řešena případná alternativa, kdy modřínové mlaziny podsadíme bukem (PEŘINA, 1964).

Optimální podmínky pro růst a vývoj modřínu poskytují živná stanoviště (zejména půdy kategorie H – hlinité) ve 3. – 5. LVS (lesní vegetační stupěň). Na našem území je častější skupinová či jednotlivá příměs v porostech. Nesmíšené modřínové porosty špatně kryjí půdu, tento nepříznivý vliv částečně zmírňuje každoroční opad jehličí. Optimální podmínky růstu pro modřín nastávají ve směsi, protože potřebuje volnou předrůstavou korunu, což je umožněno jen ve směsi s jinými dřevinami. Nejkvalitnější jsou porosty etážové výstavby, v horním patru modřín a ve spodním patru buk. Přirozená obnova modřínu se daří nejlépe na holých pasekách, na které nalétají semena z porostních okrajů nebo z ponechaných výstavků. Na bohatých, příznivě vlhkých půdách se modřín dobře zmlazuje i sečí kotlíkovou, okrajovou sečí clonnou i dokonce skupinovou sečí clonnou (BEZECNÝ ,1981).

2.7. Jedle bělokorá – *Abies alba (Mill.)*

Jedle bělokorá je dřevina oceánského klimatu s mírnými zimami. V oblastech s teplejším klimatem je vázána na hory. Špatně snáší silné mrazy. Po dlouhotrvajících nízkých teplotách dochází k tvorbě nepravého jádra a vznikají praskliny (ÚRADNÍČEK, MADĚRA, 2001).

2.7.1. Ekologické nároky jedle bělokoré

Vztahy jedle k vodě v nejrůznějších formách, jako ekologického činitele, jsou vyjádřené v její charakteristice jako dřevina přímořského podnebí. Poměrně vysoké nároky na vlhkost jsou zpravidla zabezpečeny především dostatečným množstvím srážek, které však v jednotlivých oblastech výskytu kolísají (KORPEĽ, 1965).

Jedná se o dřevinu, která v posledních desetiletích pomalu početně regeneruje a její zastoupení mírně narůstá. Přirozeně nevytváří monokultury, roste často společně s bukem a smrkem v tzv. hercynské směsi. Díky své široké vegetační valenci se udržuje i v sušších a níže položených oblastech a silně tak konkuruje buku (HRIB, 2009).

Známou vlastností u této dřeviny je schopnost snášet zástin a to i po dlouhou dobu. Světelné nároky jsou ovlivněny klimatickými faktory a charakterem půdních činitelů. Požadavky na teplo má vysoké a je náročnou dřevinou, zvláště ve srovnání se smrkem. Průměrná roční teplota by neměla klesnout pod 5 °C. Pro svůj růst jedle vyžaduje přiměřený vlhkostní režim, zejména vysokou relativní vlhkost vzduchu a dostatek srážek ve vegetačním období. Výrazně citlivá je na suché periody, tuhé zimy, pozdní mrazy a proudění vzduchu, proto lze o ní bez nadsázky tvrdit, že je naší nejchoulostivější jehličnatou dřevinou. Také je náročná na půdu, kde vyžaduje hluboké, kypré a na živiny bohaté půdy. (KANTOR, 2001).

2.7.2. Přirozená obnova jedle bělokoré

SANGRAD (2007) za nejdůležitější faktor pro dynamiku vývoje lesa uvádí vliv rozptylu semenáčků na jejich odrůstání. V situacích s nevyváženým rozptylem semen může být ještě více důležitý, protože je významným faktorem míry a druhové skladby sukcese.

Zcela výjimečně může být využita boční náletová přirozená obnova na násečných obnovních prvcích. Celoplošné clonné obnovní postupy se nedoporučují, protože je nebezpečí zabuřenění (KANTOR, 2001).

Vzdálenost gravitačního šíření semen jedle uvádí DOBROVOLNÝ (2012), ten tvrdí, že se vzdálenost pohybuje mezi 20 až 30 metry od mateřského jedince s rychle expandujícím

poklesem, maximálně se však vyskytují do 80 metrů, na což má nemalou měrou podíl animálním způsobem šíření.

Zdravé jedlové porosty jsou v dnešní době vzácností, uvádí BEZECNÝ (1981). Jde většinou o zbytky dřívějších porostů, které byly pro některé oblasti typické, zejména pro středně bohaté (i kyselé) kategorie, na vodou neovlivněných půdách i na oglejených stanovištích. Jedle nesnáší časné a pozdní mrazy, kterými je poškozována. V teplejších podmínkách nižších poloh je růst brzděn nedostatkem vláhy, v horských polohách nedostatkem tepla.

Jedle je dřevinou, která nejdéle vykazuje vysoký přírůst a trpí jen málo hnilobou. Je znamenitě vhodná pro produkci silného a také velmi kvalitního dřeva (SCHÜTZ, 2002).

Přirozenou obnovu jedle nejčastěji uskutečňujeme skupinovitou (nebo pruhovou) sečí clonnou. Tím dosáhneme potřebného plošného oddělení jednotlivých skupin od rychle rostoucího smrku a buku a poskytneme jedlím časový i růstový náskok neboli předstih. Celková obnovní doba by neměla klesnout pod 30 let. Při kratší obnovní době, pokud se obnova vůbec podaří, vzniká nežádoucí jednovrstevný, výškově nediferencovaný porost. Dosažení náletu nelze ještě zdaleka považovat za konečný úspěch. Po kritickém prvním roce života nastává další kritické období mezi 4. – 5. rokem věku semenáčků. V této době regulujeme příliv světla, tepla a vláhy uvolňovacími fázemi přiměřené intenzity, aby si nárosty zachovaly až do úplného uvolnění příznivý výškový přírůst. V ekotypických vhodných kvalitních porostech se snažíme obnovit jedli přirozeně skupinovitou sečí clonnou nebo kotlíkovou (BEZECNÝ, 1981).

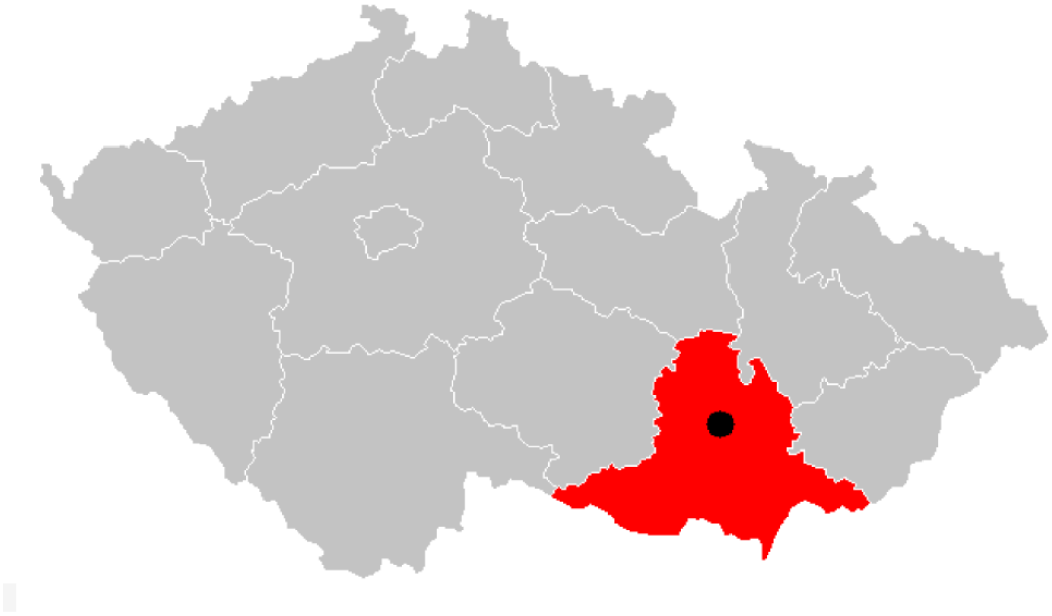
Na místech ovlivněných podzemní vodou s vyšším potenciálním zastoupením jedle bělokoré se preferuje jednotlivý výběr. Pokud zde jedle schází, případně se vyskytuje v nedostatečném množství, využívá se k jejímu vnášení buď jednotlivý výběr, nebo skupinovitě clonná seč. Po vytvoření vhodného mikroklimatu se deficitní jedle uměle vnáší prostřednictvím podsadeb, a to jednotlivě do individuálních ochran menší velikosti. V případě jedle bělokoré je aplikace mechanických ochran proti zvěři nevyhnutelná. Vzniklé nálety, nárosty nebo kultury se podle potřeby dále uvolňují a vzhledem k aktuální porostní situaci se volí skupinové nebo plošné zásahy tak, aby byla dosažena odpovídající prostorová rozrůzněnost porostů v přestavbě (KOZEL, 2013).

3. ŠIRŠÍ ÚZEMNÍ VZTAHY

3.1. Charakteristika ŠLP Masarykův les Křtiny

Zájmový objekt Školní lesní podnik Masarykův les Křtiny, ve kterém jsou výzkumné plochy lokalizovány, je ve vlastnictví Mendelovy univerzity. Celková výměra pozemků s určenou funkcí lesa je 10 228,11 ha. Lesní hospodářský celek je členěn na tři polesí: Bílovice, Habrůvka a Vranov. Polesí jsou dále členěny na úseky.

Administrativní zařazení daného majetku spadá do Jihomoravského kraje. Při pohledu na katastrální území, tak zasahuje do čtyř obcí s rozšířenou působností: Blansko, Brno, Šlapanice a Židochovice, které též zastávají státní správu lesů. Přesná poloha se určí pomocí zeměpisných souřadnic od 49°13‘ do 49°21‘ severní šířky a od 16°34‘ do 16°40‘ východní délky (KOLEKTIV AUTORŮ MENDELU, 2013).



Obr. 3: Lokalizace zájmového objektu v rámci ČR (Wikimediacommons.org)

Při členění podle Přírodních lesních oblastí (PLO) území zasahuje do dvou: PLO 30 – Drahanská vrchovina a PLO 35 – Jihomoravské úvaly. Území lesního hospodářského celku (LHC) je poměrně členité a zasahuje do pěti lesních vegetačních stupňů (LVS) od 1. až po 5. LVS, převažujícím je 3. LVS. Geomorfologicky lze ŠLP začlenit do Česko-moravské soustavy a podsestavy Brněnská vrchovina. Při podrobnějším členění do celku Drahanská vrchovina a podcelků Adamovská vrchovina, Konická vrchovina a Moravský kras (DEMEK, 1987).

3.1.1. Pedologie

Vysoká půdní pestrost je zapříčiněna goelogickým podložím, geomorfologií a vegetační stupňovitostí. Nejčastějším půdním typem je kambizem, na sprašových překryvech luvizem. V Moravském krasu jsou vysoce zastoupeny rendziny. Na extrémních stanovištích se nacházejí skřetovité půdy – syrozem se slabě vyvinutým humusovým horizontem a ranker s lépe vyvinutým humusovým horizontem. Na půdách exponovaných jsou typické přechody mezi rankery a kambizeměmi. V údolí potoků a řek se nachází lužní půdy, ty jsou tvořeny akumulací materiálu bohatého na humus a živiny – fluvizemě. Na podmáčených stanovištích se nacházejí gleje (LHP, 2013).

3.1.2. Klima

Dle Atlasu podnebí ČR spadá ŠLP do teplé klimatické oblasti, okrsku B2 – mírně teplý, mírně studený, převážně s mírnou zimou, s lednovou teplotou – 3. Vyšší polohy spadají do oblasti B5 – mírně teplý, mírně vlhký, vrchovinný a okrsek kam zasahuje menší část území je B3 – teplý, mírně studený s mírnou zimou.

Dle QUITTA (1971) jde o teplé oblasti M11 přes MT 10, MT 9, MT 7, MT 5 až po MT 3 s mírně chladným podnebím.

Klima vykazuje výrazný gradient. U Brna je teplé a suché klima (8,6 °C, 547 mm) a směrem na severozápad se klima ochlazuje. V nejvyšších polohách na západě je teplota 7 °C a na severozápadě 6,6 °C. Na celém území je průměrná teplota vzduch 7,5 °C a průměrný roční úhrn srážek 600 mm. Oblast je řazena do semihumidní srážkové oblasti a vyšší polohy do humidní (LHP, 2013).

3.1.3. Dřevinné zastoupení

Listnatou dřevinou nejvíce zastoupenou na ŠLP je buk lesní, který zaujímá 33 % a má zde vybudovanou výraznou zmlazovací schopnost a vitalitu. Též s vysokým procentickým zastoupením se vyskytuje dub, zpravidla jde o dub zimní, který zaujímá 14,7 % pěstovaný v jižních částech území. Dále habr 7,9 %, lípy 1,8 %, jasan a javor 1,6 % a ostatní listnáče.

Z jehličnatých dřevin nejvíce zmlazuje smrk ztepilý 18,8 %, který je zde pěstován i na řadě nevhodných stanovišť. Poměrně hojně se zde setkáváme s borovicí lesní 8,3 % a modřínem opadavým 8,1 %. Dále douglaska tisolistá 1,6 % a ostatní jehličnany.

4. METODIKA

4.1. Objekt

4.1.1. Hektarová plocha s dlouhodobým vývojem (porost $160C_{12}$) - reference

Daný porost byl pro výzkum vybrán jako referenční. Cílem bylo zachytit stav přirozené obnovy ve smíšeném lese, kde obnova lesa postupuje dlouhodobým jednotlivým až skupinovým převážně zdravotním výběrem (velikost obnovních prvků – *Obr. 7).*

Porost se nachází na Školním lesním podniku Masarykův les Křtiny, konkrétně na polesí Habrůvka, úseku Borky. Porostní skupina leží v přírodní lesní oblasti 40 – Drahanská vrchovina, má výměru 4,99 ha a nachází se ve 4 lesním vegetačním stupni. Věk mateřského porostu je 121 let. Lesní typ je $4B_1$ – bohatá doubrava mařinková a cílový hospodářský soubor 45 – kyselá stanoviště středních poloh (LESPROJEKT BRNO, 2012).

4B - zaujímá 0,39 % ČR. Rozšíření - z pahorkatin do vrchovin, v nižších polohách úžlabiny a báze svahů, ve vyšších polohách slunné svahy. Půda je příznivě vlhká, propustná, mírně štěrkovitá, typu (B)m - e. Lesní typy - BK mařinková, válečková, strdivková (svahy na flyši), s kostřavou nejvyšší, s ostřicí chlupatou (přechod k H), javorová (přechod k A). Přirozená skladba - bk8, jd2, db, lp (oblastně bk10), keře chybí. Cílová skladba - sm6, bk2, md1, jd1. Ohrožení - silněji buření, ve smrku slabé vysychání větrem (PLÍVA, 1987).

Dřevinná skladba je v poměru 60 % listnatých dřevin a 40 % jehličnatých, a je zde doporučováno 70 % MZD (meliorační a zpevňující dřeviny). Konkrétně z listnatých dřevin v mateřském porostu je nejvíce zastoupen buk lesní a to z 57 % dospělého porostu a dub zimní z 5 %. Nejvíce zastoupenou jehličnatou dřevinou je modřín opadavý z 25 %, dále smrk ztepilý z 10 % a borovice lesní z 10 %. Bonita v této porostní skupině je nadprůměrné kvality, modřín, smrk a borovice 1 relativní bonitní stupeň a borovice s dubem 2 bonitní stupeň. Buk, modřín a dub dokonce jsou kvality odpovídající fenotypové klasifikace B. Obmýtí je doporučováno 120 let, obnovní doba 40 let a těžební procento 40 % (LESPROJEKT BRNO, 2012).

4.1.2. Skupinové seče (Porosty $156A_{10}$ a $153A_{11}$)

Dané porosty byly hlavním předmětem práce. Ve 3 porostních typech – bukový, smíšený (porost $156A_{10}$) a smrkový ($153A_{11}$) zde proběhla v zimě 2013/2014 těžba skupinovou sečí.

4.1.2.1. Porost $156A_{10}$

Porost se nachází na Školním lesním podniku Masarykův les Křtiny, konkrétně na polesí Habrůvka, v úseku Borky. Porostní skupina leží v přírodní lesní oblasti 40 – Drahanská vrchovina, má výměru 13,26 ha a nachází se ve 4. lesním vegetačním stupni. Věk mateřského porostu je 100 let. Lesní typ je $4W_1$ – bohatá bučina bazická a hospodářský soubor (HS) 35 – živná bazická stanoviště středních poloh (LESPROJEKT BRNO, 2012).

Obr. 5: Smíšený porostní typ – velký smíšený kotlík v porostu $156A_{10}$

4W - Rozšíření - v oblasti čedičových vyvřelin (Č. středohoří 450 - 680 m n. m.) a vápenců (předhoří Šumavy), na svazích i plochých hřebenech. Půda - většinou svěží, hluboká, víceméně vyvinutá, typu (B)e až (B)ca, s přechody do rankerů - AC a rendzin - Ca.
Lesní typy - BK čedičový (var. na hřebenech, na svazích, bázích svahů, acerózní), vápencový (var. na hřebenech, na svazích, bázích svahů, acerózní). Přirozená skladba - bk9, jd1, lp, kl, js, (db). Cílová skladba - bk8, md1, kl1, js, jd; BS - bk3 - 5, md3 - 5, kl (lp)3 – 5. Ohrožení - značně buření, středně hnilobou smrku (PLÍVA, 1987).

Obr. 4: Porostní typ smíšený – velký smíšený kotlík 156 A_{10}

Dřevinná skladba v celém porostu je v poměru 70 % listnatých a 30 % jehličnatých dřevin. Je zde doporučováno 70 % MZD. Dřevinná skladba je lokálně odlišná. Konkrétně z listnatých dřevin v mateřském porostu je nejvíce zastoupen buk lesní a to ze 70 % dospělého porostu a dub zimní z 1 %. Nejvíce zastoupenou jehličnatou dřevinou je smrk ztepilý ze 14 %, dále modřín opadavý a jedle bělokorá z 6 %, borovice lesní 2 % a douglaska tisolistá 1 %. RVB („relativní výšková bonita“) 1 je v této porostní skupině nadprůměrné častá, dosáhli jí buk, modřín, smrk, jedle a borovice. Dub zimní má RVB 2. Buk v této porostní skupině ještě odpovídá fenotypové klasifikaci B. Obmýtí je doporučováno 110 let, obnovní doba 40 let a těžební procento 29 % (LESPROJEKT BRNO, 2012).

4.1.2.2. Porost $153A_{11a}$

Porost se nachází na Školním lesním podniku Masarykův les Křtiny, konkrétně na polesí Habrůvka, úseku Borky. Porostní skupina leží v přírodní lesní oblasti 40 – Drahanská vrchovina, má výměru 7,35 ha a nachází se ve 3. lesním vegetačním stupni. Věk mateřského porostu je 112 let. Lesní typ je 3S – svěží dubová bučina a cílový hospodářský 45 – kyselá stanoviště středních poloh (LESPROJEKT BRNO, 2012).

3S - zaujímá 2,63 % ČR, rozšíření - svahy, plošiny i ploché hřebeny na různých horninách (algonkické břidlice, droba, pararula, méně pískovce, hlíny), často s písčitými nebo mělkými hlinitými (sprašovými) překryvy, v pahorkatinách. Půda - hluboká, čerstvě vlhká, typu (B)mo, na písku (B)o. Lesní typy - dbBk šťavelová, se svízelem drsným, s ostřicí prstnatou; z chudších typů (degr. stádia) biková (slepence), ochuzená (pískovce); bohatší jsou varianty na čediči, v úžlabinách a bázích svahů (s kapradinami). Přechody se třtinou rákosovitou ke kat. C, s bikou chlupatou ke kat. H. Přirozená skladba - bk6, db3, lp1, hb. Cílová skladba - sm6, jd1, bk2, md1, lp; BS - sm4, jd5, bk4 - 5, md3 - 4 PP 233 živnější půdy - db7, bk (lp)2, md1 - HS 25. Ohrožení - zanedbatelné, smrk někdy trpí červenou hnilobou (PLÍVA, 1987).

Obr. 5: Smrkový porostní typ – velký kotlík v porostu $153A_{11a}$

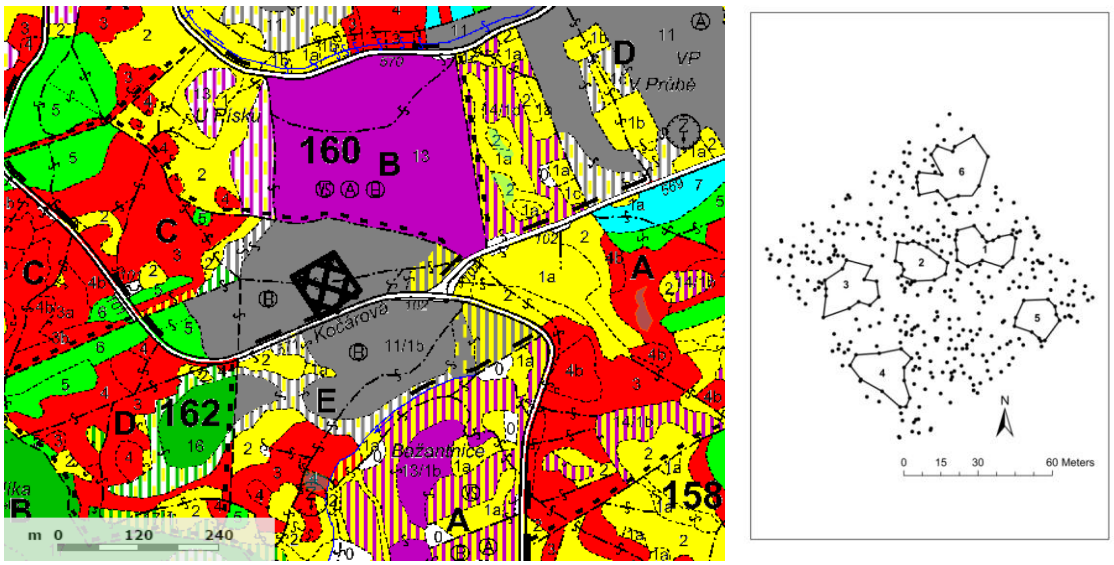
Dřevinná skladba je v poměru 90 % jehličnatých dřevin a 10 % listnatých a je zde doporučováno 35 % MZD. Konkrétně z jehličnatých dřevin v mateřském porostu je nejvíce zastoupen smrk ztepilý, a to z 60 % dospělého porostu, modřín opadavý 25 % a borovice lesní 6 %. Nejvíce zastoupenou listnatou dřevinou je buk lesní s 6 %, dále javor klen a habr 1 %. Relativní výšková bonita 1, je v této porostní skupině nadprůměrně častá, dosáhl jí modřín, borovice a javor klen. Smrk a habr mají RVB 2. Smrky a modříny v této porostní skupině také odpovídají fenotypové klasifikace B. Obmýtí je doporučováno 120 let, obnovní doba 40 let a těžební procento 40 % (LESPROJEKT BRNO, 2012).

Obr. 6: Smrkový porostní typ – malý kotlík v porostu 153A$_{11a}$

4.2. Sběr dat

4.2.1. Hektarová plocha s dlouhodobým vývojem (porostu 160C$_{12}$) - reference

V rozvolněném smíšeném porostu byla vyměřena plocha o rozměrech 100 x 100 m (plocha 1 ha), kde bylo samovolným vývojem vytvořeno 6 malých kotlíků *(obr. 7)*.



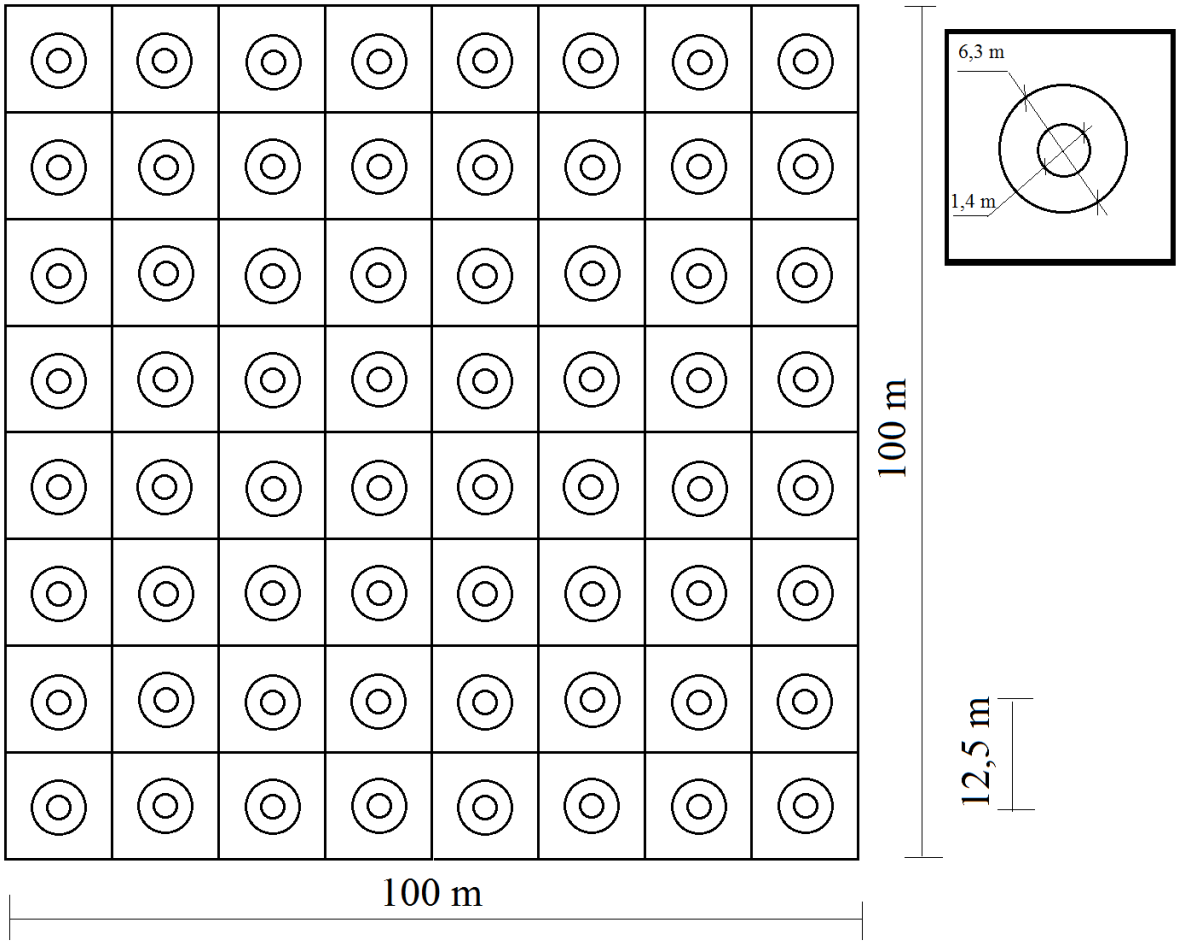
Obr. 7: Umístění a rozmístění zásahu hektarové plochy v porostu 160C$_{12}$

Výzkumná plocha v porostu 160C$_{12}$ má výměru 1 ha a rozměr 100 m x 100 m. Po ploše je 373 jedinců dřevin, které dosahují ve výčetní tloušťce rozměrů hroubí. Po hektarové výzkumné ploše je rozptýleno 6 porostních mezer (do 0,05 ha) *(Tab. 1)*. Kotlík č. 1 má výměru 276 m^2 (0,03 ha), č. 2 o výměře 238 m^2 (0,02 ha), č.3 s výměrou 321 m^2 (0,03 ha), č. 4 s výměrou 337 m^2 (0,03 ha), č. 5 s výměrou 204 m^2 (0,02 ha) a kotlík číslo 6 veliký 449 m^2 (0,04 ha).

Tab. 1: Velikosti skupinových sečí na hektarové ploše s dlouhodobým vývojem v porostu 160C$_{12}$

Č. KOTLÍKU	PLOCHA		VELIKOST KOTLÍKU
	v m2	v ha	
1	276	0,03	Malý
2	239	0,02	Malý
3	321	0,03	Malý
4	337	0,03	Malý
5	204	0,02	Malý
6	449	0,04	Malý

Byly zaměřeny všechny dřeviny, které v prsní výšce dosahují hroubí.



Obr. 8: Schéma měření hektarové plochy v porostu 160C_{12}

Hektarová plocha byla rozdělena na 64 plošek o výměře 12,5 x 12,5 m. Ve středech plošek bylo měřeno zmlazení na 2 kruzích. Na menším o poloměru 70 cm bylo měřeno zmlazení s výškou do 50 cm (letošní, do 20 cm a 20 - 50 cm). Na větším kruhu o poloměru 315 cm bylo měřeno zmlazení, které přesahovalo 50 cm (50 - 80 cm, 80 – 130 cm, 130 – 200 cm, …) a dále vždy po 1 metru, až do výčetní tloušťky hroubí.

Všeobecně u dřevin se hodnotil druh dřeviny a výšková třída. U bylin se hodnotila pokryvnost a převládající druh.

4.2.2. Skupinové seče (porosty $156A_{10}$ a $153A_{11}$)

V následující kapitole budou podrobně popsány postupy sběru a zpracování dat v 10 skupinových sečích.

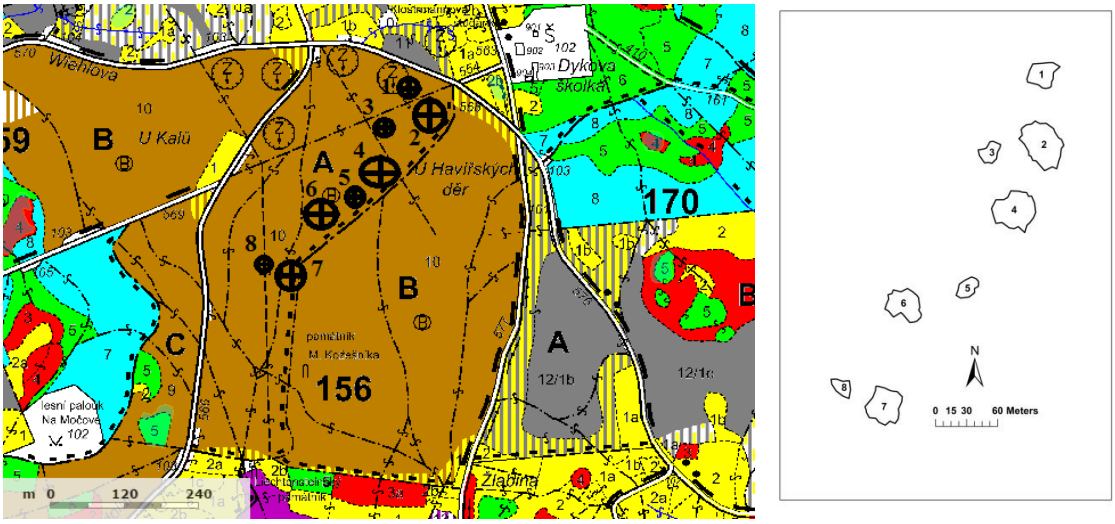
Samotnému měření předcházel výběr vhodných porostů (taxační popis viz kapitola 4.1) na polesí Habrůvka. Zde byly vybrány 3 porostní typy (bukový, smíšený a smrkový). Do těchto porostů bylo umístěno 10 skupinových sečí o velikosti od 0,02 ha do 0,13 ha *(Tab. 2)*

Tab. 2: Přehled typů skupinových sečí v porostech $156A_{10}$ a $153A_{11a}$

ČÍSLO KOTLÍKU	VELIKOST		ZKRATKA	TYP KOTLÍKUU	ZASTOUPENÍ DŘEVIN
	v m^2	v ha			
1	528	0,05	BK_m	Malý bukový	BK90, SM+MD10
2	1291	0,13	BK_v	Velký bukový	BK90, SM+MD10
3	282	0,03	BK_m_p	Malý bukový s přípravou půdy	BK90, SM+MD10
4	1149	0,11	BK_v_p_o	Velký bukový s přípravou půdy a oplocený	BK90, SM+MD10
5	286	0,03	S_m	Malý smíšený	SM50,BK30,JD+MD20
6	764	0,08	S_v	Velký smíšený	SM50,BK30,JD+MD20
7	904	0,09	S_v_p_o	Malý smíšený s přípravou půdy a oplocený	SM50,BK30,JD+MD20
8	226	0,02	S_m	Malý smíšený	SM50,BK30,JD+MD20
9	713	0,07	SM_v	Velký smrkový	SM90, BK+MD10
10	255	0,03	SM_m	Malý smrkový	SM90, BK+MD10

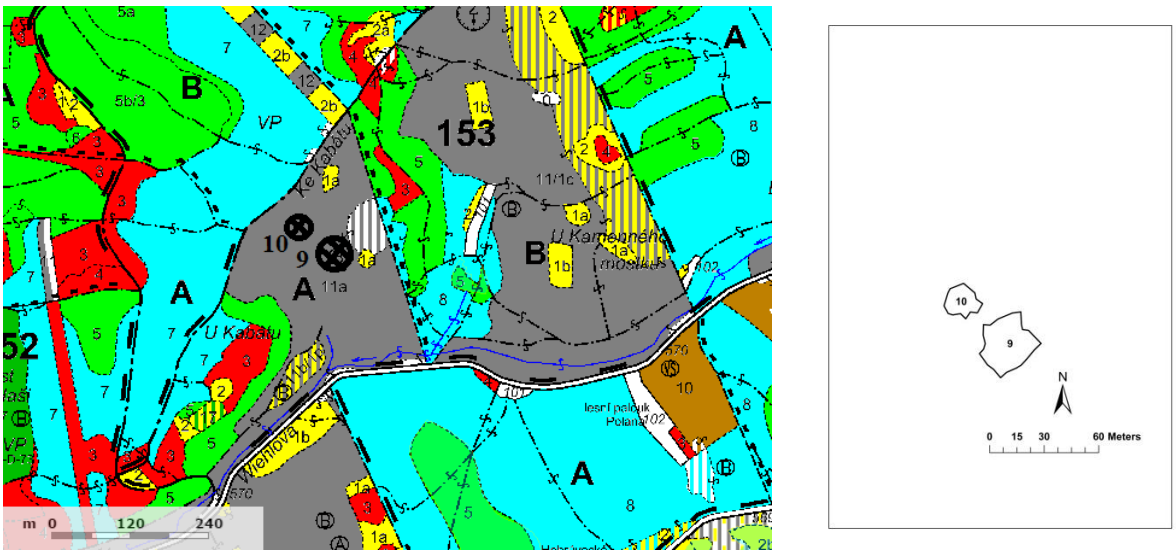
Umístění skupinových sečí

Bukový a smíšený porostní typ byly umístěny do porostní skupiny $156A_{10}$, v severní části dřevinná skladba byla převážně listnatá a byly zde umístěny listnaté porostní typy *(Obr. 9)*. V jižní části dřevinná skladba byla smíšená, a tudíž vhodná pro porostní typ smíšený. Do listnatého porostního typu byly umístěny 4 seče, do smíšeného také 4 seče. Smrkového porostního typy (2 kotlíky) byly umístěny do porostní skupiny $153A_{11a}$.



Obr. 9: Porost 156A$_{10}$ - umístění a tvar kotlíků v bukovém a smíšeném porostním typu.

V porostu 156A$_{10}$ bylo provedeno 8 skupinových sečí o malých výměrách *(Obr. 9)*. Dle lokálního zastoupení dřevin byly rozděleny na 4 skupinové seče v listnatém porostu a 4 v porostu smíšeném. Do bukové části byl umístěn kotlík č. 1 *(Tab. 2)* o výměře 528 m^2 (0,05 ha), kotlík č. 2 o výměře 1291 m^2 (0,13 ha), č. 3 s výměrou 282 m^2 (0,03 ha) a č. 4 s výměrou 1149 m^2 (0,12 ha). Do smíšené části byly umístěny také 4 skupinové seče. Kotlík č. 5 o výměře 286 m^2 (0,03 ha), č. 6 s výměrou 764 m^2 (0,08 ha), č. 7 s výměrou 904 m^2 (0,09 ha) a kotlík č. 8 s výměrou 336 m^2 (0,02 ha).



Obr. 10: Porost 153A$_{11a}$ - umístění a tvar kotlíků ve smrkovém porostním typu

V porostu 156A$_{10}$ byly provedeny 2 skupinové seče *(Obr. 10)*. Kotlík č. 9 má výměru 713 m^2 (0,07 ha) a kotlík číslo 10 má výměru 255 m^2 (0,03 ha) *(Tab. 2)*.

Měření v letech 2013, 2014, 2015

Rok 2013

Na podzim v roce 2013 bylo v daných porostech vyznačeno 10 skupinových sečí o kruhovém až oválném tvaru o velikosti od 0,2 do 0,13 ha. V každém kotlíku (skupinové seči) byl vytyčen střed plochy a od tohoto středu vedeny transekty orientované do 4 světových stran (Obr 13). Na transektech byly po 2 metrech umístěny kruhové plošky o výměře 1 m^2. Na těchto ploškách byl zkoumán druh, hustota, výška, poslední výškový přírůst zmlazení a bylinné patro. Celkem bylo vyznačeno 10 kotlíků ve třech porostních typech: 1 - BK_m (malý bukový), 2 - BK_v (velký bukový), 3 - BK_m_p (malý bukový s přípravou půdy), 4 - BK_v_p_o (velký bukový s přípravou půdy oplocený), 5 - S_m (malý smíšený, 6 - S_v (velký smíšený), 7 - S_v_p_o (velký smíšený s přípravou půdy oplocený), 8 - S_m (malý smíšený), 9 - SM_v(velký smrkový), 10 - SM_v (velký smrkový).

Na všech ploškách transektů byly na podzim 2013 před těžebním zásahem změřeny světelné podmínky a dále byl zjištěn stav přirozeného zmlazení (hustota, výška a poslední výškový přírůst).

V zimě 2013/14 byla provedena těžba skupinovou sečí a následně změřeny velikosti jednotlivých deseti kotlíku v ha (m^2).

Rok 2014

V roce 2014 po provedení skupinových sečí proběhla dvě měření, a to na jaře a na podzim. Zde se opět změřila hustota přirozené obnovy, výška a poslední výškový přírůst. Na podzim 2014 se k měření zmlazení připojilo měření bylinného patra a světelných podmínek (GFr, DSF, ISF, TSF).

Rok 2015

Poslední měření přirozeného zmlazení proběhlo na podzim 2015, kde se měřila hustota zmlazení, výška a poslední výškový přírůst. Dále se hodnotilo bylinné patro, jeho pokryvnost a dominantní druh.

Hustota zmlazení se měřila uprostřed každé plošky o velikosti 1 m^2 (r = 56 cm). Středy plošek jsou od sebe vzdáleny 2 metry a jsou orientovány od středu kotlíků ve směru do 4 světových stran *(Obr. 15)*. V ploškách byli změřeni všichni jedinci a hodnoty hustoty zmlazení jednotlivých dřevin následně převedeny na hektarové počty.

Výška zmlazení byla měřena pomocí centimetrového měřidla pro každou plošku 1m^2 zvlášť. Byly stanoveny výškové třídy (0–20 cm, 20–50 cm, 50–100 cm, nad 100 cm) a každá dřevina zařazena do jednotlivé třídy. Výšky byly vždy měřeny od terminálního pupenu kolmo k zemi.

Poslední výškový přírůst byl měřen pomocí centimetrového měřidla. Na každé plošce 1 m^2 bylo vybráno od každé dřeviny 5 jedinců - nejlépe výškově diferencovaných a následně hodnota zprůměrována.

Příprava půdy byla provedena na jaře 2014 ve 3 kotlících (3 – malý bukový s přípravou půdy, 4 – velký bukový oplocený s přípravou půdy, 7 – velký smíšený oplocený s přípravou půdy). Příprava byla provedena mechanicky talířovou nesenou frézou za traktorem ve střídavých pruzích

Oplocení proti vlivu zvěře bylo provedeno na podzim 2014 ve 2 velkých kotlících (4 – velký bukový oplocený s přípravou půdy a 7 – velký smíšený oplocený s přípravou půdy). Oplocení bylo umístěno do vnitřku kotlíků, všechny stromy okolního porostu byly vně tohoto oplocení.

Obr. 11: Ochrana proti zvěři - oplocení

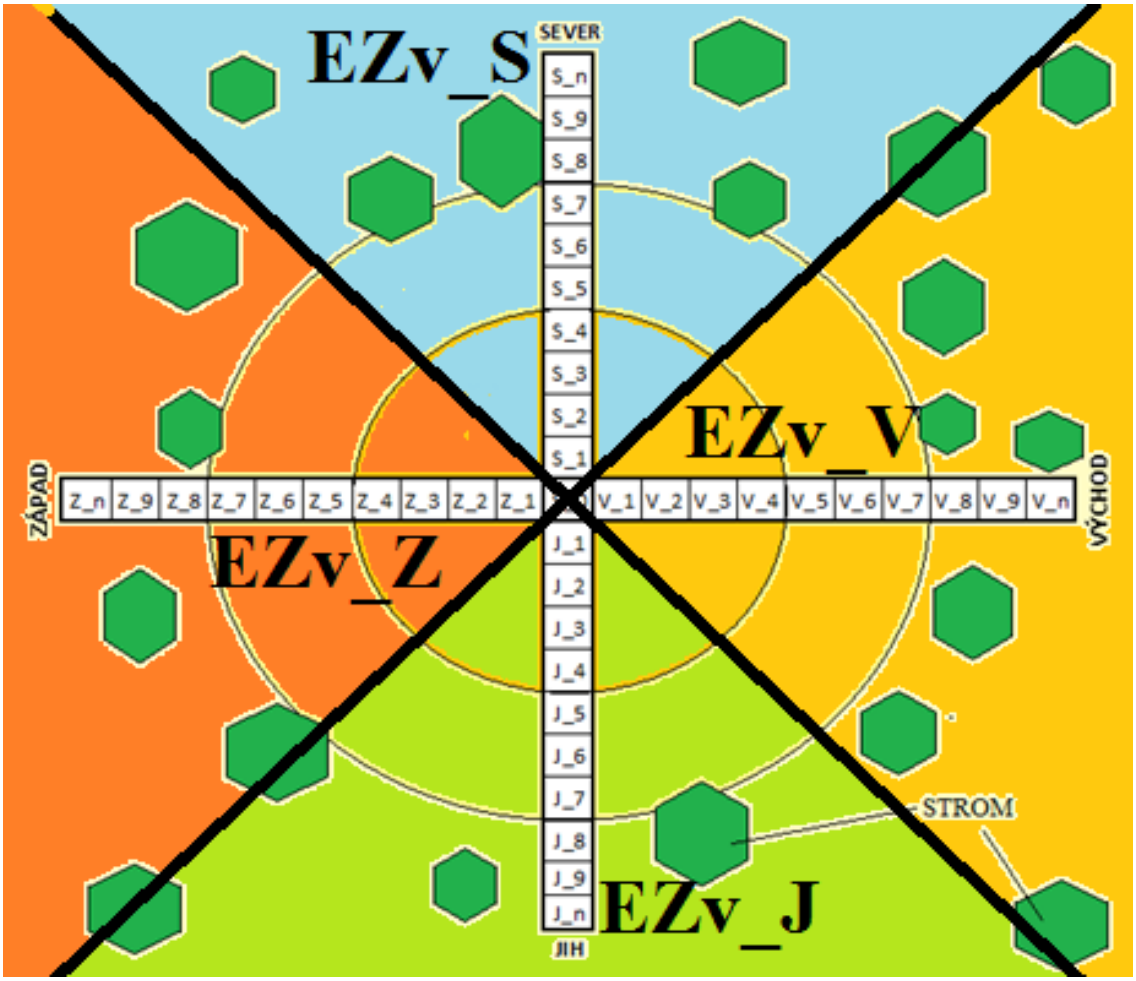
Světelné poměry byly zajišťovány systémem rybího oka (sestava WinsCanopy – stativ, autonivelační rám, fotoaparát Sony Nex 10, objektiv fish-eye, automatický vyhledávač severu). Na každé plošce transektu byla pořízena 1 hemisférická fotografie.

Obr. 12: Snímek rybím okem ve velkém bukovém kotlíku, na levé straně před zásahem a na pravé straně po provedené skupinové seči.

Obr. 13: Snímek rybím okem ve velkém smrkovém kotlíku, na levé straně před zásahem a na pravé straně po provedené skupinové seči.

4.2.2.1. Výseče světových stran – expozice (EZv)

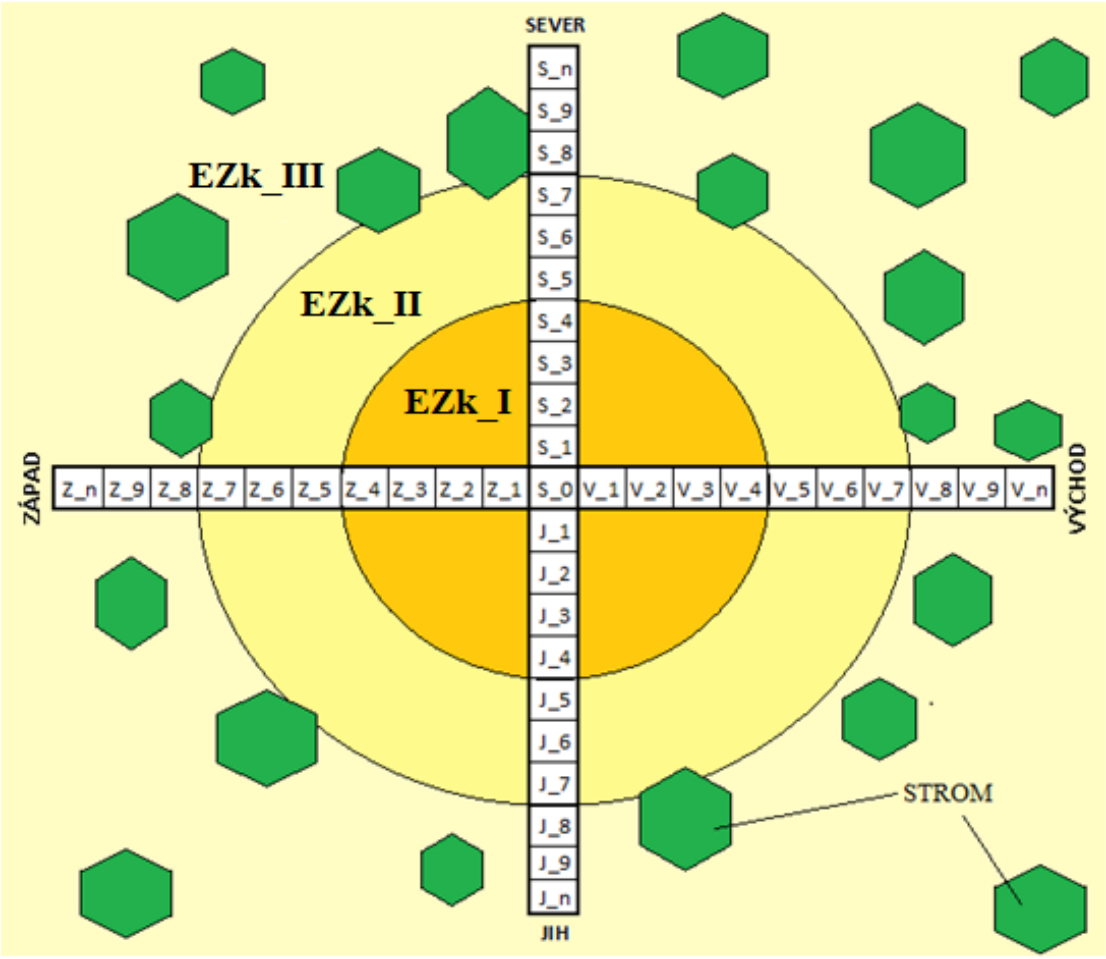
Porostní mezera po skupinové seči byla rozdělena na 4 výsečové transekty podle expozice ke světovým stranám *(Obr. 14)*, (označení ve výsledcích EZv_S – severní část, EZv_V – východní část, EZv_J – jižní část, EZv_Z – západní část).



Obr. 14: Grafické znázornění výsečí světových stran

4.2.2.2. Ekologické zóny (EZk)

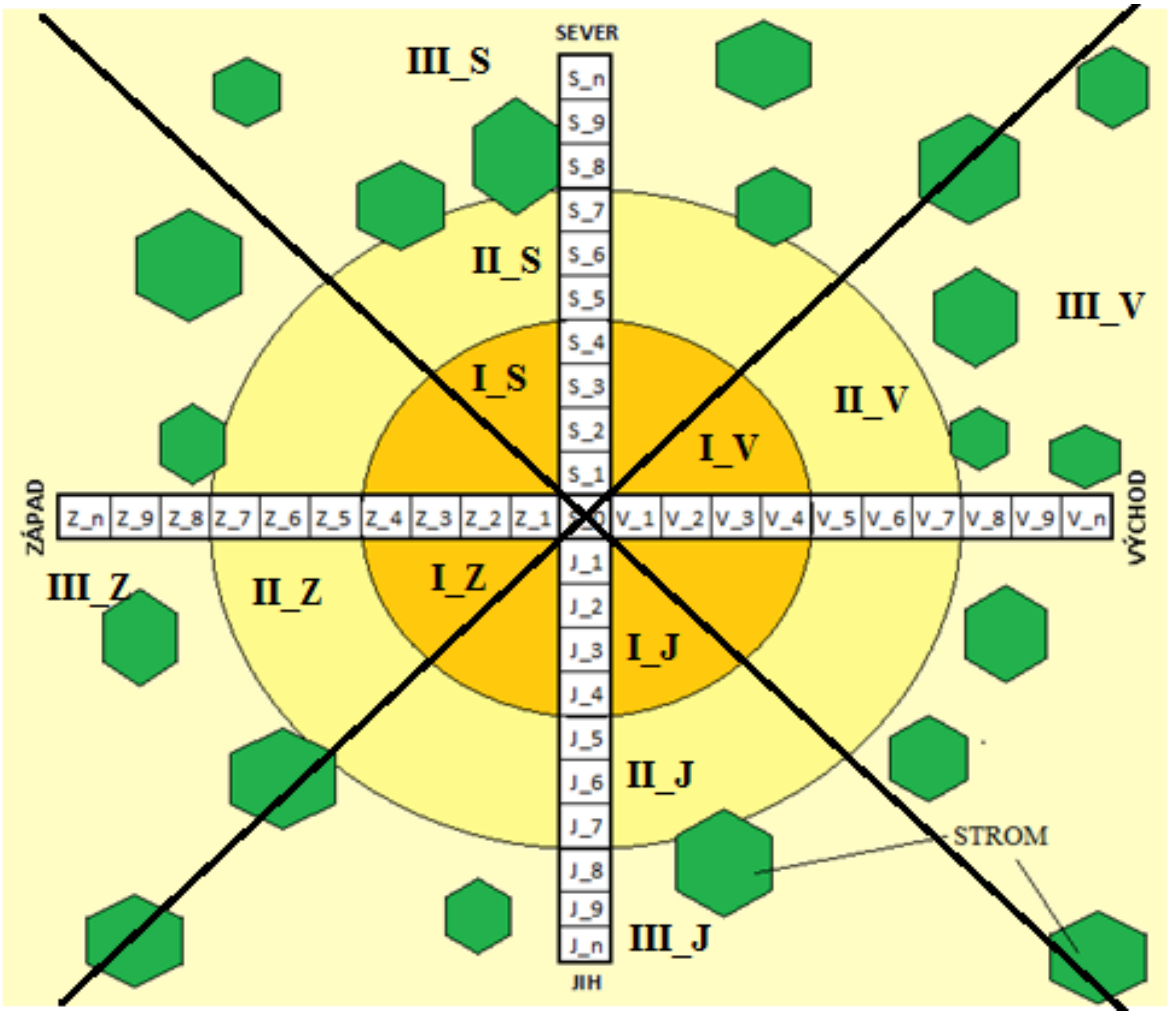
Každý kotlík byl rozdělen na 3 kruhy *(Obr. 15)*, reprezentující ekologické zóny skupinové seče (EZk_I – středová část kotlíku, EZk_II – přechodová část kotlíku, EZk_III – okrajová část kotlíku pod okolním mateřským porostem). Do EZk_III byly zařazeny plošky, které z nadpoloviční části zasahují za spojnicí středů okrajových kmenů mateřského porostu. Do EZk_II byly zařazeny plošky navazující na okrajovou ekologickou zónu EZk_III a směřující ke středu, šířka středové zóny pod stěnou porostu je 6 m a obsahuje 4 x 3 plošky. EZk_I jsou středové plošky, obklopené zónou přechodovou (EZk_II).



Obr. 15: Schéma umístění ekologických kruhových zón (EZk) v postavení k mateřskému porostu

4.2.2.3. Ekologické zóny ve výsečích světových stran

Následující kapitola vychází z předchozích 2 kapitol (výseče světových stran – expozice a ekologické zóny) Každý kotlík byl rozdělen na 3 kruhy, reprezentující ekologické zóny skupinové seče a zároveň rozdělen na 4 výsečové transekty podle expozice ke světovým stranám. Zkombinováním těchto faktorů byly kotlíky rozděleny na 12 částí *(Obr. 16)*. Části byly značeny dle světové strany (EZv_S, V, J, Z) a dle ekologických zón polohy k mateřskému porostu (EZk_I, II, III), například severní část kotlíku pod ochranou porostu byla značena III_S.



Obr. 16: Znázornění kombinace kruhů ekologických zón a výsečí světových stran ve skupinových sečích

4.3. Kancelářské práce

Analyzovány byly následující parametry světelných podmínek: GFr (Gap Fraction %) - procentický podíl porostních mezer, DSF (Direct Site Factor %) – podíl přímé složky radiace vůči volné ploše, ISF (Indirect Site Factor %) – podíl nepřímé (difuzní) složky radiace vůči volné ploše, TSF (Total Site Factor %) – podíl celkové složky radiace vůči volné ploše.

Hodnoty naměřené při terénním šetření byly přeneseny z terénního zápisníku do programu *Microsoft Excel 2007*, kde byly dále zpracovávány. Hodnoty zmlazení se zpracovávaly z hlediska výšky, posledního výškového přírůstu a počtu jedinců na hektar. Všechny hodnoty byly zaznamenány jak do společné tabulky, tak i pro každou plochu samostatně. V tomto programu *(Microsoft Excel 2007)* byly zhotoveny sloupcové grafy, u kterých bylo znázorněno zastoupení dřevin ve výškových třídách a pokryvnosti bylin.

Nedílnou součástí kancelářských prací byl program *Statistica 12*, kde se všechny veličiny podrobily popisné statistice. Výsledné tabulky popisné statistiky byly dále zpracovány buď zde, nebo v programu *Microsoft Excel 2007*. Tabulky obsahovaly zpravidla průměry a směrodatné odchylky. ANOVA, Spearmanuv korelační koeficient a Regresní analýza byla také zpracovávána v programu *Statistica 12*.

Mapové podklady a grafické znázornění sběru dat v kotlících byly zhotoveny v programu *Malování*. Psaní vlastní práce a textové úpravy byly zhotoveny v programu *Microsoft Word 2007*.

5. VÝSLEDKY

5.1. Hektarová plocha s dlouhodobým vývojem (porost $160C_{12}$) - reference

5.1.1. Mateřský porost

V této podkapitole bude vyhodnocen porost s dlouhodobým vývojem. Velikost výzkumné plochy porostu je 1 ha (100 m x 100 m). Na této ploše se samovolně vytvořilo 6 malých porostních mezer. Porost se nachází na polesí Habrůvka v blízkosti porostů, kde byly prováděny skupinové seče. Tato kapitola je do práce zařazena kvůli porovnání skupinových sečí a plochy s dlouhodobým vývojem.

Tab. 3: Charakteristika porostu $160C_{12}$

	SM	BO	MD	DB	BK	ostatní	CELKEM
Průměrný objem kmene (m^3)	2,5	2,6	3,6	1,4	0,8	-	1,3
Zásoba (m^3)	101,5	23,1	110,0	38,1	204,0	-	476,7
Zastoupení (%)	21,3	4,8	23,1	8	42,8	-	100,0
Zakmenění							8
Výčetní kruhová základna (m^2)	7,0	1,5	9,0	3,0	14,5	-	35,0
Počet stromů nad 6 cm (n)	40,0	9,0	31,0	28,0	265,0	-	373,0
Obnova (n)	203,0	-	5,0	-	21091,0	311,0	21610,0

Průměrné hmotnatosti v porostu *(Tab. 3)* dosahoval modřín 3,6 m^3, o něco méně borovice 2,6 m^3, smrk 2,5 m^3, dub 1,4 m^3 a nejmenší objemy kmene měl buk 0,8 m^3. V porovnání všech dřevin byla výsledná hodnota průměrného objemu kmene 1,3 m^3. Zásoba porostu na hektar celkem dosáhla 476,7 $m^3.ha^{-1}$, rovnoměrně rozdělených mezi listnaté a jehličnaté dřeviny, a to buk 204 $m^3.ha^{-1}$, modřín 110 $m^3.ha^{-1}$, 101,5 $m^3.ha^{-1}$, dub 38,1 $m^3.ha^{-1}$ a borovice 23 $m^3.ha^{-1}$. Zásobě odpovídá i zastoupení, kde je nejvíce zastoupen buk 42,8 %, modřín 23,1 %, smrk 21,3 %, dub 8 % a borovice 4,8 %. Výčetní kruhová základna je pro plochu 35 $m^2.ha^{-1}$ a zakmenění 8.

V četnostech stromů, které ve výčetní tloušťce dosahují tloušťek hroubí (nad 7 cm), dominuje buk s 265 jedinci, následuje smrk 40 jedinců, modřín 31 jedinců, dub 38 jedinců a borovice 9 jedinců.

5.1.2. Přirozená obnova

Celkem při měření přirozené obnovy bylo naměřeno 21610 ks.ha^{-1}. V obnově hektarové plochy s dlouhodobým vývojem se objevuje v nesporné dominanci buk z 97 %, což odpovídá 21091 jedincům, smrk 203 jedinců, modřín jen 5 jedinců na ha a ostatních dřevin bylo naměřeno 311 jedinců na ha (třešeň ptačí, jasan ztepilý, javor klen).

5.1.3. Světelné poměry

V následující tabulce *(Tab. 4)* jsou zaznamenány průměrné světelné poměry z hektarové plochy s dlouhodobým vývojem v porostu 160C_{12}. Hodnoty GFr se pohybovaly okolo 14 %, přímé světlo dosáhlo o něco více (14,3 %). TSF se pohybovalo okolo 14,6 % a nejvíce bylo světla difuzního, a to necelých 17 %.

Tab. 4: Světelné charakteristiky hektarové plochy v porostu 160C_{12}

ROK	GFr	DSF	ISF	TSF	DSF/ISF
2014	14,04	14,25	16,84	14,59	0.86

5.2. Skupinové seče (porosty $156A_{10}$ a $153A_{11}$)

V této kapitole je hodnoceno světlo a to konkrétně GFr (Gap Fraction (%) - procentický podíl porostních mezer, DSF (Direct Site Factor %) – podíl přímé složky radiace vůči volné ploše, ISF (Indirect Site Factor %) – podíl nepřímé (difuzní) složky radiace vůči volné ploše, TSF (Total Site Factor %) – podíl celkové složky radiace vůči volné ploše.

5.2.1. Popisná statistika

5.2.1.1. Světelné poměry

5.2.1.1.1. Změny světelných podmínek

V této podkapitole je popsán vývoj světelných podmínek před a po provedení skupinových sečí v jednotlivých výzkumných plochách. Před zásahem bylo měření prováděno na podzim v roce 2013 a po zásahu na podzim v roce 2014 *(Tab. 5)*.

Tab. 5: Světelné charakteristiky před a po provedení zásahu – průměr, sm. odchylka

č.	ZKRATKA	ROK	GFr	DSF	ISF	TSF	DSF/ISF
1	**BK_m**	**2013**	6,62$_{(0,73)}$	6,20 $_{(1,12)}$	7,18$_{(0,69)}$	6,33$_{(1,20)}$	0,86$_{(0,16)}$
		2014	11,90$_{(1,74)}$	7,73$_{(5,17)}$	15,96$_{(3,25)}$	8,80$_{(4,34)}$	0,55$_{(0,50)}$
2	**BK_v**	**2013**	5,97$_{(2,08)}$	5,82$_{(2,18)}$	7,01$_{(2,34)}$	5,97$_{(2,18)}$	0,83$_{(0,15)}$
		2014	22,32$_{(4,63)}$	23,24$_{(11,50)}$	29,27$_{(6,98)}$	24,03$_{(10,17)}$	0,83$_{(0,49)}$
3	**BK_m_p**	**2013**	6,91$_{(5,86)}$	7,63$_{(6,21)}$	8,05$_{(6,69)}$	7,68$_{(6,27)}$	0,95$_{(0,15)}$
		2014	14,01$_{(1,15)}$	12,25$_{(4,36)}$	17,57$_{(2,09)}$	12,94$_{(3,60)}$	0,73$_{(0,36)}$
4	**BK_v_p_o**	**2013**	5,55$_{(0,67)}$	5,69$_{(1,50)}$	6,58$_{(0,74)}$	5,81$_{(1,37)}$	0,86$_{(0,18)}$
		2014	22,48$_{(5,36)}$	24,51 $_{(13,32)}$	29,11$_{(7,89)}$	25,11$_{(11,71)}$	0,90$_{(0,58)}$
5	**S_m**	**2013**	5,30$_{(0,37)}$	5,22$_{(1,09)}$	6,49$_{(043)}$	5,38$_{(0,96)}$	0,81$_{(0,17)}$
		2014	11,78$_{(1,66)}$	10,75$_{(4,70)}$	15,30$_{(2,90)}$	11,35$_{(4,15)}$	0,72$_{(0,34)}$
6	**S_v**	**2013**	5,37$_{(0,74)}$	5,10$_{(1,41)}$	6,41$_{(0,79)}$	5,27$_{(1,28)}$	0,80$_{(0,19)}$
		2014	20,14$_{(3,73)}$	23,33$_{(13,00)}$	26,06$_{(5,86)}$	23,68$_{(11,31)}$	0,95$_{(0,62)}$
7	**S_v_p_o**	**2013**	5,43$_{(0,54)}$	6,15$_{(1,44)}$	6,51$_{(0,60)}$	6,20$_{(1,29)}$	0,94$_{(0,20)}$
		2014	23,49$_{(4,68)}$	26,79$_{(13,03)}$	30,31$_{(7,16)}$	27,25$_{(11,49)}$	0,93$_{(0,53)}$
8	**S_m**	**2013**	5,35$_{(0,48)}$	5,55$_{(0,93)}$	6,28$_{(0,50)}$	5,64$_{(0,85)}$	0,88$_{(0,11)}$
		2014	15,45$_{(1,79)}$	14,80$_{(4,09)}$	18,95$_{(3,06)}$	15,34$_{(3,54)}$	0,81$_{(0,31)}$
9	**SM_v**	**2013**	11,34$_{(1,40)}$	11,34$_{(2,30)}$	14,21$_{(2,00)}$	11,72$_{(2,11)}$	0,81$_{(0,17)}$
		2014	22,96$_{(3,89)}$	24,71$_{(9,92)}$	29,50$_{(5,85)}$	25,33$_{(8,68)}$	0,88$_{(0,44)}$
10	**SM_m**	**2013**	10,52$_{(1,41)}$	10,72$_{(2,33)}$	13,38$_{(1,88)}$	11,07$_{(2,12)}$	0,81$_{(0,18)}$
		2014	17,77$_{(3,17)}$	19,86$_{(5,18)}$	21,93$_{(4,19)}$	20,17$_{(4,65)}$	0,92$_{(0,30)}$
SUMA		**2013**	**6,84$_{(1,43)}$**	**6,94$_{(2,07)}$**	**8,21$_{(1,67)}$**	**7,11$_{(1,96)}$**	**0,85$_{(0,17)}$**
		2014	**18,23$_{(3,18)}$**	**18,80$_{(8,43)}$**	**23,40$_{(4,93)}$**	**19,40$_{(7,36)}$**	**0,82$_{(0,45)}$**

GFr – procentický podíl mezer v porostu se v porostech před provedením zásahu v roce 2013 pohybovalo v rozmezí od 5,3 do 11,4 %. V porostech před zásahem se nižší

hodnoty naměřily v typech bukových a smíšených, kde hodnoty dosahovaly průměrně necelých 6 %, oproti tomu smrkové porostní typy (PT) průměrně dosáhly hodnot okolo 11 %, což značí větší podíl porostních mezer a zároveň vyšší hodnotu GFr ve smrkových porostech před zásahem. Po provedení skupinových sečí GFr vzrostlo na hodnoty od 11,8 do 23,5 % a výrazně více u velkých kotlíku oproti malým. Po provedení sečí se hodnota vždy zvýšila, a to u všech malých kotlíků přibližně o 7,2 % a u bukových a smíšených velkých o 16,6 % a smrkového velkého o přibližně 11,6 %.

Direct Site Factor (DSF) – podíl přímého světla vůči volné ploše se v roce 2013 pohyboval v rozmezí od 5,1 do 11,3 %. A podobných hodnot dosahoval v PT bukovém a smíšeném, v porostu smrkového typu se hodnoty pohybovaly výše. V roce 2014 po provedení skupinových sečí se hodnoty vždy zvýšily. Konkrétně u bukových a smíšených malých průměrně hodnota vzrostla o 5,5 % a velkých o 18,7 %. U PT smrkového malého, hodnota vzrostla o 8,9 % a velkých 13,4 %. Tyto údaje ukazují na výraznější zvýšení u velkých skupinových sečí.

Indirect Site Factor (ISF) – podíl difuzního záření se v roce 2013 před provedením skupinových sečí pohyboval v rozmezí od 6,3 % až 14,2 %. Bukový a smíšený porostní typ dosahoval nižších hodnot než porost smrkový. Po provedení zásahu v roce 2014 se vždy hodnota zvýšila. U malých porostních typů bukových a smíšených se měřené hodnoty průměrně zvýšily o 9,2 %. Vyšší byly zaznamenány u velkých bukových a smíšených porostních typů, a to 21 %. Hodnota vzrostla u smrkového velkého 15,3 % a malého 8,6 %. Obecně ve smrkovém porostním typu se hodnoty skupinovou sečí zvýšily méně, nežli u listnatého PT.

Total Site Factor (TSF) se v roce 2013 pohybovalo od 5,3 do 11,9 % bez větších rozdílu mezi porostním typem bukovým a smíšeným, ale smrkový dosáhl vyšších hodnot. Po provedení skupinových sečí v roce 2014 se hodnoty pohybovaly od 12,9 do 25,3 %. Hodnoty se vždy zvýšily, a to u malých skupinových sečí vždy méně než u velkých. U malých sečí se hodnota zvýšila průměrně o 6,5 % a u velkých průměrně o 17,7 % bez výrazného rozdílu PT.

DSF/ISF- podíl přímého a difuzního záření se v roce 2013 pohyboval v rozmezí od 0,8 do 0,9. Hodnoty podílu difuzního a přímého světla u velkých skupinových sečí zůstaly přibližně nezměněné nebo se mírně zvýšily. U malých skupinových sečí se hodnoty vždy snížily, s výjimkou smrkového porostního typu, kde hodnota klesla. V průměrných výsledcích všech ploch se hodnota snížila z 0,85 na 0,82.

5.2.1.1.2. Světlo podle expozice

Tab. 6: Světlo podle orientace ke světovým stranám

č.	ZKRATKA	ROK	GFr	DSF	ISF	TSF	DSF/ISF
1	BK_m	S	10,51$_{(2,29)}$	14,38$_{(4,17)}$	13,85$_{(4,25)}$	14,31$_{(3,24)}$	1,19$_{(0,60)}$
		V	11,61$_{(1,14)}$	4,14$_{(0,71)}$	15,36$_{(2,35)}$	5,60$_{(0,46)}$	0,28$_{(0,08)}$
		J	12,05$_{(1,44)}$	3,22$_{(0,79)}$	16,06$_{(2,94)}$	4,89$_{(0,95)}$	0,20$_{(0,04)}$
		Z	13,06$_{(0,93)}$	8,87$_{(3,54)}$	17,82$_{(2,16)}$	10,04$_{(2,94)}$	0,52$_{(0,26)}$
2	BK_v	S	20,95$_{(5,35)}$	36,14$_{(5,05)}$	27,88$_{(7,70)}$	35,07$_{(4,62)}$	1,40$_{(0,41)}$
		V	21,63$_{(5,30)}$	24,76$_{(9,89)}$	28,02$_{(8,22)}$	25,18$_{(9,10)}$	0,91$_{(0,36)}$
		J	23,45$_{(4,04)}$	11,26$_{(8,96)}$	30,61$_{(5,99)}$	13,78$_{(8,44)}$	0,34$_{(0,23)}$
		Z	22,34$_{(4,12)}$	25,00$_{(2,89)}$	29,37$_{(6,62)}$	25,57$_{(2,60)}$	0,90$_{(0,29)}$
3	BK_m_p	S	12,42$_{(0,82)}$	18,65$_{(3,93)}$	15,09$_{(1,77)}$	18,18$_{(3,22)}$	1,27$_{(0,37)}$
		V	14,72$_{(0,45)}$	11,52$_{(1,39)}$	18,17$_{(1,56)}$	12,38$_{(1,15)}$	0,64$_{(0,11)}$
		J	14,48$_{(0,90)}$	7,51$_{(1,08)}$	18,79$_{(1,69)}$	8,98$_{(1,07)}$	0,40$_{(0,05)}$
		Z	13,97$_{(0,93)}$	11,88$_{(2,33)}$	17,66$_{(1,82)}$	12,64$_{(1,94)}$	0,68$_{(0,20)}$
4	BK_v_p_o	S	20,88$_{(5,00)}$	42,24$_{(7,12)}$	26,80$_{(7,60)}$	40,23$_{(6,40)}$	1,69$_{(0,48)}$
		V	22,37$_{(4,84)}$	22,72$_{(7,77)}$	28,90$_{(7,57)}$	23,53$_{(7,10)}$	0,82$_{(0,30)}$
		J	22,45$_{(6,81)}$	8,96$_{(5,57)}$	29,09$_{(9,80)}$	11,58$_{(5,70)}$	0,31$_{(0,14)}$
		Z	23,53$_{(4,95)}$	26,08$_{(7,38)}$	30,66$_{(7,31)}$	26,68$_{(6,81)}$	0,88$_{(0,34)}$
5	S_m	S	12,10$_{(1,28)}$	17,66$_{(3,49)}$	15,76$_{(2,28)}$	17,41$_{(2,81)}$	1,16$_{(0,36)}$
		V	11,23$_{(1,78)}$	7,55$_{(1,78)}$	14,24$_{(3,07)}$	8,42$_{(1,73)}$	0,55$_{(0,16)}$
		J	12,45$_{(1,22)}$	6,98$_{(1,40)}$	16,48$_{(2,37)}$	8,22$_{(1,48)}$	0,42$_{(0,05)}$
		Z	11,07$_{(2,08)}$	10,60$_{(1,88)}$	14,21$_{(3,61)}$	11,07$_{(2,10)}$	0,76$_{(0,07)}$
6	S_v	S	19,51$_{(3,91)}$	39,82$_{(7,77)}$	24,77$_{(6,11)}$	37,86$_{(6,54)}$	1,73$_{(0,58)}$
		V	19,45$_{(3,16)}$	16,34$_{(4,61)}$	24,88$_{(5,08)}$	17,45$_{(4,22)}$	0,67$_{(0,20)}$
		J	18,83$_{(4,50)}$	6,87$_{(1,94)}$	24,71$_{(6,86)}$	9,19$_{(2,24)}$	0,29$_{(0,10)}$
		Z	21,86$_{(3,16)}$	26,65$_{(4,34)}$	28,58$_{(5,27)}$	26,90$_{(3,47)}$	0,98$_{(0,33)}$
7	S_v_p_o	S	22,43$_{(5,08)}$	44,52$_{(4,36)}$	28,38$_{(7,75)}$	42,41$_{(4,17)}$	1,67$_{(0,44)}$
		V	22,73$_{(5,06)}$	25,82$_{(9,07)}$	29,19$_{(7,75)}$	26,26$_{(8,61)}$	0,89$_{(0,30)}$
		J	24,10$_{(4,62)}$	12,08$_{(4,04)}$	31,55$_{(6,63)}$	14,62$_{(4,17)}$	0,38$_{(0,09)}$
		Z	23,98$_{(4,42)}$	25,63$_{(6,25)}$	30,98$_{(7,11)}$	26,32$_{(6,17)}$	0,84$_{(0,13)}$
8	S_m	S	14,71$_{(2,89)}$	19,67$_{(5,03)}$	18,23$_{(4,60)}$	19,48$_{(4,37)}$	1,15$_{(0,44)}$
		V	16,67$_{(0,46)}$	13,95$_{(2,21)}$	20,76$_{(1,36)}$	14,84$_{(1,78)}$	0,68$_{(0,15)}$
		J	14,99$_{(1,62)}$	10,93$_{(1,30)}$	18,31$_{(2,92)}$	11,90$_{(1,34)}$	0,61$_{(0,09)}$
		Z	15,40$_{(1,04)}$	15,40$_{(0,91)}$	18,48$_{(2,46)}$	15,80$_{(0,75)}$	0,85$_{(0,14)}$
9	SM_v	S	21,63$_{(6,04)}$	36,43$_{(10,74)}$	27,30$_{(8,87)}$	35,24$_{(9,79)}$	1,44$_{(0,47)}$
		V	22,51$_{(2,94)}$	23,79$_{(5,83)}$	29,02$_{(4,59)}$	24,47$_{(5,27)}$	0,83$_{(0,25)}$
		J	23,87$_{(2,60)}$	16,02$_{(4,00)}$	31,11$_{(3,92)}$	17,99$_{(3,93)}$	0,51$_{(0,08)}$
		Z	23,75$_{(2,81)}$	21,46$_{(1,19)}$	30,31$_{(4,36)}$	22,62$_{(1,40)}$	0,72$_{(0,09)}$
10	SM_m	S	15,88$_{(3,31)}$	23,49$_{(2,56)}$	19,18$_{(4,68)}$	22,93$_{(2,23)}$	1,29$_{(0,35)}$
		V	21,06$_{(0,94)}$	22,41$_{(3,41)}$	25,90$_{(1,37)}$	22,86$_{(3,06)}$	0,86$_{(0,11)}$
		J	19,25$_{(1,25)}$	20,93$_{(1,61)}$	23,95$_{(2,31)}$	21,32$_{(1,14)}$	0,89$_{(0,15)}$

	Z	$15,00_{(2,05)}$	$12,77_{(4,27)}$	$18,81_{(2,92)}$	$13,72_{(3,89)}$	$0,66_{(0,12)}$
SUMA	**S**	$17,10_{(3,60)}$	$29,30_{(5,42)}$	$21,72_{(5,56)}$	$28,31_{(4,74)}$	$1,40_{(0,45)}$
	V	$18,40_{(2,61)}$	$17,30_{(4,67)}$	$23,44_{(4,29)}$	$18,10_{(4,25)}$	$0,71_{(0,20)}$
	J	$18,59_{(2,91)}$	$10,47_{(3,07)}$	$24,06_{(4,54)}$	$12,25_{(3,05)}$	$0,44_{(0,10)}$
	Z	$18,40_{(2,65)}$	$18,43_{(3,50)}$	$23,69_{(4,36)}$	$19,14_{(3,21)}$	$0,78_{(0,20)}$

(hodnoty v počtech jedinců na hektar, v závorce uváděná směrodatná odchylka)

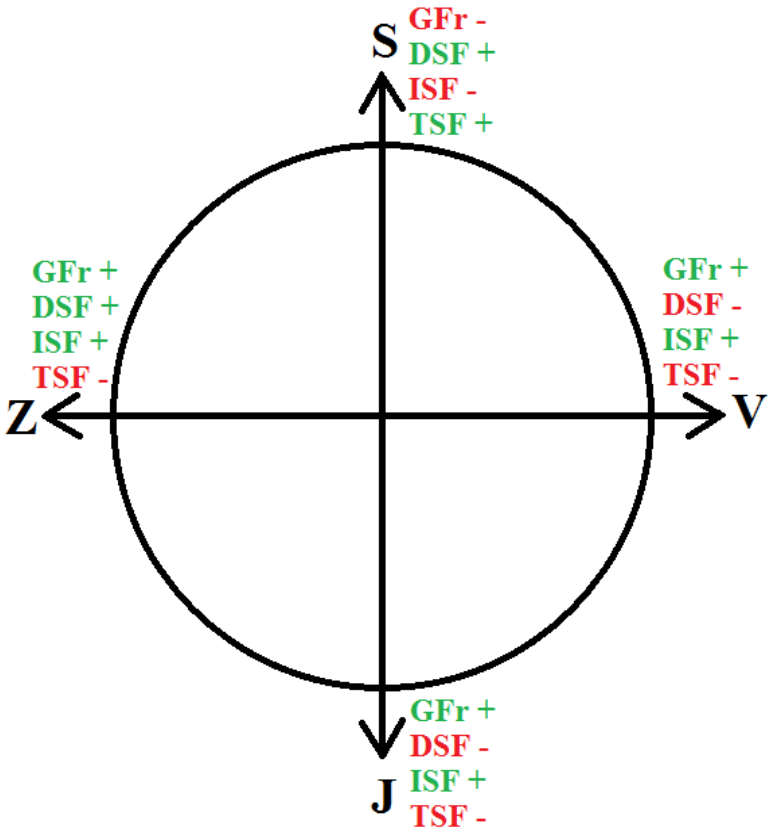
Gap Fraction (GFr), - procentický podíl mezer v porostu. Hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 10,5 % do 24,1 %. Ve výsledku ze všech kotlíků *(Tab. 6)* byla nejvyšší hodnota naměřena na východní straně, a to zhruba 18,6 %. Následovala jižní a východní část. Zde byly hodnoty jen nepatrně nižší a dosáhly shodně 11,8 %. V porovnání s ostatními stranami byla nejnižší hodnota naměřena na severní části, a to 17,1 %.

Direct Site Factor (DSF) – podíl přímého světla vůči volné ploše se pohyboval v rozmezí od 3,2 % do 44,6 %. Ve výsledcích přímého záření ze všech kotlíků byla nejvyšší hodnota naměřena na severní straně, a to 29,3 %. U ostatních stran bylo výrazné snížení, u západní strany 18,4 % a východní hodnota 17,3 %. Nejnižší hodnotu vykázala strana jižní, kde podíl přímého světla byl zhruba 10,5 %.

Indirect Site Factor (ISF) – podíl difuzního záření vykázal hodnoty, které se pohybovaly v rozmezí od 13,8 % do 31,6 %. V průměrných hodnotách difuzního záření byla nejvyšší hodnota naměřena na jižní straně kotlíku, a to 24,1 %. Následovaly strany západní s hodnotou 23,7 %, východní 23,4 %. První 3 hodnoty difuzního záření se příliš nelišily, ale severní strana vykázala oproti ostatním mírný propad na hodnotu přibližně 21,7 %.

Total Site Factor (TSF) se pohyboval od 4,9 % do 42,4 %. V průměrných souhrnech nejvyšších hodnot vykázala severní část 28,3 %. Výrazný propad vykázaly ostatní okraje kotlíku, a to strana západní 19,1 % a strana východní s 18,1 %. A výrazně nejmenších hodnot vykázala strana severní, která průměrně nepřesáhla hodnotu 12,3 %.

DSF/ISF- podíl přímého a difuzního záření se pohyboval od 0,2 do 1,7. V průměrných hodnotách podílů přímého a difuzního záření se nejvyšší hodnota vyskytovala v severní části kotlíku 1,4. Nižších hodnot dosáhly strany západní 0,8 a východní 0,7 a nejnižší hodnota byla naměřena na straně jižní, a to 0,4.



Obr. 17: Převažující světelné záření podle světových stran

U všech zkoumaných záření byla brána v potaz průměrná hodnota a následně porovnána *(Obr. 17)* s průměrnou hodnotou na 4 světových stranách (sever, jih, východ a západ). Červeně se znaménkem + bylo znázorněno vyšší záření nežli průměrné a červeně se znaménkem – nižší záření.

V severní části kotlíku bylo zvýšené záření DSF a TSF. Naopak nižší než průměrné hodnoty dosahovalo záření GFr a ISF.

V části východní převažovalo záření GFr a záření ISF. Nižší hodnoty vykázalo záření DSF a TSF.

Zvýšené hodnoty záření na jižní straně kotlíku byly naměřeny u GFr a ISF. Nižší hodnoty záření u DSF a TSF.

Západní část kotlíku měla nejvíce nadprůměrných hodnot, a to GFr, DSF A ISF. Podprůměrná hodnota byla naměřena jen u záření TSF.

5.2.1.1.3. Světlo v ekologických zónách

Tab. 7: Světlo v kruzích ekologických zón po provedení skupinových sečí

č.	ZKRATKA	ROK	GFr	DSF	ISF	TSF	DSF/ISF
1	**BK_m**	**Ezk_I**	13,07$_{(1,11)}$	5,66$_{(2,46)}$	18,35$_{(2,22)}$	7,31$_{(2,22)}$	0,31$_{(0,13)}$
		Ezk_II	12,00$_{(1,37)}$	7,63$_{(5,59)}$	16,10$_{(2,41)}$	8,73$_{(4,77)}$	0,51$_{(0,49)}$
		Ezk_III	10,21$_{(1,59)}$	10,63$_{(6,28)}$	12,58$_{(2,45)}$	10,89$_{(5,39)}$	0,91$_{(0,64)}$
2	**BK_v**	**Ezk_I**	25,26$_{(2,60)}$	23,11$_{(9,49)}$	33,71$_{(4,02)}$	24,49$_{(8,47)}$	0,68$_{(0,28)}$
		Ezk_II	20,09$_{(1,85)}$	23,27$_{(15,57)}$	25,69$_{(3,20)}$	23,58$_{(13,68)}$	0,90$_{(0,56)}$
		Ezk_III	14,37$_{(2,01)}$	23,75$_{(12,77)}$	17,67$_{(2,70)}$	22,96$_{(11,11)}$	1,35$_{(0,69)}$
3	**BK_m_p**	**Ezk_I**	14,78$_{(0,45)}$	11,12$_{(1,79)}$	19,39$_{(0,56)}$	12,20$_{(1,50)}$	0,58$_{(0,10)}$
		Ezk_II	13,85$_{(1,07)}$	11,97$_{(4,35)}$	17,20$_{(1,79)}$	12,65$_{(3,60)}$	0,72$_{(0,34)}$
		Ezk_III	13,48$_{(1,42)}$	13,78$_{(6,01)}$	16,33$_{(2,41)}$	14,11$_{(5,00)}$	0,89$_{(0,50)}$
4	**BK_v_p_o**	**Ezk_I**	26,36$_{(2,17)}$	26,13$_{(12,38)}$	34,95$_{(3,17)}$	27,28$_{(10,60)}$	0,77$_{(0,42)}$
		Ezk_II	19,23$_{(2,55)}$	23,43$_{(16,73)}$	24,23$_{(3,73)}$	23,53$_{(14,58)}$	0,98$_{(0,75)}$
		Ezk_III	14,28$_{(2,12)}$	20,76$_{(11,75)}$	16,82$_{(2,64)}$	20,25$_{(10,32)}$	0,98$_{(0,75)}$
5	**S_m**	**Ezk_I**	13,63$_{(0,06)}$	10,28$_{(2,21)}$	18,51$_{(0,31)}$	11,35$_{(1,90)}$	0,56$_{(0,12)}$
		Ezk_II	12,80$_{(0,71)}$	11,19$_{(4,79)}$	17,06$_{(1,41)}$	11,96$_{(4,18)}$	0,66$_{(0,30)}$
		Ezk_III	10,00$_{(0,85)}$	10,37$_{(5,42)}$	12,21$_{(1,34)}$	10,61$_{(4,76)}$	0,85$_{(0,40)}$
6	**S_v**	**Ezk_I**	23,57$_{(0,89)}$	22,15$_{(10,80)}$	31,57$_{(1,50)}$	23,38$_{(9,36)}$	0,71$_{(0,37)}$
		Ezk_II	19,87$_{(1,90)}$	23,92$_{(15,60)}$	25,50$_{(2,98)}$	24,13$_{(13,61)}$	0,94$_{(0,64)}$
		Ezk_III	15,44$_{(2,13)}$	24,39$_{(13,99)}$	18,66$_{(2,88)}$	23,64$_{(12,26)}$	1,31$_{(0,77)}$
7	**S_v_p_o**	**Ezk_I**	27,87$_{(1,04)}$	27,11$_{(11,11)}$	37,06$_{(1,51)}$	28,41$_{(9,71)}$	0,73$_{(0,30)}$
		Ezk_II	23,82$_{(1,64)}$	27,96$_{(15,96)}$	30,77$_{(2,56)}$	28,33$_{(14,00)}$	0,90$_{(0,51)}$
		Ezk_III	17,46$_{(2,09)}$	25,29$_{(13,38)}$	21,04$_{(2,90)}$	24,74$_{(11,66)}$	1,22$_{(0,68)}$
8	**S_m**	**Ezk_I**	17,11$_{(0,12)}$	13,15$_{(1,48)}$	21,94$_{(0,17)}$	14,29$_{(1,29)}$	0,60$_{(0,07)}$
		Ezk_II	16,08$_{(1,18)}$	15,73$_{(5,21)}$	20,35$_{(1,95)}$	16,34$_{(4,38)}$	0,80$_{(0,38)}$
		Ezk_III	14,13$_{(1,90)}$	14,08$_{(2,66)}$	16,24$_{(2,65)}$	14,37$_{(2,45)}$	0,89$_{(0,22)}$
9	**SM_v**	**Ezk_I**	26,20$_{(0,59)}$	25,41$_{(7,63)}$	34,58$_{(0,84)}$	26,60$_{(6,63)}$	0,74$_{(0,23)}$
		Ezk_II	23,65$_{(1,50)}$	26,89$_{(13,56)}$	30,23$_{(2,45)}$	27,33$_{(11,74)}$	0,90$_{(0,50)}$
		Ezk_III	19,09$_{(4,03)}$	21,99$_{(7,96)}$	23,74$_{(5,89)}$	22,22$_{(6,77)}$	1,02$_{(0,53)}$
10	**SM_m**	**Ezk_I**	18,35$_{(0,34)}$	19,53$_{(0,73)}$	23,04$_{(0,11)}$	19,98$_{(0,65)}$	0,85$_{(0,03)}$
		Ezk_II	18,22$_{(2,75)}$	20,59$_{(5,26)}$	22,60$_{(3,51)}$	20,85$_{(4,81)}$	0,92$_{(0,24)}$
		Ezk_III	17,11$_{(3,95)}$	19,06$_{(5,78)}$	20,89$_{(5,26)}$	19,40$_{(5,08)}$	0,95$_{(0,40)}$
SUMA		**Ezk_I**	**20,62$_{(0,94)}$**	**18,36$_{(6,01)}$**	**27,31$_{(1,44)}$**	**19,53$_{(5,23)}$**	**0,65$_{(0,20)}$**
		Ezk_II	**17,96$_{(1,65)}$**	**19,26$_{(10,26)}$**	**22,97$_{(2,60)}$**	**19,74$_{(8,94)}$**	**0,82$_{(0,47)}$**
		Ezk_III	**14,56$_{(2m21)}$**	**18,41$_{(8,60)}$**	**17,62$_{(3,11)}$**	**18,32$_{(7,48)}$**	**1,06$_{(0,55)}$**

(hodnoty v počtech jedinců na hektar, v závorce uváděná směrodatná odchylka)

Data v tabulce světla v ekologických zónách *(Tab. 6)* byla měřena v roce 2014 po provedení 10 skupinových sečí ve 3 porostních typech: bukový, smíšený, smrkový. Ekologické zóny byly zvoleny podle kotlíku a okolního mateřského porostu. (EZk_I – středová část kotlíku, EZk_II – přechodová část kotlíku, EZk_III – okrajová část kotlíku pod okolním mateřským porostem).

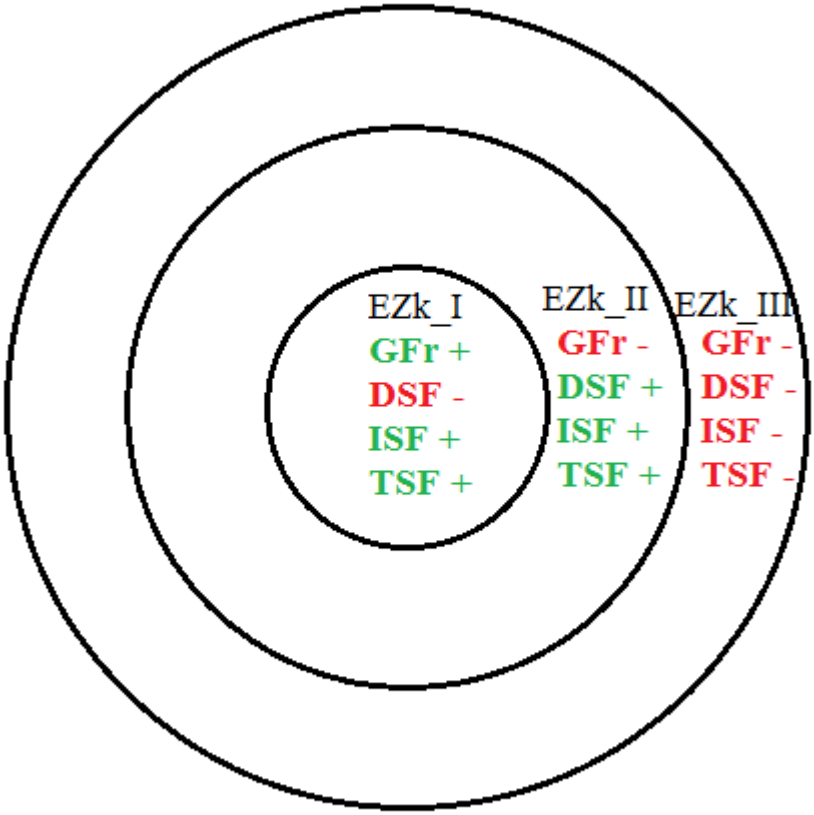
Gap Fraction (GFr), - procentický podíl mezer v porostu. Hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 10,2 % do 27,9 %. Ve výsledku ze všech kotlíků nejvyšší hodnota byla naměřena ve střední části skupinových sečí a to 20,6 % a postupně směrem k okraji se hodnota zmenšovala. V přechodové části byla naměřena hodnota 18,0 % a v okrajové části 14,6 %.

Direct Site Factor (DSF) – podíl přímého světla vůči volné ploše. Hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 5,7 % do 28,0 %. Podíl volného světla se průměrně příliš neliší při porovnání ekologických zón. Středová zóna vykázala průměrnou hodnotu 18,4 %, přechodová část nejvyšší hodnotu 19,3 % a ekologická zóna za stěnou porostu 18,4 %.

Indirect Site Factor (ISF) – podíl difuzního záření se pohyboval v hodnotách od 12,2 % do 37,1 %. Nejvyšší hodnota byla naměřena ve středové části skupinových sečí, a to hodnota 27, 3 % a směrem od středu se hodnoty průměrně snižovaly. Přechodová část měla hodnotu 23,0 % a okrajová část skupinových sečí hodnotu 17,6 %.

Total Site Factor (TSF) se hodnoty pohybovaly v rozmezí od 7,3 % do 28,3 %. Hodnoty v jednotlivých ekologických zónách se od sebe příliš nelišily. Hodnota středové části byla 19,5 %, totální záření v přechodové části vykázalo hodnotu překvapivě nejvyšší 19,7 % a hodnota okrajové části byla nejnižší, dosáhla hodnoty 18,3 %.

DSF/ISF- podíl přímého a difuzního záření se pohyboval v rozmezí hodnot od 0,3 do 1,4. Směrem od středu plochy se hodnoty zvyšovaly a středová část měla podíl přímého a difuzního záření nejnižší 0,7. Podíl hodnot v přechodové části oproti středové stoupl na hodnotu 0,8 a v části okrajové hodnota dosahovala 1,1.



Obr. 18: Převažující světelná radiace v ekologických zónách

U všech zkoumaných dřevin byla brána v potaz průměrná hodnota záření a následně porovnána *(Obr. 18)* s průměrnou hodnotou 3 ekologických zón kotlíku (střed, přechodová část a pod ochranou dospělého porostu). Zeleně se znaménkem + bylo znázorněno vyšší záření nežli průměrné a červeně se znaménkem – nižší záření.

Ve středové části kotlíku převažovala všechna záření (GFr, ISF a TSF) s výjimkou DSF, což je poměrně překvapivé zjištění. V přechodové části převažovala záření (DSF, ISF, TSF), nadprůměrných hodnot nedosahovalo jen záření GFr. Pod ochranou dospělého porostu podle očekávání nadprůměrných hodnot nedosahovalo žádné záření.

5.2.1.2. Přirozená obnova

5.2.1.2.1. Hustota celkového zmlazení

Inventarizace zmlazení *(Tab. 8)* byla prováděna 3 roky po sobě, a to vždy na podzim, v letech 2013, 2014, 2015. Zaznamenán byl výskyt dřevin listnatých i jehličnatých, cílových i pionýrských s různým zastoupením v jednotlivých letech.

Tab. 8: Vývoj hustoty zmlazení ve v letech 2013, 2014, 2015.

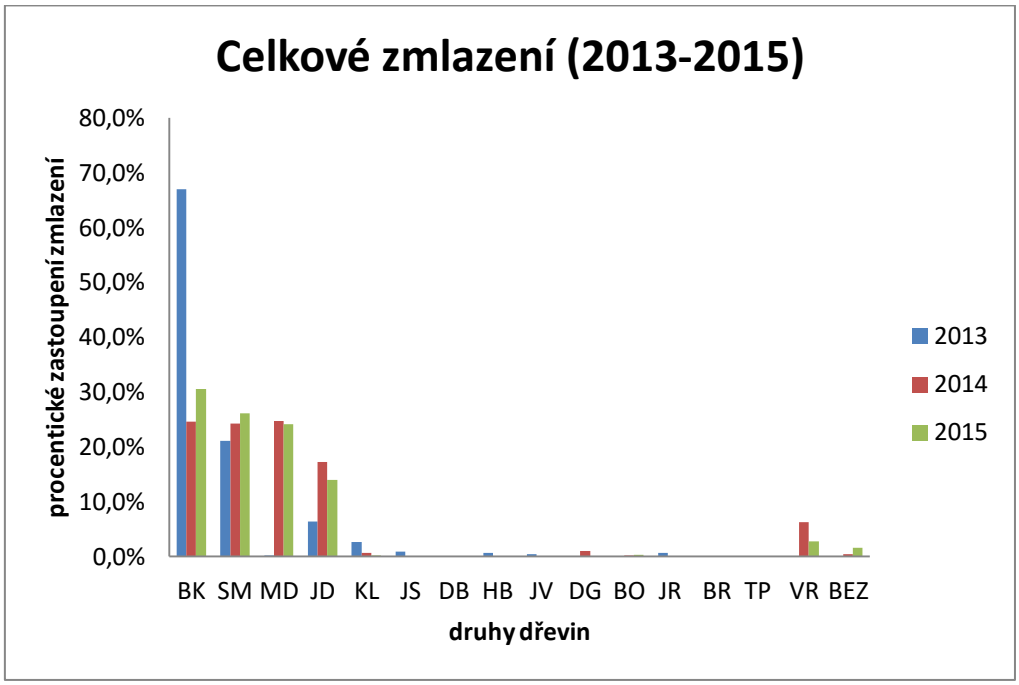
	2013	**2014**	**2015**
SM	$3106_{(12571)}$	$12635_{(32301)}$	$9467_{(29167)}$
JD	$1282_{(4935)}$	$9518_{(24415)}$	$5843_{(18235)}$
MD	$29_{(539)}$	$14448_{(27465)}$	$9945_{(25968)}$
BK	$12024_{(21769)}$	$14164_{(23146)}$	$12445_{(19728)}$
DB	-	$85_{(1597)}$	-
DG	-	$595_{(2808)}$	$28_{(530)}$
BO	-	$198_{(1587)}$	$140_{(1178)}$
HB	$114_{(1063)}$	-	$56_{(749)}$
JV	$57_{(1068)}$	$57_{(752)}$	-
KL	$456_{(2347)}$	$368_{(2745)}$	$84_{(1184)}$
JS	$171_{(1844)}$	$85_{(919)}$	$28_{(530)}$
JR	$114_{(1063)}$	$58_{(758)}$	-
BR	-	$29_{(537)}$	-
TP	-	$115_{(2147)}$	-
VR	$29_{(534)}$	$4079_{(10914)}$	$1489_{(5544)}$
SUMA	**17382**	**56434**	**39526**

V roce 2013 před provedením skupinových sečí, byl nejvýznamnější dřevinou v obnově buk, který činil téměř 70 % zmlazení, zhruba 12000 ks.ha^{-1}.Následoval smrk 3100 ks.ha^{-1} a jedle 1300 ks.ha^{-1}. Ostatní dřeviny zmlazovaly průměrně méně než 500 ks.ha^{-1}. Za zmínku stojí výskyt cenných listnáčů, u kterých se ale bohužel výskyt v následujících letech zmenšil. Modřínové zmlazení se kvůli svým ekologickým nárokům pod mateřským porostem téměř nevyskytovalo.

Při druhém měření prováděném na podzim roku 2014 bylo zaznamenáno 14 dřevin, 10 cílových a 4 pionýrské. Po provedení zásahu a zvýšení světelného požitku se začal razantně objevovat modřín, a to přibližně 14400 ks.ha^{-1}. V těsném závěsu buk 14200 ks.ha^{-1}. Třetí průměrně nejpočetnější dřevinou byl smrk s 12600 ks.ha-1 a čtvrtá jedle s 9500 ks.ha^{-1}.

Ostatní cílové dřeviny nepřesáhly průměrně 600 jedinců na hektar, nejvíce douglaska, u které se následující rok výskyt opět snížil na minimum. Pionýrská dřevina s nejvyšším průměrným zmlazením byla vrba s 4100 ks.ha^{-1}.

Při třetím a posledním měření uskutečněném na podzim v roce 2015 bylo zaznamenáno 11 dřevin. Průměrně nevyšších hektarových počtů bylo naměřeno u buku, přibližně 12400 ks.ha^{-1}. Následoval modřín s 9900 ks.ha^{-1}, smrk s 9500 ks.ha^{-1} a jedle s 5800 ks.ha^{-1}. Ostatní cílové dřeviny v průměrných hodnotách nepřesáhly 150 jedinců na hektar, nejvíce borovice. Z pionýrských dřevin nejvyšší průměrné hodnoty byly naměřeny u vrby, a to zhruba 1500 ks.ha^{-1}.

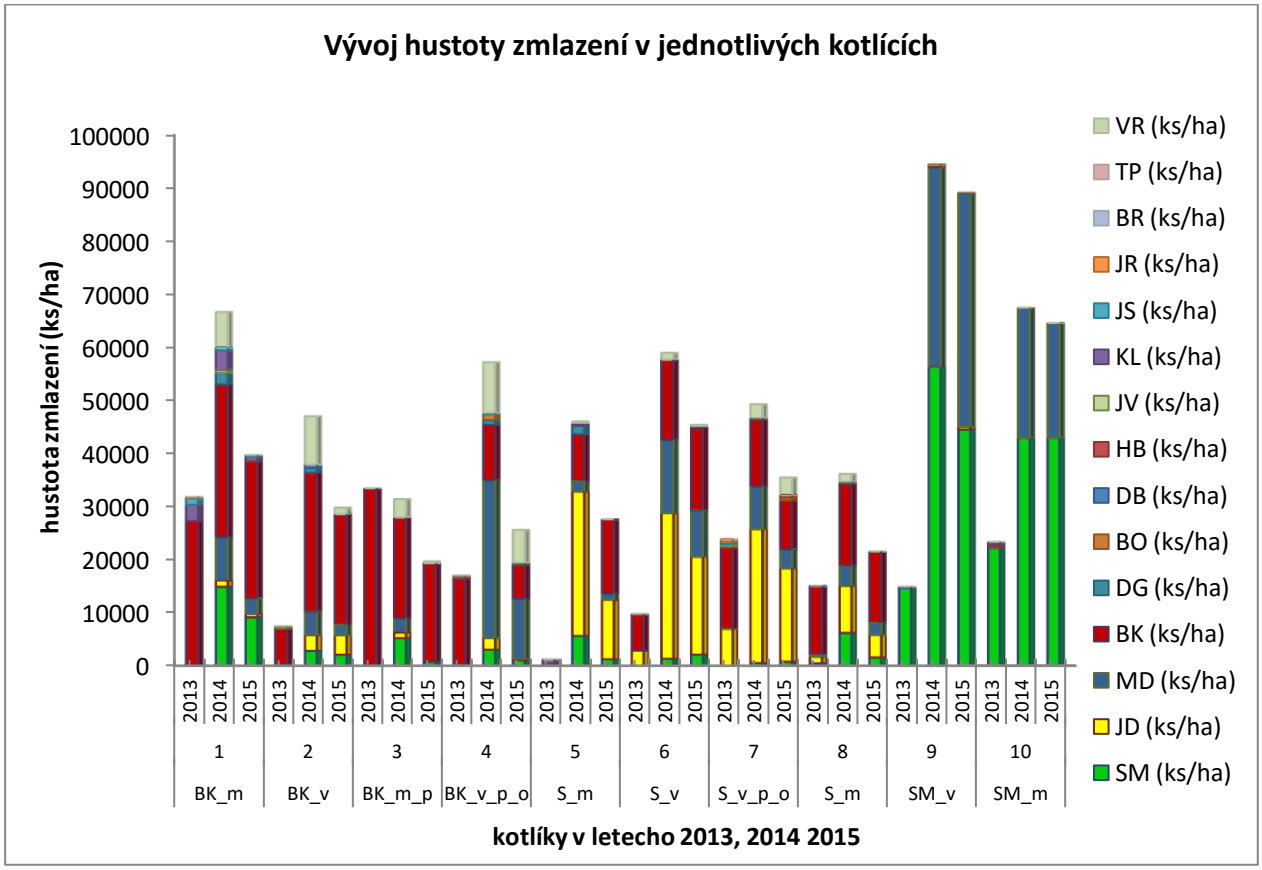


Obr. 19: Sloupcový graf zmlazení jednotlivých let (%)

Celkem v 10 porostních mezerách bylo zaznamenáno 15 druhů dřevin. Statisticky významných počtů jedinců ve zmlazení dosáhly jen 4 druhy dřevin *(Obr. 19)* a to buk, smrk, modřín a jedle. V prvním roce výrazně před realizací skupinových sečí dominoval v zastoupení buk, ale v následujících letech buk již nebyl v tak výrazné dominanci a v četnostech mu konkurují smrk, modřín a jedle. Ostatní dřeviny v přirozené obnově nejsou výrazně zastoupeny, z tohoto důvodu byly dále statisticky hodnoceny pouze dřeviny smrk, jedle, modřín, buk a zbylé dřeviny byly společně vyhodnoceny jako ostatní dřeviny.

5.2.1.2.2. Vývoj hustoty zmlazení skupinových sečí

V této podkapitole je popisně hodnocen vývoj zmlazení v letech 2013, 2014 a 2015 v 10 kotlících umístěných do 3 porostních typů *(Obr. 20)*.



Obr. 20: Vývoj hustoty zmlazení v deseti skupinových sečích v ks.ha^{-1}

Nejvyšších hektarových počtů bylo naměřeno ve smrkovém porostním typu, kotlíku velkém a i malém. V těchto kotlících zpravidla zmlazoval jen smrk a modřín. Po provedení zásahu se okamžitě zvýšila hustota u velkého na 90000 ks.ha^{-1} a malém 65000 ks.ha^{-1}.

Ve smrkových porostních typech nejvíce zmlazoval buk. V kotlíku velkém s přípravou půdy a oploceném, se též významně vyskytoval modřín v roce 2014, ale následující rok nastal úbytek. Trend úbytku mezi léty 2014 a 2015 byl pozorovatelný ve všech 10 kotlících. Z bukových kotlíků překvapivě nejvyšší četnost vykázal malý bukový, který dosáhl 65000 ks.ha^{-1} a zajímavé hodnoty dosáhl smrk, 15000 ks.ha^{-1} v roce 2014.

Jedle výrazně nejlépe zmlazovala ve smíšeném porostním typu a v roce 2014 dosahovala hodnot blížících se k 30000 ks.ha^{-1}. Hojně se též vyskytoval buk a modřín, ovšem smrk se překvapivě téměř nevyskytoval. Z pionýrských dřevin nejlépe zmlazovala vrba jíva.

Tab. 9: Přirozená obnova skupinových sečí v letech 2013, 2014, 2015 uváděná v počtech jedinců na hektar.

Č.	ZKRATKA	ROK	SM	JD	MD	BK	ostatní	SUMA
1	BK_m	2013	-	-	-	27273 (31051)	4545 (9712)	31818 (31270)
		2014	14848 (16793)	1212 (3314)	8182 (11579)	28788 (25342)	13636 (17996)	66667 (41357)
		2015	9091 (17565)	606 (3481)	3030 (6839)	25757 (20468)	3333 (9242)	41818 (31370)
2	BK_v	2013	-	213 (1459)	-	6808 (14311)	426 (2040)	7446 (14516)
		2014	2766 (5787)	2979 (7197)	4468 (7748)	26170 (34297)	11914 (1849+)	48298 (33707)
		2015	2041 (4991)	3673 (9285)	2041 (4991)	20816 (23702)	1224 (4393)	29796 (26338)
3	BK_m_p	2013	-	-	-	33448 (24389)	-	33448 (24389
		2014	5172 (10896)	1034 (3099)	2759 (5276)	18966 (16550)	3793 (8625)	31724 (20012)
		2015	670 (2579)	-	-	18621 (15289)	345 (1857)	19655 (14263)
4	BK_v_p_o	2013	200 (1414)	-	-	16200 (27096)	600 (2399)	17000 (27124)
		2014	3000 (7071)	2200 (7082)	29800 (36617)	10400 (12771)	12200 (18327)	57600 (51807)
		2015	1000 (3642)	200 (1414)	11400 (25253)	6400 (11021)	6600 (11536)	25600 (30717)
5	S_m	2013	-	400 (2000)	-	-	800 (2769)	1200 (3317)
		2014	5600 (12275)	27200 (23720)	2000 (5774)	8800 (16663)	2400 (5228)	46000 (38297)
		2015	1200 (3317)	11200 (12356)	1200 (3316)	14000 (26771)	400 (2000)	28000 (30276)
6	S_v	2013	-	2821 (6048)	-	6667 (15275)	256 (1601)	9743 (16462)
		2014	1282 (4091)	27436 (46437)	13846 (23240)	15128 (32025)	1282 (4091)	58974 (60035)
		2015	2051 (4690)	18462 (42023)	8718 (15590)	15641 (26832)	769 (2700)	45641 (51442)
7	S_v_p_o	2013	-	6905 (10930)	-	15238 (22978)	1905 (6713)	24048 (30207)
		2014	476 (2155)	25238 (38270)	8095 (16115)	12619 (20726)	3333 (6115)	49762 (46564)
		2015	714 (2607)	17619 (23249)	3571 (7908)	9286 (16438)	4524 (8323)	35714 (34862)
8	S_m	2013	417 (2041)	1250 (3378)	417 (2041)	12917 (15174)	-	15000 (16940)
		2014	6154 (6972)	8846 (11774)	3846 (8038)	15385 (16304)	2308 (6516)	36538 (23655)
		2015	1538 (3679)	4231 (8086)	2308 (5870)	13462 (16478)	-	21538 (16659)
9	SM_v	2013	14595 (19663)	-	-	-	270 (1644)	14865 (19887)
		2014	56316 (65859)	-	37632 (44566)	263 (1622)	263 (1622)	94474 (97390)
		2015	44474 (55004)	526 (3244)	43947 (55045)	-	263 (1622)	89211 (92718)
10	SM_m	2013	22083 (32966)	-	-	417 (2041)	833 (2823)	23333 (32660)
		2014	42917 (53445)	-	24583 (37181)	-	-	67500 (87190)
		2015	44783 (61708)	-	22609 (30184)	-	-	64583 (85464)
SUMA		2013	3114 (12588)	1286 (4931)	29 (535)	12057 (21791)	963 (1367)	17790 (18078)
		2014	7029 (24119)	16286 (43793)	7286 (20787)	16800 (28174)	5113 (9771)	55754 (5981)
		2015	9520 (29241)	5876 (18282)	10000 (26031)	12514 (19762)	1746 (2239)	40156 (4419)

(hodnoty v počtech jedinců na hektar, v závorce uváděná směrodatná odchylka)

Ve všech skupinových sečích, při sledování *(Tab. 9)* všech dřevin souhrnně, se po provedení zásahu hustota zmlazení zvýšila s výjimkou plochy č. 4, kde se hustota snížila jen o 5 %. Na všech ostatních plochách se hustota zmlazení z roku 2014 do 2015 snížila. Průměrně v roce 2013 se na plochách vyskytovalo zhruba 17800 jedinců na hektar, v roce 2014 průměrná hustota 55800 jedinců na hektar a v roce 2015 hustota 40200 jedinců na hektar.

Hustota smrkového zmlazení se po provedení zásahu zvýšila z 3100 jedinců na více jak 7000 ks.ha^{-1}. A následující rok 2015 se hustota dále zvýšila na hodnotu přibližně 9500 ks.ha^{-1}. Tyto hodnoty jsou výrazně ovlivněny smrkovým porostním typem, protože v těchto skupinových sečích smrk po provedení zásahu v letech 2014 a 2015 vždy dosáhl vyššího zmlazení než 40000 ks.ha^{-1}.

Nejvýrazněji na provedení zásahu zareagovala jedle, u které se hustota zmlazení průměrně zvýšila více než 12 krát, z necelých 1300 ks.ha^{-1} se po zásahu zvýšila hustota na 16300 ks.ha^{-1}. Následující rok 2015 se tak vysokých výsledků nedosáhlo a počty razantně klesly zhruba na třetinu loňských počtů, z 16300 ks.ha^{-1} na 5900 ks.ha^{-1}.

Modřínové zmlazení každý rok přibývalo. Razantní expanze se objevila po provedení zásahu, kde bylo naměřeno pouhých průměrně 29 jedinců na hektar, ale v roce 2014 se již zmlazovalo téměř 7300 ks.ha^{-1}, což je nárůst více než 250 krát více než pod zapojeným porostem. Následující rok hustota zmlazení opět přibývá a to až na hodnotu 10000 ks/ha.

Nejmenších změn před a po provedení zásahů zaznamenal buk, kde se hustota od roku 2013 do dvou let zvýšila jen nepatrně. Před provedením skupinových sečí, hustota zmlazení dosahovala 12100 ks.ha^{-1}. Po zásahu se hustota zvýšila na 16800 ks.ha^{-1}, ale následující rok se počty jedinců z přirozené obnovy snížili téměř na původní, a to na 12500 ks.ha^{-1}.

5.2.1.2.3. Hustota zmlazení v ekologických zónách

V této podkapitole je zkoumána hustota přirozené obnovy podle ekologických zón *(Obr. 15)*. Byly zvoleny 3 ekologické zóny podle postavení skupinové seče k mateřskému porostu. V zóně I. působí na přirozenou obnovu především světlo (zápoj). V zóně II. a zóně III. působí na přirozenou obnovu zápoj spolu s kořenovým systémem mateřského porostu. Hustota zmlazení je uváděna pro 4 dřeviny, které jsou nejvíce zastoupeny v přirozené obnově, a to pro smrk ztepilý, jedli bělokorou, modřín opadavý a buk lesní. Hustota zmlazení byla následně měřena v jednotlivých ekologických zónách *(Tab. 10)*.

Tab. 10: Hustota zmlazení skupinových sečí v roce 2015 rozdělena do ekologických zón (I - středová, II - přechodová, III – okrajová pod porostem)

č.	ZKRATKA	EZk	SM	JD	MD	BK	ostatní	SUMA
1	**BK_m**	EZk_I	5000 (7977)	-	833 (2887)	23333 (23484)	-	29167 (21515)
		EZk_II	16667 (26054)	1667 (5774)	5833 (9003)	23333 (17233)	-	47500 (34674)
		EZk_III	4444 (8819)	-	2222 (6667)	32222 (21082)	4444 (7265)	43333 (30414)
2	**BK_v**	EZk_I	2143 (4987)	714 (2623)	1429 (3563)	13929 (17709)	2143 (5681)	20357 (19528)
		EZk_II	-	7500 (12881)	3333 (7785)	40000 (31909)	-	50833 (32602)
		EZk_III	4444 (7265)	7778 (13944)	2222 (4410)	16667 (13229)	-	31111 (20883)
3	**BK_m_p**	EZk_I	-	-	-	13750 (10607)	-	13750 (10607)
		EZk_II	1667 (3892)	-	-	20833 (16765)	833 (2887)	23333 (13707)
		EZk_III	-	-	-	20000 (17321)	-	20000 (17321)
4	**BK_v_p_o**	EZk_I	1379 (4411)	345 (1857)	16207 (30168)	3448 (8567)	13103 (18728)	34483 (39332)
		EZk_II	833 (2887)	-	8333 (18007)	6667 (8876)	6667 (11547)	22500 (24909)
		EZk_III	-	-	-	15556 (15899)	-	15556 (15899)
5	**S_m**	EZk_I	-	6667 (5774)	3333 (5774)	33333 (11547)	-	43333 (37254)
		EZk_II	2500 (4523)	11667 (14035)	1667 (3892)	17500 (35452)	-	33333 (37254)
		EZk_III	-	12000 12293)	-	4000 (9661)	-	16000 (19550)
6	**S_v**	EZk_I	2500 (4472)	8125 (11673)	11250 (15438)	18750 (32016)	-	40625 (38379)
		EZk_II	3333 (6513)	10833 (15643)	9167 (21088)	12500 (27010)	833 (2887)	36667 (42068)
		EZk_III	-	41818 (73460)	4545 (6876)	14545 (19163)	909 (3015)	61818 (74272)
7	**S_v_p_o**	EZk_I	1765 (3930)	25882 (22377)	8235 (10744)	10000 (16583)	15882 (21523)	61765 (32449)
		EZk_II	-	3333 (8876)	833 (2887)	7500 (9653)	6667 (9847)	18333 (18007)
		EZk_III	-	20000 (28284)	-	10000 (21602)	-	30000 (42817)
8	**S_m**	EZk_I	6667 (5774)	3333 (5774)	6667 (11547)	10000 (10000)	-	26667 (15275)
		EZk_II	1538 (3755)	3846 (6504)	2308 (5991)	12308 (16909)	-	20000 (17795)
		EZk_III	-	5000 (10801)	1000 (3162)	16000 (18379)	-	22000 (16865)
9	**SM_v**	EZk_I	54615 (25695)	1538 (5547)	84615 (62798)	-	-	140769 (67757)
		EZk_II	75833 (78446)	-	46667 (41414)	-	833 (2887)	123333 (105083)
		EZk_III	5385 (16641)	-	769 (2774)	-	-	6154 (16602)
10	**SM_m**	EZk_I	170000 (98995)	-	60000 (0)	-	-	230000 (98995)
		EZk_II	57500 (45352)	-	33333 (32004)	-	-	90833 (69734)
		EZk_III	-	-	-	-	-	-
SUMA		EZk_I	9924 (28379)	4962 (12488)	15954 (34747)	11298 (18745)	5420 (12488)	47557 (54675)
		EZk_II	15868 (38809)	3884 (9431)	11074 (23798)	14050 (22457)	1570 (5478)	46446 (56330)
		EZk_III	1456 (6918)	9320 (28910)	1068 (3682)	12136 (17526)	485 (2574)	24466 (36130)

(hodnoty v počtech jedinců na hektar, v závorce uváděná směrodatná odchylka)

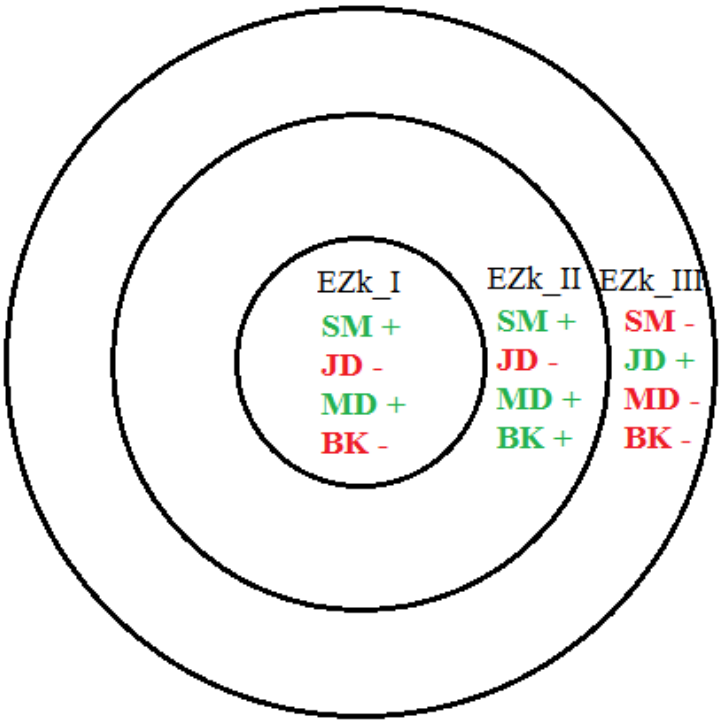
Ve všech 3 kruzích ekologických zón se vyskytovalo zmlazení, ale v různých četnostech dle světelných a ekologických nároků dřevin. Výsledky jsou rozdílné, nejvyšších počtů jedinců přirozené obnovy na jedné plošce bylo zaznamenáno ve středu, pod mateřským porostem i v přechodové zóně. Při součtu dřevin se nejvyšší četnost dřevin průměrně vyskytovala ve středu skupinových sečí, a to téměř 47600 ks.ha^{-1}. Jen o málo méně se zmlazovaly dřeviny v přechodové zóně pod stěnou okolního porostu, 46400 ks.ha^{-1}. A pod porostem dřeviny zmlazovaly lehce nad polovinu předchozích počtů, zhruba 2500 ks.ha^{-1}.

Smrk se nejvíce zmlazoval na přechodu mezi osluněnou plochou a mateřským porostem, kde dosáhl průměrného hektarového zmlazení 15900 jedinců, ve středu sečí dosáhl 9900 ks.ha^{-1} a pod mateřským porostem vykázal jen necelých 1500 jedinců na hektar. Pod porostem se zmlazení smrku objevilo jen ve 2 z 10 ploch.

Jedle v přehledu hustot zmlazení v ekologických zónách potvrdila, že je stínomilnou dřevinou a nejvyšších četností dosáhla pod mateřským porostem 9300 jedinců na hektar. Zmlazení na osluněné a přechodné části kotlíků dosáhlo přibližně polovičních hodnot, a to na osluněné 5000 ks.ha^{-1} a přechodové 3900 ks.ha^{-1}.

Modřín v přehledu hustot zmlazení potvrdil svou světlomilnost a s předpokladem menšího světelného požitku se snižovala i hustota zmlazení. Nejvyšších hodnot zmlazení bylo průměrně ve středové části kotlíku, a to téměř 16000 ks.ha^{-1}. Méně se zmlazoval v přechodové části kotlíků, kde vykázal hodnot 11100 ks.ha^{-1}. Výrazně nejmenší hodnoty byly naměřeny pod mateřským porostem, průměrně necelých 1100 jedinců na hektar.

Nejmenších výkyvů hustoty zmlazení, s ohledem na ekologické zóny, bylo naměřeno u buku, který nejvyšších hodnot zmlazení dosáhl v přechodové části, a to 14100 ks.ha^{-1}. Zbylé hodnoty pod porostem a na osluněné části se od sebe téměř nelišily. Ve středu koltíků se zmlazoval v průměrných počtech 12100 ks.ha^{-1} a pod porostem 11300 ks.ha^{-1}.



Obr. 21: Převažující hustota zmlazení v ekologických zónách

U všech zkoumaných dřevin byla brána v potaz průměrná hodnota zmlazení a následně porovnána *(Obr. 21)* s průměrnou hodnotou 3 ekologických zón kotlíku (střed, přechodová část a pod ochranou dospělého porostu). Zeleně se znaménkem + bylo znázorněno vyšší zmlazení nežli průměrné a červeně se znaménkem − nižší zmlazení.

Ve středu kotlíku nadprůměrných hodnotu zmlazení dotahovali smrk a modřín. V přechodové části se vyskytovalo nejvíce dřevin s nadprůměrnými hodnotami. K smrku a modřínu zde přibyl buk, který nejvíce zmlazoval právě v přechodové zóně kotlíku. Pod ochranou okolního dospělého porostu převažovala jediná dřevin, a to jedle.

5.2.1.2.4. Hustota zmlazení výsečí světových stran - expozic

Každá skupinová seč byla rozdělena na 4 výseče. Výseče byly orientovány podle světových stran – sever, východ, jih a západ *(Obr. 14)*. Ve výsečích byla měřena hustota zmlazení *(Tab. 11)*.

Tab. 11: Hustota zmlazení podle světových stran

č.	ZKRATKA	VÝSEČ	SM	JD	MD	BK	ostatní	SUMA
1	BK_m	S	2500 (7071)	-	-	32500 (19821)	5000 (7560)	40000 (22039)
		V	11429 (15736)	-	4286 (11339)	34286 (28200)	-	50000 (18257)
		J	3750 (5175)	-	2500 (4629)	12500 (12817)	-	18750 (18851)
		Z	18889 (28038)	2222 (6667)	5556 (7265)	25556 (17401)	-	52222 (41767)
2	BK_v	S	3000 (6749)	3000 (6749)	3000 (6749)	9000 (11972)	-	18000 (14757)
		V	-	1538 (3755)	1538 (5547)	27692 (29483)	-	30769 (30676)
		J	3571 (6333)	714 (2673)	1429 (3631)	17143 (19386)	1429 (3631)	24286 (18694)
		Z	1818 (4045)	10909 (16404)	2727 (4671)	30000 (26077)	3636 (8090)	49091 (29480)
3	BK_m_p	S	1667 (4082)	-	-	18333 (18348)	-	20000 (16733)
		V	-	-	-	23333 (17321)	-	23333 (17321
		J	-	-	-	25000 (10488)	-	25000 (10488)
		Z	1429 (3780)	-	-	7143 (9512)	1429 (3780)	10000 (8165)
4	BK_v_p_o	S	2727 (6467)	-	8182 (12505)	8182 (13280)	19091 (25082)	38182 (26765)
		V	-	-	-	6923 (12506)	2308 (8321)	9231 (13821)
		J	833 (2887)	-	5833 (9962)	7500 (12154)	2500 (4523)	16667 (18749)
		Z	769 (2774)	769 (2774)	26923 (41510)	3846 (6504)	10769 (10377)	43077 (45531)
5	S_m	S	-	5000 (8367)	3333 (5164)	6667 (16330)	-	15000 (23452)
		V	2000 (4472)	14000 (13416)	-	14000 (11402)	-	30000 (18708)
		J	-	6667 (12111)	-	36667 (45898)	-	43333 (51640)
		Z	2857 (4880)	20000 (11547)	1429 (3780)	-	-	24286 (18127)
6	S_v	S	1000 (3162)	5000 (8498)	16000 (24129)	4000 (6992)	1000 (3162)	27000 (28304)
		V	4444 (7265)	5556 (10138)	7778 (9718)	22222 (33830)	-	40000 (50990)
		J	1250 (3536)	8750 (14577)	6250 (14079)	21250 (22321)	-	37500 (23146)
		Z	1818 (4045)	49091 (70492)	5455 (10357)	18182 (34588)	909 (3015)	75455 (73398)
7	S_v_p_o	S	1000 (3162)	1000 (3162)	2000 (4216)	8000 (11353)	5000 (7071)	17000 (14944)
		V	1111 (3333)	11111 (13642)	8889 (13642)	6667 (10000)	11111 (17638)	38889 (37896)
		J	-	36364 (26560)	909 (3015)	11818 (18878)	4545 (9342)	53636 (31072)
		Z	909 (3015)	17273 (24532)	2727 (6467)	10909 (23002)	12727 (24532)	44545 (51257)
8	S_m	S	1667 (4082)	5000 (12247)	-	15000 (23452)	-	21667 (21370)
		V	-	8000 (10954)	6000 (8944)	8000 (8367)	-	22000 (13038)
		J	4286 (5345)	2857 (4880)	1429 (3780)	15714 (11339)	-	24286 (11339)
		Z	-	2857 (4880)	-	12857 (21381)	-	15714 (20702)
9	SM_v	S	13000 (24967)	2000 (6325)	35000 (64850)	-	1000 (3162)	51000 (87870)
		V	83000 (77467)	-	39000 (34464)	-	-	122000 (106542)
		J	51111 (44284)	-	42222 (44096)	-	-	93333 (76649)
		Z	30000 (37033)	-	40000 (41748)	-	-	70000 (77275)
10	SM_m	S	15000 (36742)	-	11667 (28577)	-	-	26667 (65320)
		V	28333 (31885)	-	25000 (37283)	-	-	53333 (66533)
		J	34000 (46690)	-	22000 (31937)	-	-	56000 (77974)

	Z	$83333_{(95638)}$	-	$21667_{(25626)}$	-	-	$105000_{(119624)}$
SUMA	**S**	$4096_{(13884)}$	$2048_{(6000)}$	$8916_{(26915)}$	$9639_{(15574)}$	$3855_{(11352)}$	$28554_{(39882)}$
	V	$13256_{(37712)}$	$3256_{(8035)}$	$8953_{(20294)}$	$14767_{(22055)}$	$1512_{(7115)}$	$41744_{(55671)}$
	J	$8837_{(23883)}$	$6279_{(15945)}$	$7791_{(20773)}$	$14070_{(20081)}$	$1163_{(4178)}$	$38140_{(42799)}$
	Z	$11111_{(34100)}$	$11556_{(30313)}$	$10889_{(24524)}$	$11889_{(21194)}$	$3778_{(10766)}$	$49222_{(58005)}$

(hodnoty v počtech jedinců na hektar, v závorce uváděná směrodatná odchylka)

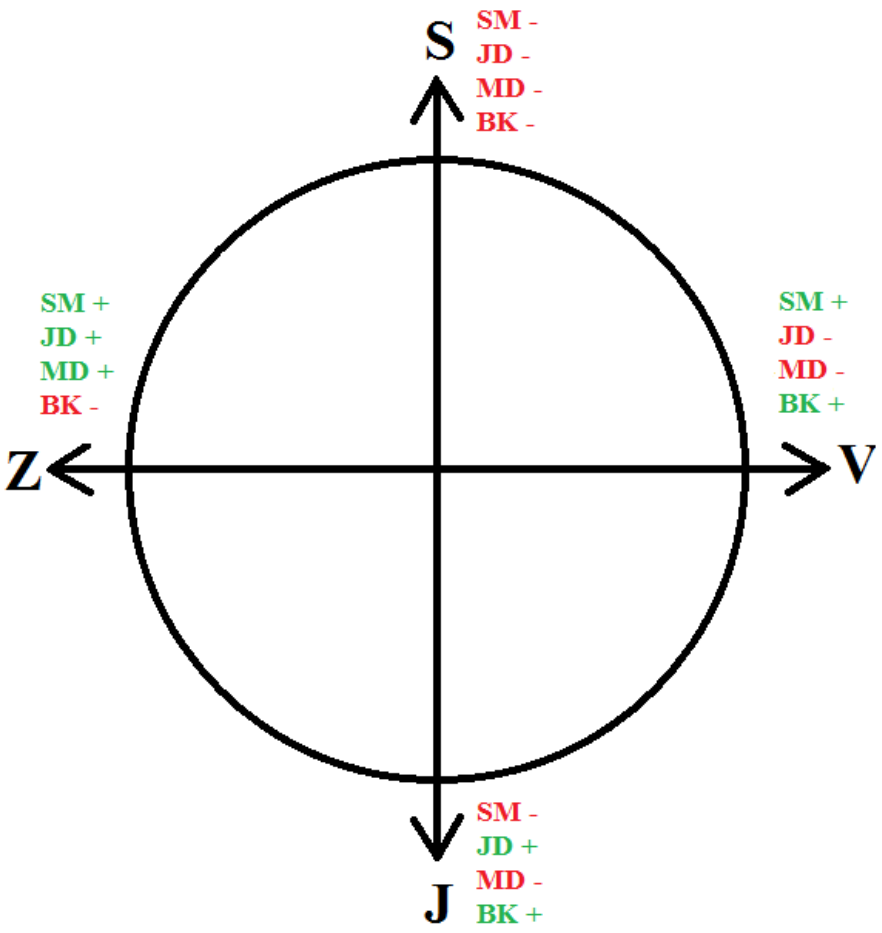
Přirozená obnova všech 4 dřevin (smrk ztepilý, jedle bělokorá, modřín opadavý a buk lesní) se vyskytovala ve všech 4 expozicích od středu kotlíku. Nestalo se, že by se v součtu na jedné straně vyskytovalo nulové zmlazení, ale dřeviny se zmlazovaly v různých četnostech s ohledem na jednotlivé zkoumané plochy. Výsledky jsou rozdílné, nejvyšší počty jedinců přirozené obnovy při sečtení všech dřevin, se vyskytovaly na západní světové straně, a to 49200 ks.ha^{-1}. O něco méně jedinců zmlazení se vyskytovalo při východní straně kotlíku, 41700 ks.ha^{-1}. Následovala západní strana s 38100 ks.ha^{-1} a nejméně jedinců 28600 ks.ha^{-1} bylo naměřeno na severní straně.

Smrkové zmlazení bylo nejčetněji naměřeno na straně východní, s četností necelých 13300 ks.ha^{-1}. Druhou nejčetnější světovou stranou byl západ s 11100 ks.ha^{-1}. Následovala strana jižní s 8800 ks.ha^{-1} a nejméně se smrk zmlazoval na straně severní 4100 ks.ha^{-1}.

U jedle docházelo asi k nejmarkantnějším rozdílům v hustotě zmlazení. Výrazně nejvyšších počtu vykázala na straně západní s počtem téměř 11600 ks.ha^{-1}. Následoval výrazný pokles hustoty, východní strana 6300 ks.ha^{-1}. A ještě výrazněji méně zmlazovala jedle na zbylých 2 světových stranách, východní necelých 3300 ks.ha^{-1} a severní 2000 ks.ha^{-1}.

U modřínu se četnost zmlazení v závislosti na světových stranách příliš neměnila. Nejvyšší hustota byla naměřena na západní straně, 10900 ks.ha^{-1}. Následovaly 2 strany s obdobným výsledkem, východní a severní strana necelých 9000 ks.ha^{-1}. Nejméně bylo naměřeno na jižní části kotlíku, a to 7800 jedinců na hektar.

U buku se nejvyššího počtu zmlazení zaznamenalo na jižní a východní straně, konkrétně 14800 ks.ha^{-1}na východní straně a 14100 ks.ha^{-1} na straně jižní. Následovala strana západní, kde se zaznamenalo 11900 ks.ha^{-1} a strana s nejmenší průměrnou hustotou zmlazení buku byla strana severní, 9600 jedinci na hektar.



Obr. 22: Převažující zmlazení podle světových stran

U všech zkoumaných záření byla brána v potaz průměrná hodnota zmlazení a následně porovnána *(Obr. 22)* s průměrnou hodnotou na 4 světových stranách (sever, jih, východ a západ). Zeleně se znaménkem + bylo znázorněno vyšší záření nežli průměrné a červeně se znaménkem − nižší záření.

Smrk nejvíce zmlazoval na východní straně kotlíku a modřín na straně západní. Hustota zmlazení buku nadprůměrných hodnot dosáhla na východní, jižní i západní straně, méně zmlazení vykázal jen na straně severní. Jedle nejlépe zmlazovala na straně jihozápadní.

Severní strana dosahovala nejnižších četností zmlazení, naopak nejlépe přirozená obnova probíhala na straně západní.

5.2.1.2.5. Vývoj hustoty zmlazení 2013 – 2015

Tab. 12: Hustota zmlazení v ks.ha^{-1} vybraných hlavních dřevin před zásahem (podzim 2013) a 2 roky po zásahu (podzim 2015) a dynamika - mortalita obnovy [%]

č.	označení kotlíku	SM	MD	JD	BK	cílové celkem	pionýrské celkem	Celkem
1	BK_m 2013 [ks/ha]	0	0	0	27273	**31515**	**303**	**31818**
	BK_m 2015 [ks/ha]	9091	3030	606	25758	**39697**	**0**	**39697**
	dynamika_14-15 [%]	-39	-63	-50	-11	**-34**	**-100**	**-40**
2	BK_v_ 2013	213	0	0	6808	**7234**	**213**	**7447**
	BK_v_ 2015	2041	2041	3673	20816	**28571**	**1224**	**29796**
	dynamika_14-15	-26	-54	23	-20	**-25**	**-87**	**-37**
3	BK_m_p 2013	0	0	0	33448	**33448**	**0**	**33448**
	BK_m_p 2015	670	0	0	18621	**19310**	**345**	**19655**
	dynamika_14-15	-87	-100	-100	-2	**-31**	**-90**	**-37**
4	BK_v_p_o 2013	200	0	0	16200	**16800**	**200**	**17000**
	BK_v_p_o 2015	1000	11400	200	6400	**19400**	**6200**	**25600**
	dynamika_14-15	-67	-62	-91	-38	**-59**	**-35**	**-55**
5	S_m 2013	0	0	400	0	**1200**	**0**	**1200**
	S_m 2015	1200	1200	11200	14000	**27600**	**0**	**27600**
	dynamika_14-15	-79	-40	-59	59	**-39**	**-100**	**-40**
6	S_v 2013	0	0	2821	6667	**9744**	**0**	**9744**
	S_v 2015	2051	8718	18462	15641	**45128**	**256**	**45385**
	dynamika_14-15	60	-37	-33	3	**-22**	**-80**	**-23**
7	S_v_p_o 2013	0	0	6905	15238	**23333**	**476**	**23810**
	S_v_p_o 2015	714	3571	17619	9286	**32143**	**3333**	**35476**
	dynamika_14-15	50	-56	-30	-26	**-31**	**27**	**-28**
8	S_m 2013	417	417	1250	12917	**15000**	**0**	**15000**
	S_m 2015	1538	2308	4231	13462	**21538**	**0**	**21538**
	dynamika_14-15	-75	-40	-52	-13	**-38**	**-100**	**-40**
9	SM_v 2013	14595	0	0	0	**14865**	**0**	**14865**
	SM_v 2015	44474	43947	526	0	**89211**	**0**	**89211**
	dynamika_14-15	-21	17	100	-100	**-6**	**0**	**-6**
10	SM_m 2013	22083	0	0	417	**23333**	**0**	**23333**
	SM_m 2015	44783	22609	0	0	**64583**	**0**	**64583**
	dynamika_14-15	0	-12	0	0	**-4**	**0**	**-4**

(kotlík: BK – bukový, S – smíšený, SM – smrkový, m – malý, v – velký, p – příprava půdy, o - oploceno).

Vývoj hustoty zmlazení je popsán po 2 letech od provedení skupinové seče (2013 - 2015) na 4 dřevinách (smrk, modřín, jedle a buk), u kterých byly zaznamenány nejvyšší počty zmlazení. *Tab. 12* je barevně odlišena na 10 pruhů v řádcích, znázorňující 10 kotlíků. Řádky s názvem "dynamika_14-15" znázorňují přehledný vývoj za poslední 2 roky (2014 - 2015).

Před těžebním zásahem (podzim 2013) dominoval v obnově buk v poměrně vysoké hustotě, mimo jehličnatý typ, kde dominoval smrk. Vytvoření kotlíků vedlo většinou ke zvýšení hustoty původních dřevin a významně iniciovalo obnovu dalších dřevin – cílových i pionýrských (podzim 2014). Příprava půdy ani oplocení přitom nemělo vliv na hustotu obnovy cílových dřevin s výjimkou modřínu v bukovém kotlíku. Během následujícího vývoje (podzim 2015) dochází k poměrně vysoké mortalitě většiny dřevin - v průměru okolo

40 % u cílových a okolo 90 % u pionýrských druhů. Oplocení sice mělo pozitivní vliv na mortalitu pionýrských druhů (JIV, JR), které jsou zvěří likvidovány přednostně, kupodivu však nemělo vliv na mortalitu cílových druhů - zřejmě kvůli vyšší konkurenci buřeně v porovnání s neoplocenými kotlíky.

Obnova jehličnatých dřevin probíhá nejsnáze v jehličnatých porostech, hůře ve smíšených a nejhůře v bukových. Výhodnější jsou přitom větší obnovní prvky nad 0,04 ha. S pohledu vytváření smíšených porostů se tedy jako nejvhodnější jeví použití větších obnovních prvků v jehličnatých či smíšených porostech. Hodnocení efektu oplocení a mechanické přípravy vyžaduje delší dobu sledování.

5.2.1.3. Poslední výškový přírůst

V podkapitole poslední výškový přírůst jsou zaznamenána data 3 roků po sobě.

Tab. 13: Přehledová tabulka posledního výškového přírůstu smrku, jedle, modřínu a buku v létech 2013, 2014, 2015uváděná v centimetrech

	2013	**2014**	**2015**
SM	$1{,}3_{(0{,}5)}$	$1{,}4_{(0{,}8)}$	$3{,}4_{(1{,}4)}$
JD	$1{,}4_{(1{,}2)}$	$1{,}1_{(0{,}9)}$	$3{,}3_{(1{,}2)}$
MD	$6{,}0_{(-)}$	$6{,}3_{(2{,}5)}$	$9{,}7_{(3{,}5)}$
BK	$3{,}4_{(2{,}4)}$	$2{,}5_{(2{,}1)}$	$6{,}4_{(3{,}7)}$
SUMA	$3{,}0_{(3{,}2)}$	$2{,}8_{(3{,}1)}$	$5{,}7_{(6{,}1)}$

Přírůsty v roce 2013 jsou měřené pod dospělým porostem před provedením skupinové seče *(Tab. 13)*.

Smrk v prvním roce na uvolnění příliš nezareagoval a průměrný přírůst se zvýšil o 0,1 cm (1,3 cm na 1,4 cm), ale v druhém roce se přírůst zvýšil o 2,1 cm (1,3 cm na 3,4 cm).

Jedli se po prvním roce po uvolnění průměrný výškový přírůst snížil o 0,3 cm (1,4 cm na 1,1 cm), ale v druhém roce po uvolnění se přírůst zvýšil o 1,9 cm (1,4 cm na 3,4 cm).

Přírůst modřínu v prvním roce po uvolnění se zvýšil přírůst o 0,3 cm (6 cm na 6,3 cm) ale druhý rok již zareagoval výrazněji, a to o 3,7 cm (6 cm na 9,7 cm).

Průměrný výškový přírůst buku první rok po uvolnění klesl o 0,9 cm (3,4 cm na 2,5 cm) ale druhý rok po uvolnění se zvýšil o 3 cm (3,4 cm na 6,4 cm).

5.2.1.4. Výškové třídy

Výškové třídy byly řešeny u smrku ztepilého, jedle bělokoré, modřínu opadavého a buku lesního z důvodu významných četností v přirozené obnově. V *Tab. 14* jsou data z podzimu 2015, tudíž 2 roky po provedení skupinových sečí.

Tab. 14: Zastoupení dřevin ve výškových třídách v roce 2015 v ks.ha^{-1}

č.	ZKRATKA	VÝSKOVÁ TŘÍDA	SM	JD	MD	BK
1	BK_m	do 20 cm	7879	-	2121	12727
		20 - 50cm	1212	606	909	12727
		nad 50 cm	-	-	-	303
2	BK_v	do 20 cm	1429	1633	1633	10000
		20 - 50 cm	612	-	408	9184
		nad 50 cm	-	-	-	1633
3	BK_m_p	do 20 cm	690	-	-	5517
		20 - 50cm	-	-	-	12414
		nad 50 cm	-	-	-	690
4	BK_v_p_o	do 20 cm	600	200	9000	3000
		20 - 50 cm	400	-	2400	3000
		nad 50 cm	-	-	-	400
5	S_m	do 20 cm	800	11200	1200	13600
		20 - 50cm	400	-	-	400
		nad 50 cm	-	-	-	-
6	S_v	do 20 cm	2051	18462	7179	10790
		20 - 50 cm	-	-	1538	2821
		nad 50 cm	-	-	-	2051
7	S_v_p_o	do 20 cm	476	16905	2857	6905
		20 - 50cm	238	476	714	2143
		nad 50 cm	-	-	-	238
8	S_m	do 20 cm	1539	4231	1924	12308
		20 - 50 cm	-	-	385	1154
		nad 50 cm	-	-	-	-
9	SM_v	do 20 cm	43158	526	38158	-
		20 - 50cm	1316	-	5789	-
		nad 50 cm	-	-	-	-
10	SM_m	do 20 cm	40417	-	17917	-
		20 - 50 cm	2500	-	3750	-
		nad 50 cm	-	-	-	-
SUMA		do 20 cm	9904	5316	8199	7485
		20 - 50cm	668	108	1589	4384
		nad 50 cm	-	-	-	532

K uvolnění zmlazení došlo v krátké době (před 2 lety), z tohoto důvodu se zmlazení vyskytuje převážně ve výškové třídě do 20 cm. Všeobecně nejvyšší zmlazení bylo bukové, které jako jediné přesáhlo výšku 50 cm. Naopak jedle téměř nepřesáhla 20 cm.

5.2.1.5. Bylinná vegetace

Pokryvnost bylin byla měřena tři roky po sobě vždy na podzim v letech 2013, 2014 a 2015. Na každé plošce byla zaznamenána celková pokryvnost bylinného patra v procentech a nejvíce zastoupený druh.

Tab. 15: Souhrnná tabulka pokryvnosti bylin v letech 2013, 2014, 2015

%	2013	2014	2015
Pokryvnost bylin	$7,0_{(8)}$	$15,3_{(18)}$	$17,4_{(20)}$

V tabulce znázorňující souhrnný popis bylinného patra je patrný vývoj pokryvnosti v jednotlivých letech *(Tab. 15).* V roce 2013 (před těžbou) byla průměrná pokryvnost kotlíků 7 %. Po provedení skupinových sečí se pokryvnost zvýšila na 15,3 % a následující rok se ještě zvýšila na 17,4 %.

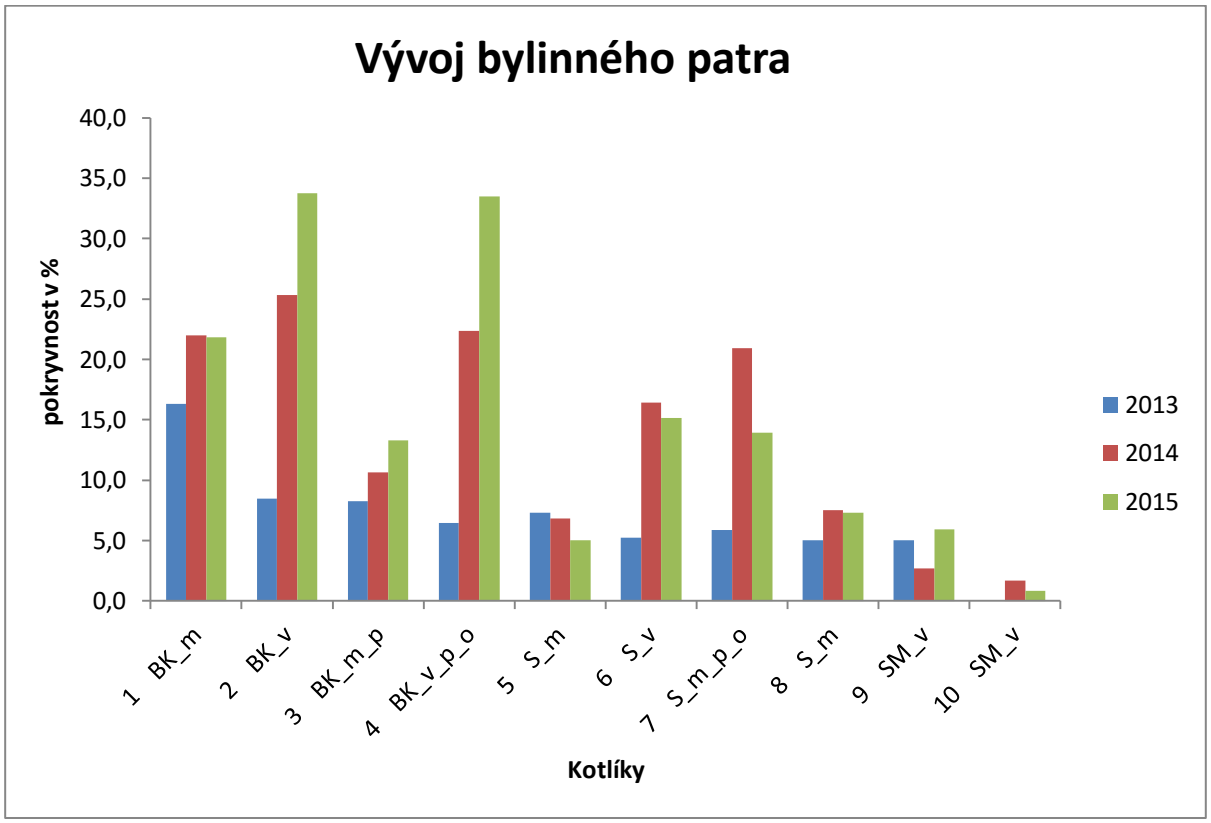
Tab. 16: Znázornění vývoje pokryvnost bylin v letech 2013, 2014, 2015

	ZKRATKA	2013	2014	2015
1	**BK_m**	16,3	22,0	21,8
2	**BK_v**	8,4	25,3	33,8
3	**BK_m_p**	8,3	10,6	13,3
4	**BK_v_p_o**	6,4	22,3	33,5
5	**S_m**	7,3	6,8	5,0
6	**S_v**	5,2	16,4	15,1
7	**S_v_p_o**	5,9	21,0	13,9
8	**S_m**	5,0	7,5	7,3
9	**SM_v**	5,0	2,7	5,9
10	**SM_m**	0,0	1,7	0,8

(kotlík: BK – bukový, S – smíšený, SM – smrkový, m – malý, v – velký, p – příprava půdy, o - oploceno).

V prvním roce po zásahu skupinovou sečí *(Tab. 16)* se projevila velikost obnovního prvku na pokryvnosti zmlazení. V malých bukových a smíšených kotlících, pokud se pokryvnost bylin zvýšila, tak nejvýše o 5,7 % s výjimkou S_m_p_o, kde po uvolnění bylo

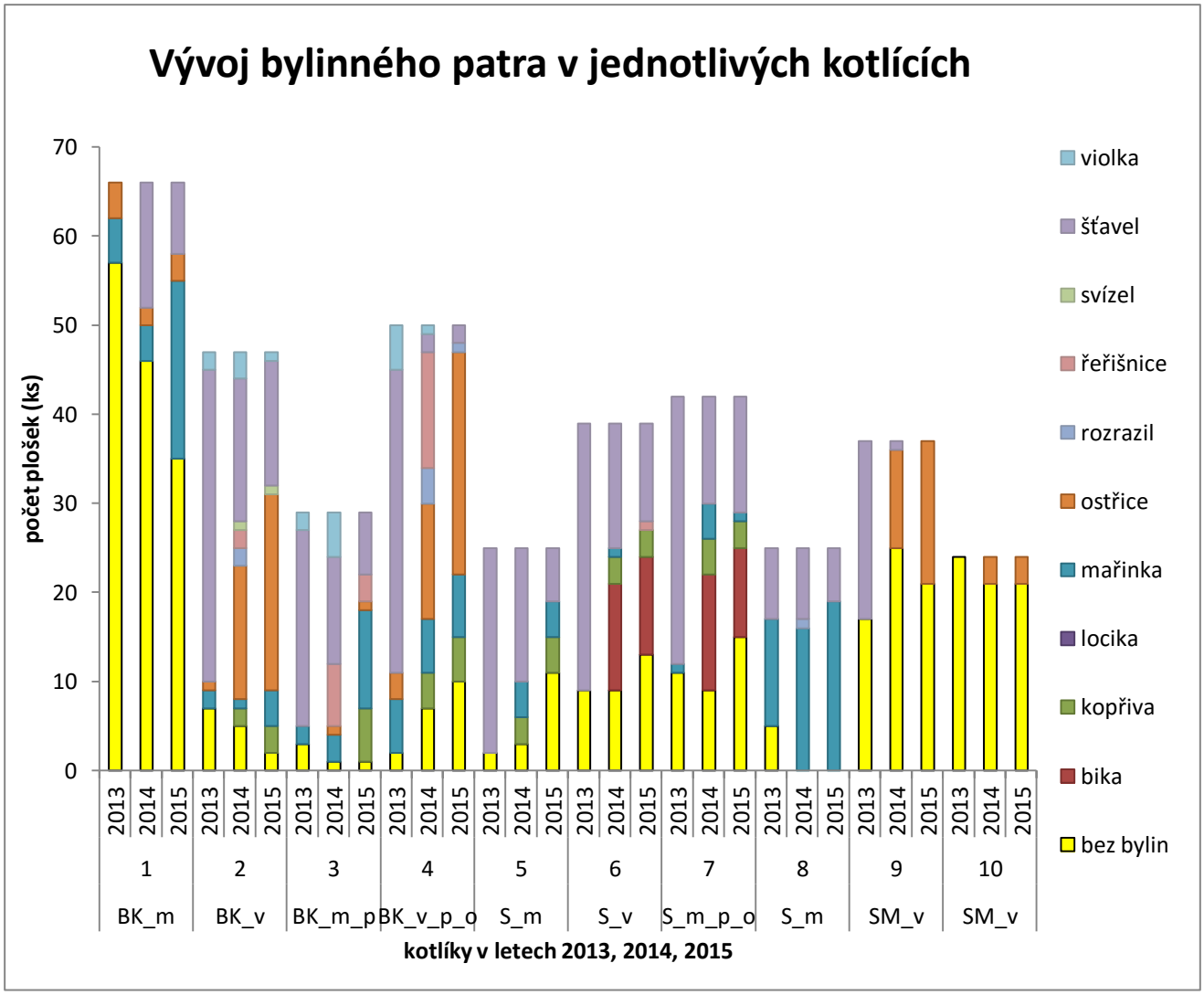
provedeno oplocení a zamezeno tlaku zvěře. U velkých smíšených kotlíků se pokryvnost zvýšila o 11,2 % a u velkých bukových kotlíků o 16,9 % a 15,9 %, což ukazuje na vztah mezi velikostí listnatých kotlíků a pokryvností bylin. Pokryvnost bylinného patra ve smrkových kotlících byla výrazně menší než v kotlících bukových a smíšených.



Obr. 23: Grafické znázornění vývoje pokryvnosti bylinného patra na podzim v letech 2013, 2014, 2015

Na grafickém znázornění vývoje pokryvnosti bylinného patra *(Obr. 23)* dosahují nejvyšších hodnot bukové kotlíky, menší pokryvnosti vykázaly kotlíky smíšené a nejmenší hodnoty kotlíky smrkové. Všeobecně nejvyšších pokryvností bylin po provedení skupinových sečí bylo zaznamenáno na obou velkých bukových kotlících, ale u malých bukových kotlíků se pokryvnost bylin zvýšila jen nepatrně.

Stejný trend byl pozorován i u smíšených kotlíků s výjimkou oploceného. Smrkové kotlíky dosáhly oproti listnatým menší pokryvnost a vztah ve velikosti a pokryvnosti se projevil i zde. Velký smrkový kotlík dosáhl vyšší pokryvnosti než kotlík malý smrkový.



Obr. 24: Vývoj výskytu bylin s největší pokryvností v jednotlivých kotlících na podzim v letech 2013, 2014 a 2015. (Graf: 1 - BK_m, 2 - BK_v, 3 - BK_m_p, 4 - BK_v_p_o, 5 - S_m, 6 - S_v, 7 - S_v_p_o, 8 - S_m, 9 - SM_v, 10 - SM_v)

V grafu bylinného patra *(Obr. 24)* je znázorněna pokryvnost v každém kotlíku zvlášť. Žlutou barvou jsou zobrazeny plošky, kde se nevyskytlo zmlazení. Ostatními barvami jsou značeny převažující druhy plošek.

V malém bukovém kotlíku bylo nejvíce plošek bez výskytu bylinného patra. V prvním roce se na ploše vyskytovala nejvíce ostřice a mařinka. Po skupinové seči se hojně vyskytoval i šťavel a mařinka.

Ve velkém bukovém kotlíku byla pokryvnost bylinami výrazná již v roce 2013. Po těžbě se pokryvnost bylinami ještě zvětšovala. Před těžbou byl na ploše nejvýznamněji šťavel. Po provedení zásahu se značně objevila i ostřice.

Malý bukový kotlík s přípravou půdy po skupinové seči byl v roce 2013 majoritně pokryt šťavelem. Po těžbě plošek bez výskytu bylin ubylo a významněji se začala objevovat řeřišnice, mařinka a kapraď.

U velkého bukového kotlíku oploceného s přípravou půdy počet plošek bez pokryvu bylinného patra postupně stoupal, zřejmě z důvodu umístění plošek i mimo oplocenku. Před těžbou byl v kotlíku nejvíce zastoupen šťavel, dále mařinka, violka a ostřice. Po těžbě přibyla ostřice a významně se objevila i řeřišnice a kopřiva.

U malého smíšeného kotlíku se před zásahem majoritně vyskytoval šťavel. V letech následných se překvapivě zvýšil počet plošek bez bylinného pokryvu a objevuje se i mařinka a kopřiva.

Velký smíšený kotlík byl pokryt bylinným patrem přibližně na třech čtvrtinách plochy ve všech zkoumaných podzimních obdobích. V roce před těžkou se majoritně objevuje šťavel, v následných letech se významně objevuje i bika a kopřiva.

Malý smíšený kotlík oplocený s přípravou půdy nevykázal výskyt bylinného patra přibližně na čtvrtině plošek ve všech letech. V prvním roce se majoritně vyskytoval šťavel a následné podzimní období se výrazně objevuje i bika, kopřiva a mařinka.

V roce před těžbou na malém smíšeném kotlíku byla čtvrtina plošek bez výskytu bylinného patra a v letech po těžbě již byl kotlík pokryt bylinami po celé ploše v různé hustotě. Nejvíce se objevovala mařinka a šťavel.

Velký smrkový kotlík byl před zásahem z půlky pokryt majoritně šťavelem a z půlky bez pokryvu. V letech po skupinové seči šťavele ubývá a zvyšuje se plošek bez bylinného pokryvu a na jeho místo nastupuje ostřice.

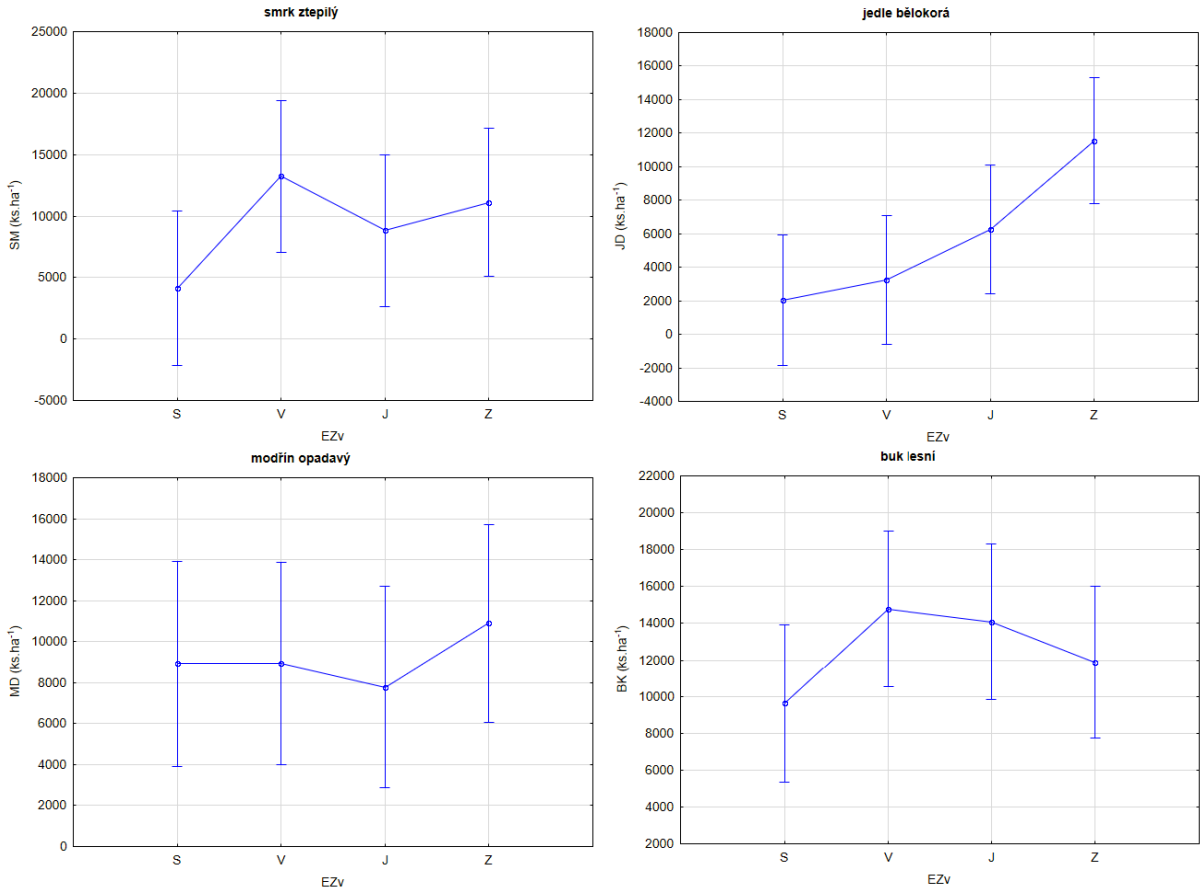
V malém smrkovém kotlíku před těžbou nebyl zaznamenán výskyt bylinného patra. Po provedené těžbě se bylinné patro výrazně nezměnilo, začíná se objevovat ostřice do 10 % zkoumaného kotlíku.

5.3. Skupinové seče – vztahy proměnných

Následující kapitola hodnotí vztahy proměnných. V grafech je znázorněn vztah hustoty zmlazení roku 2015, ve vztahu k výsečím světových stran - expozicím, ekologickým zónám, oplocení kotlíků a světelným zářením (GFr, DSF, ISF, TSF). Příprava půdy byla vyhodnocena z dat roku 2014, protože příprava půdy talířovou frézou byla realizována na jaře roku 2014.

Zkoumány jsou 4 dřeviny (smrk ztepilý, jedle bělokorá, modřín opadavá a buk lesní). Na vodorovné ose je znázorněno záření, které se zleva doprava zvyšuje a na svislé je hustota zmlazení, která stoupá od spodu nahoru.

5.3.1. Hustota zmlazení v závislosti na světových stranách



Obr. 25: Hustota zmlazení v závislosti na světových stranách

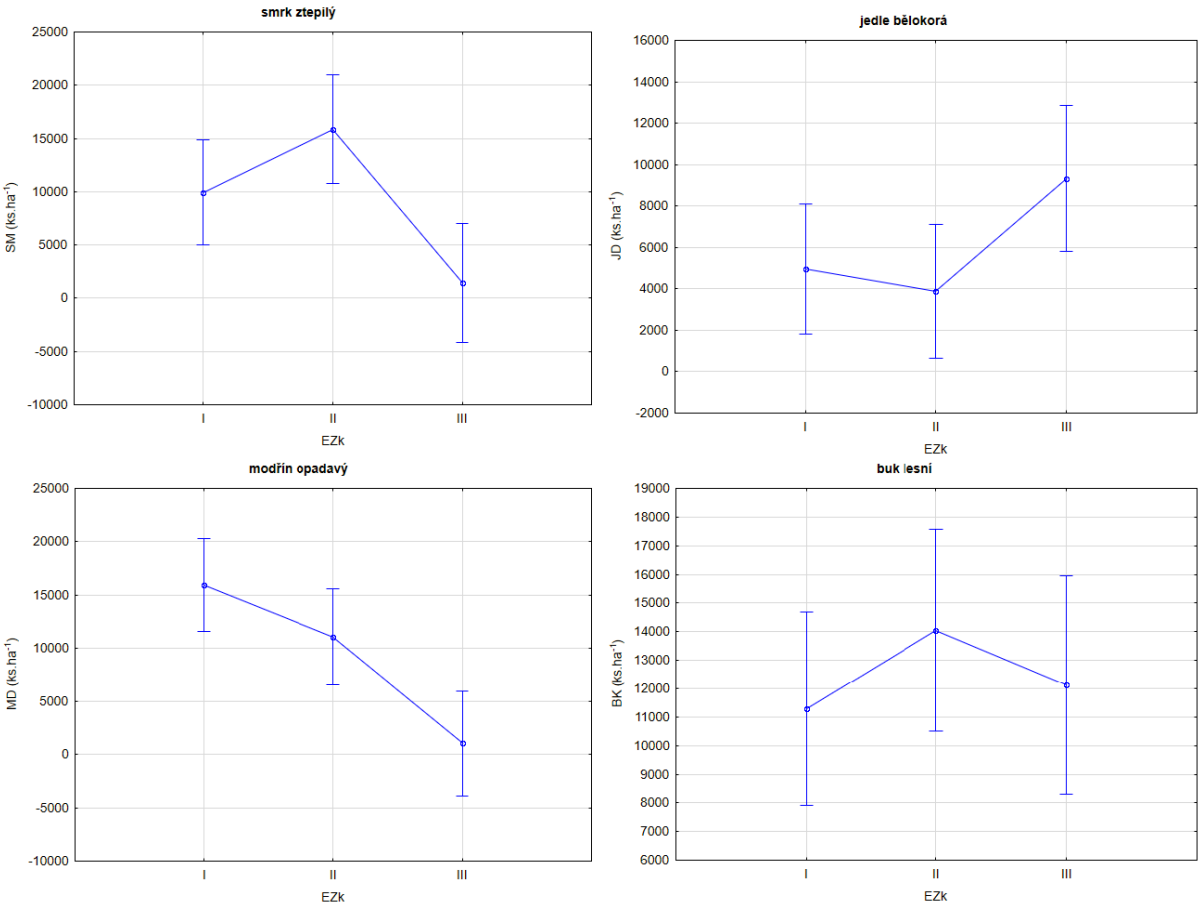
Výrazně nejméně smrk zmlazoval na severní části kotlíku *(Obr. 25)*, kde hustota dosáhla jen 4000 ks.ha^{-1}. Ostatní hodnoty hustoty zmlazení se pohybovaly od 9000 ks.ha^{-1} do 13000 ks.ha^{-1}, přičemž nejvyšší hodnota byla naměřena na straně východní.

Nejmenší hustota jedlového zmlazení se objevovala na severovýchodní části kotlíku, okolo 2500 ks.ha^{-1}. O něco více jedinců vykázala strana jižní, 600 ks.ha^{-1}. Výrazně nejvíce jedinců se objevovalo na straně západní, kde dokonce zmlazení dosáhlo téměř 12000 ks.ha^{-1}.

Modřínové zmlazení nevykázalo výraznou vazbu na světové strany. Hustota zmlazení se pohybovala jen v rozmezí 3000 ks.ha^{-1}, od 8000 ks.ha^{-1} do 11000 ks.ha^{-1}. Nejméně zmlazoval na jižní části kotlíku a nejvíce na straně západní, zbylé strany dosáhly 9000 ks.ha^{-1}.

Hustota bukového zmlazení byla největší ve východní části kotlíku, a to 15000 ks.ha^{-1}. Následovala jižní strana s 14000 ks.ha^{-1} a strana západní s hustotou 12000 ks.ha^{-1}. Nejnižší hodnota byla naměřena na straně severní, kde klesla pod 9500 ks.ha^{-1}.

5.3.2. Hustota v závislosti na ekologických zónách



Obr. 26: Hustota zmlazení v závislosti na ekologických zónách

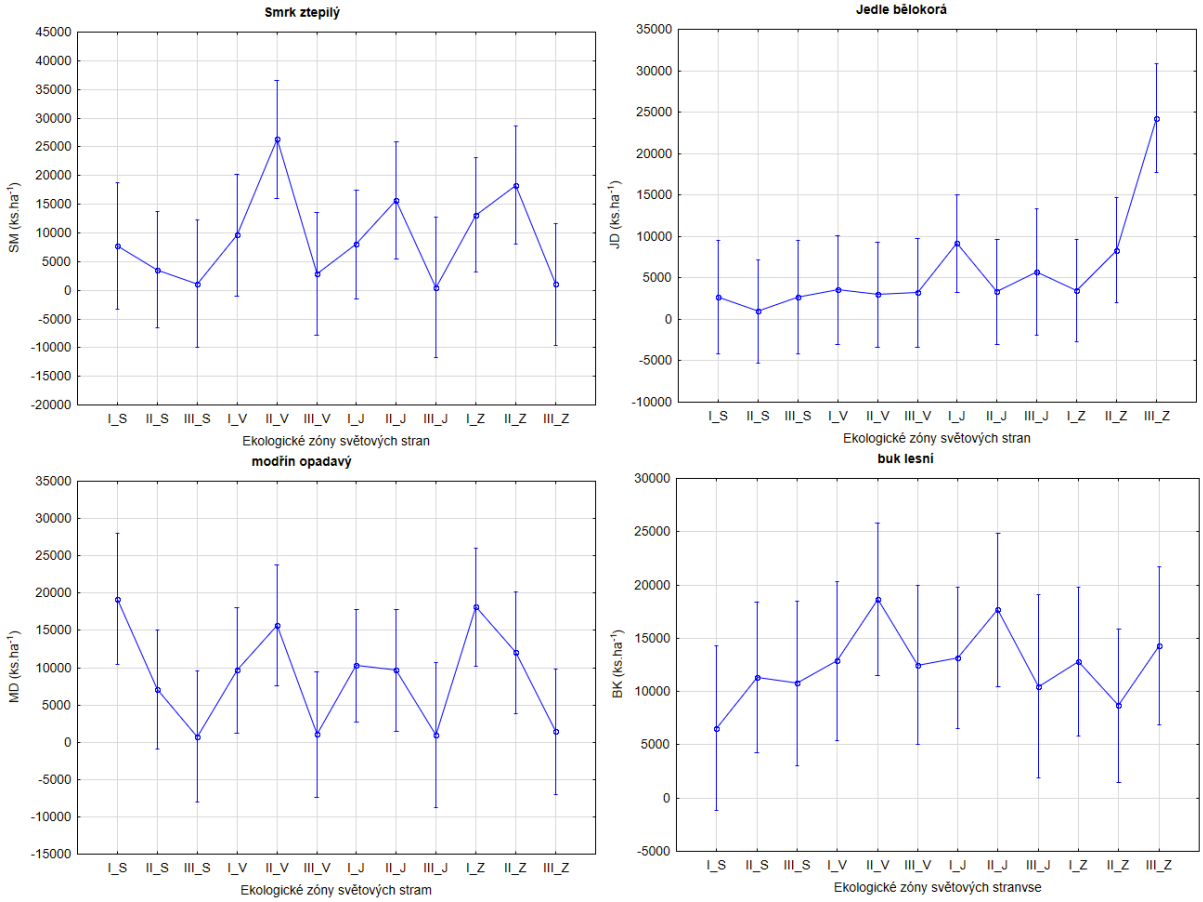
Smrk nejvíce zmlazoval v přechodové části u stěny okolního porostu *(Obr. 26)*, tam dosahoval 15000 ks.ha^{-1}. Méně v osluněné části kotlíku, a to zhruba 10000 ks.ha^{-1}. Výrazně menších hodnot vykázal pod mateřským porostem, kde zmlazení kleslo na 2000 ks.ha^{-1}.

Jedle jako stínomilná dřevina vykázala nejvyšších hodnot zmlazení na okraji ploch pod mateřským porostem, a to přibližně 9000 ks.ha^{-1}. Ve středové a přechodové části hustota zmlazení byla nižší okolo 4500 ks.ha^{-1}.

Modřín se při zmlazování v ekologických zónách choval jako slunná dřevina. Nejméně zmlazoval pod porostem, a to jen 1000 ks.ha-1. Výrazného nárůstu zmlazení došlo již v přechodové části 11000 ks.ha^{-1}. Na osluněné části zmlazoval nejvíce, a to 16000 ks.ha^{-1}.

Bukové zmlazení nevykázalo výrazné rozdíly v závislosti na ekologických zónách, hodnoty se pohybovaly v rozmezí 3000 ks.ha^{-1} od 11000 do 14000 ks.ha^{-1}. Přičemž nejvyšších hodnot bylo naměřeno v přechodové části pod stěnou mateřského porostu.

5.3.3. Hustota v závislosti na expozici a ekologických zónách



Obr. 27: Hustota zmlazení v závislosti na ekologických zónách a světových stranách

U smrku je trend, že nejvyšší hodnoty zpravidla dosahuje v přechodových částech pod stěnou okolního porostu *(Obr. 27)* a nejmenší hodnoty pod ochranou mateřského porostu.

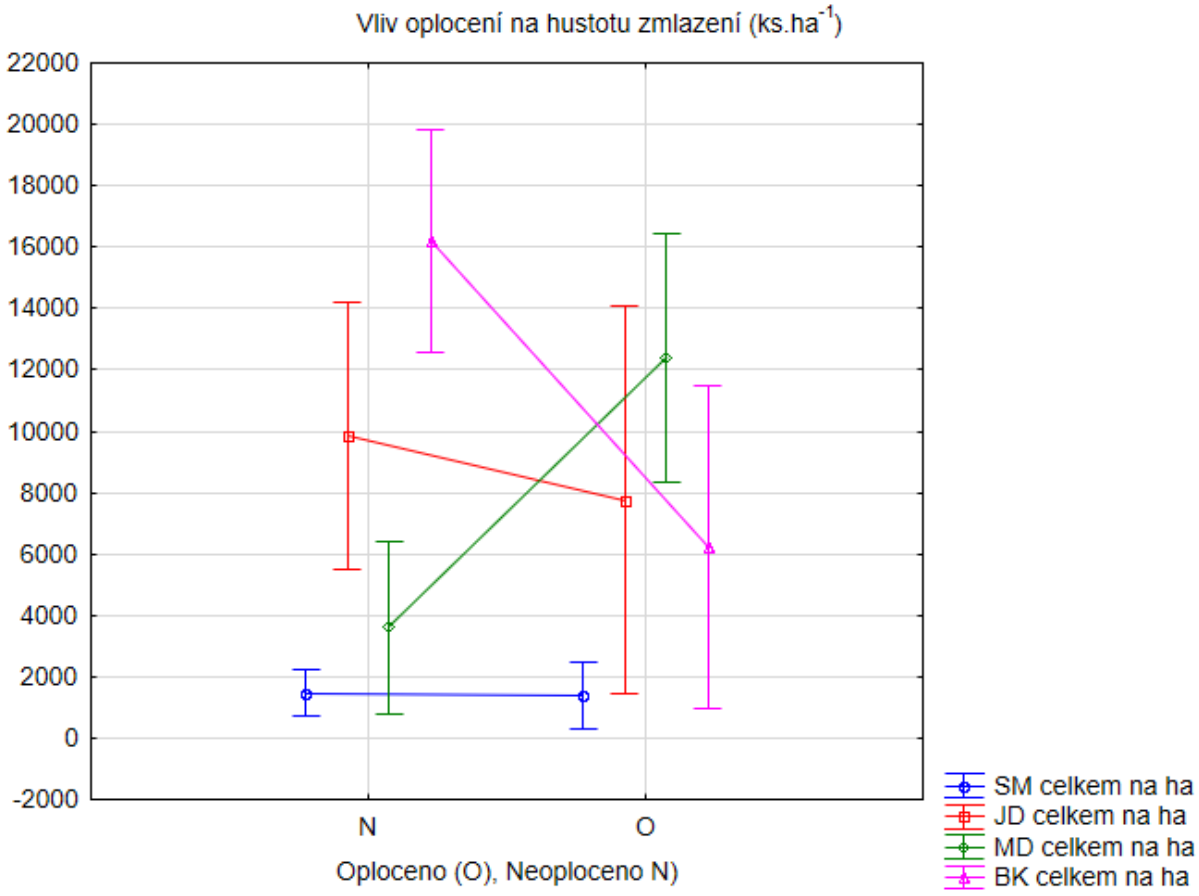
U jedle se všechny exponované ekologické řady zmlazovaly do 10000 ks.ha^{-1}, ale výrazně vyšších hodnot, o 2,5 krát více než všechny zbývající, dosáhla část pod ochranou mateřského porostu. Vzhledem k výrazně vyšší hodnotě zprůměrované ze všech 10 kotlíků, je tento trend výsledků z hlediska přirozené obnovy zajímavý.

U modřínu je jasný trend, že v osluněných částech kotlíku dosahuje vysokých hodnot zmlazení. Z přechodových nejlépe zmlazovala část východní a přesáhla i část středovou. Pod porostem modřín téměř nezmlazoval, což odpovídá jeho náročnosti na dostatečné oslunění.

Bukové zmlazení se nejvíce vyskytovalo v přechodové části na jihovýchodě, kde dosahovalo zmlazení přibližně 18000 ks.ha^{-1}. U ostatních částí se hodnoty pohybovaly okolo 10000 ks.ha^{-1} bez výrazného trendu.

5.3.4. Hustota zmlazení v závislosti na ochraně proti zvěři oplocením

Vliv oplocení byl zkoumán ve 4 velkých kotlících. V porostním typu bukovém byl umístěn jeden oplocený a jeden neoplocený kotlík, a taktéž i ve smíšeném jeden oploceny a jeden neoplocený kotlík *(Obr. 28)*. Měření proběhlo na podzim v roce 2014 a zkoumán byl smrk ztepilý, jedle bělokorá, modřín opadavý a buk lesní.



Obr. 28: Grafické porovnání hustoty zmlazení v oplocených a neoplocených kotlících.

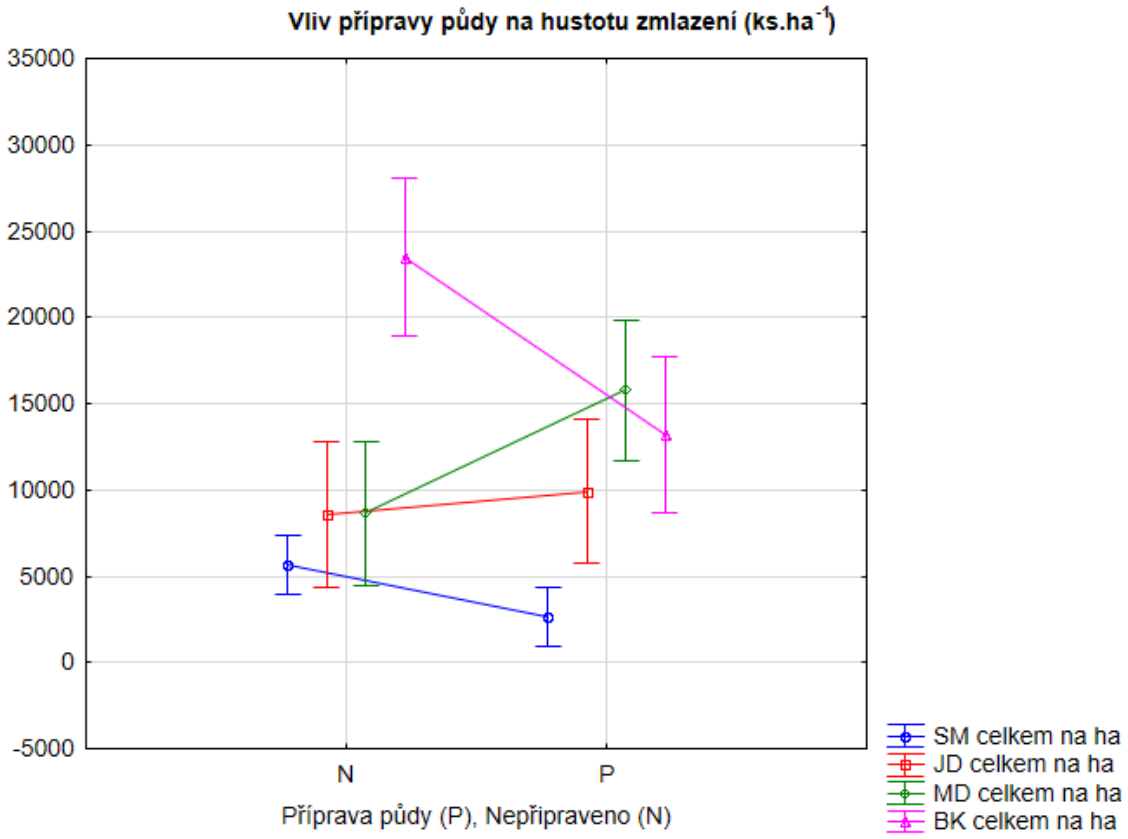
Jedinou dřevinou, která dosahovala větších četností v oplocené části oproti částem neoploceným, byl modřín, který v oplocené části dosáhl hodnot trojnásobných. Tento rozdíl může být zkreslený tím, že oplocená část je uvnitř porostu, kde je dostatek světla a části pod porostem a pod stěnou mateřského porostu jsou zahrnovány do neoplocených.

Buk i jedle v oplocené části dosahovaly menších hodnot než v částech neoplocených, daleko markantnější propad hodnot byl u buku (více než dvojnásobně).

Smrkové zmlazení nevykázalo rozdíl mezi oplocenými a neoplocenými částmi.

5.3.5. Hustota zmlazení v závislosti na přípravě půdy

Vliv mechanické přípravy půdy *(Obr. 29)* byl zkoumán v 6 kotlících, 4 velkých a 2 malých. V porostním typu bukovém byly umístěny 4 kotlíky. Velký, malý s přípravou půdy a velký, malý bez přípravy. Do smíšeného porostu byly umístěny velké 2 kotlíky, jeden s přípravou půdy a druhý bez přípravy. Zkoumání proběhlo na podzim v roce 2015 a zkoumán byl smrk ztepilý, jedle bělokorá, modřín opadavý a buk lesní.



Obr. 29: Grafické porovnání hustoty zmlazení v kotlících bez přípravy půdy a s provedenou mechanickou přípravou půdy.

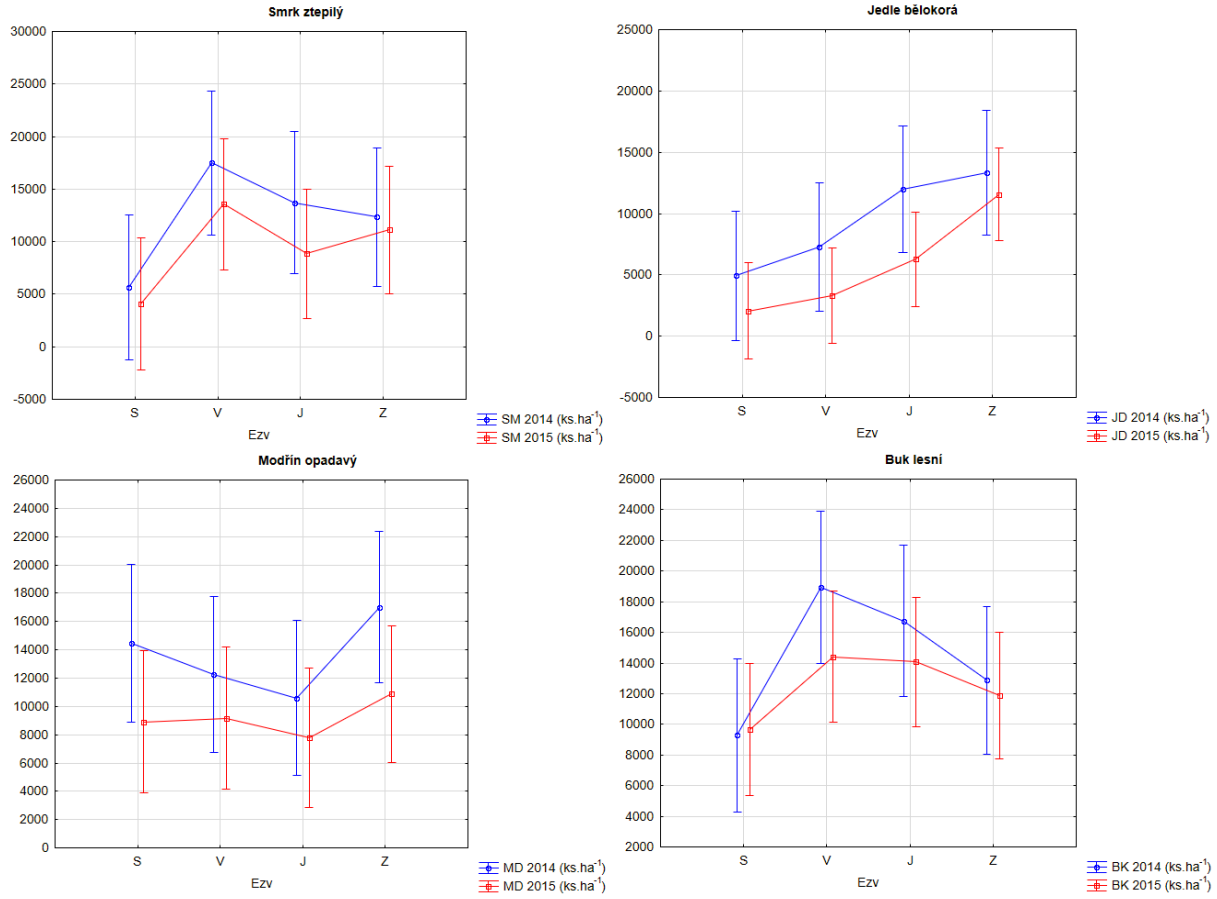
Při porovnání kotlíků s přípravou půdy a bez přípravy, výsledky v kotlících s přípravou půdy vykázaly zvýšení hustoty zmlazení modřín a jedle. Naopak pokles byl zaznamenán u buku a smrku.

Smrk a jedle v poklesech a zvýšeních se na obou zkoumaných typech příliš nelišily. Nejvíce příprava půdy vyhovovala obnově modřínu, u kterého hodnota oproti nepřipravené ploše byla zhruba dvojnásobná.

Příprava nevyhovovala obnově buku, zde hodnota oproti kotlíku bez přípravy byla zhruba poloviční.

5.3.6. Mortalita v závislosti na výsečích světových stran - expozicích

V následující kapitole *(Obr. 30)* je vyhodnocen vývoj zmlazení ve 4 světových stranách (sever, jih, východ, západ) let 2014 (modrá barva) a 2015 (červená barva).



Obr. 30: Mortalita dřevin podle světových stran v roce 2015 porovnaná s rokem 2014.

Mortalita smrkového zmlazení byla průměrně v severozápadní části 1500 ks.ha^{-1} a v části jihovýchodní průměrně 4000 ks.ha^{-1}. Mortalita jedlového zmlazení v severozápadní části byla jen zhruba 3000 ks.ha^{-1} a v části jihovýchodní okolo 5000 ks.ha^{-1}.

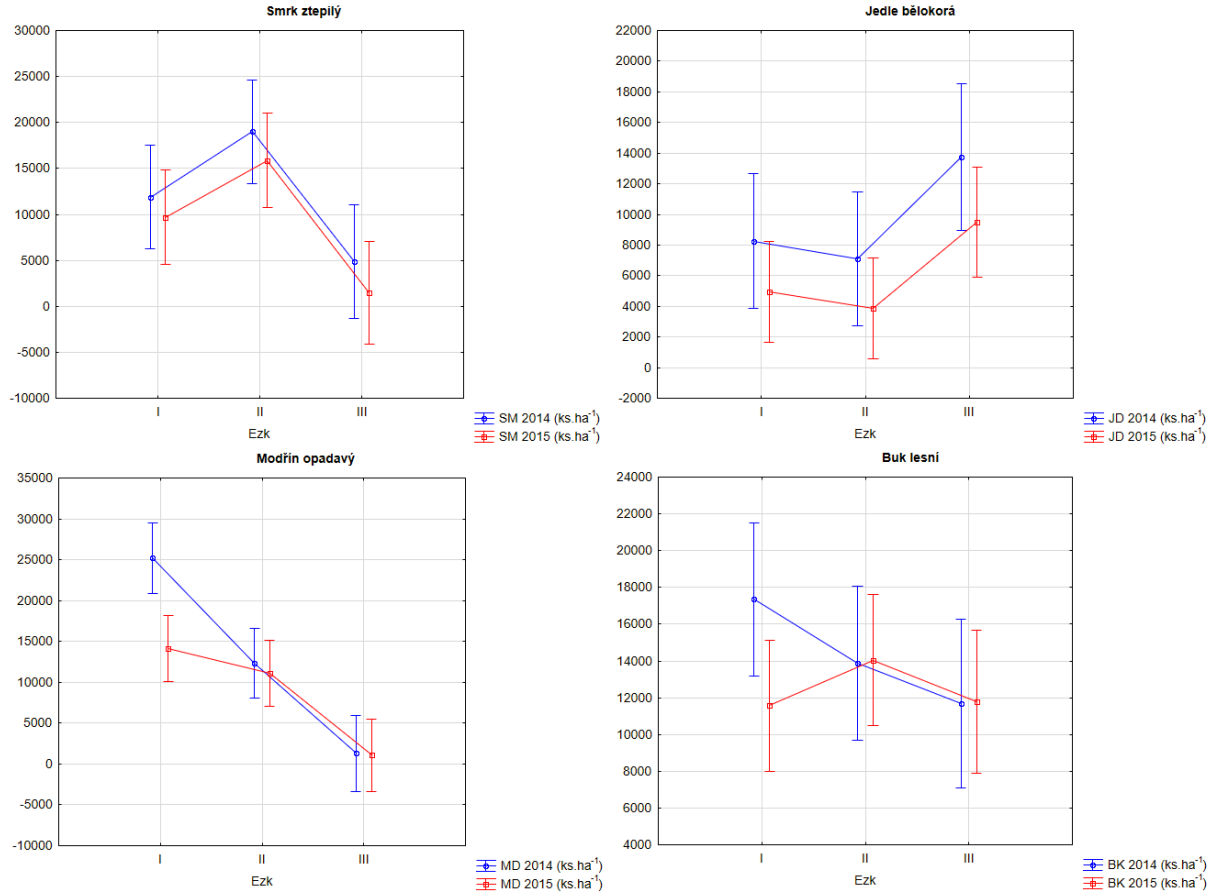
Hustota modřínového zmlazení se snížila méně v jihovýchodní části, zhruba o 3000 ks.ha^{-1} a na severozápadní části se snížila o zhruba 6000 ks.ha^{-1}.

Mortalita buku se na severozápadní části projevila jen nepatrně, méně než 1000 ks.ha^{-1}. Na části jihovýchodní hodnota mortality činila už průměrně téměř 4000 ks.ha^{-1}.

Zde je patrný trend. Mortalita slunné dřeviny (modřín opadavý) se projevila více na severní a západní části kotlíku, oproti tomu stín lépe snášející dřeviny (smrk ztepilý, jedle bělokorá a buk lesní) vykázaly větší mortalitu na jižní a východní části kotlíku.

5.3.7. Mortalita zmlazení v závislosti na ekologických zónách

V následující kapitole *(Obr. 31)* je vyhodnocen vývoj zmlazení v ekologických zónách let 2014 (modrá barva) a 2015 (červená barva).



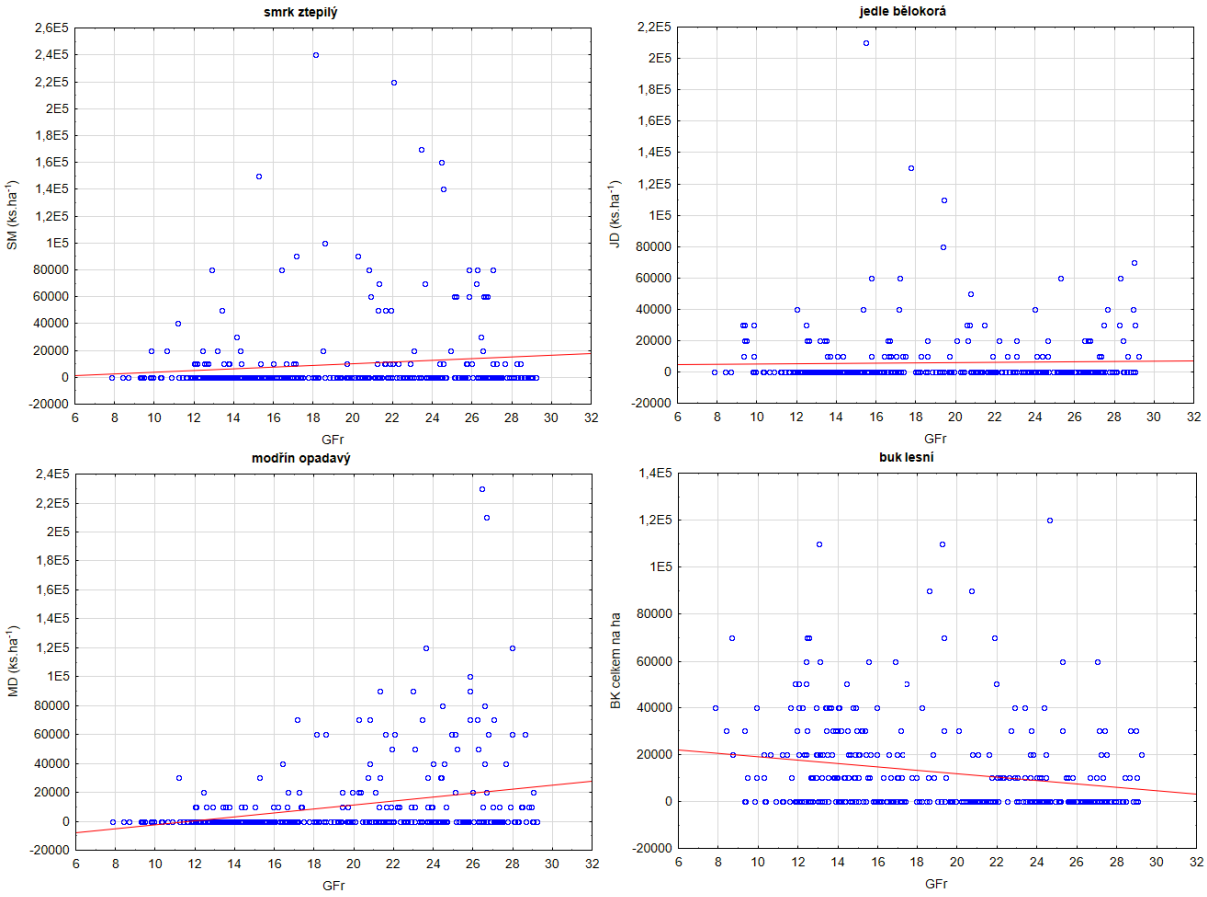
Obr. 31: Mortalita dřevin v ekologických zónách (rok 2015 porovnán s rokem 2014).

Grafické znázornění mortality ekologických zón u smrku a jedle ukazuje stejnoměrného snížení hustoty zmlazení. U obou dřevin ve všech ekologických zónách se hustota snížila průměrně zhruba o 3000 ks.ha^{-1}.

U modřínu došlo k výraznému poklesu jen ve střední části kotlíku. Zde se hodnota průměrně snížila o 11000 ks.ha^{-1}. Přechodová část pod porostní stěnou a část pod porostem vykázaly jen nepatrné projevy mortality. Tento jev je částečně ovlivněn množstvím semenáčků ve střední části a na stinnějších místech s hustotou podstatně nižší, ale i nadále je nejvíce jedinců v nejvíce osluněné části.

Mortalita bukového zmlazení se projevila jen ve středové části kotlíku, kde průměrně klesla 4000 ks.ha^{-1}. V přechodové části a části pod porostem se naopak hustota nepatrně zvýšila. V roce 2015 je nejvyšší hustota zmlazení v části přechodové pod stěnou porostu.

5.3.8. Hustota zmlazení v závislosti na GFr (Gap Fraction)



Obr. 32: Hustota zmlazení v závislosti na GFr

Hustota smrkového zmlazení při zvýšení GFr vykázala vyšších hodnot a stoupající trend *(Obr. 32)*. Při hodnotách 10 % GFr smrk zmlazoval 4000 ks.ha^{-1}, se zvýšením světelného požitku se hustota zmlazení zvyšovala na hodnotu 28 % GFr, kde hustota dosahovala více než 17000 ks.ha^{-1}.

Jedlové zmlazení při vyšším přísunu záření (GFr) vykazuje malý nárůst zmlazení. Hodnoty se pohybují mezi 5000 a 8000 ks.ha^{-1}.

Modřín, jako slunná dřevina při zvýšení světelného požitku GFr vykázal výrazné zvýšení hustoty zmlazení. Pod hodnotu 11 % GFr výskyt modřínu nebyl zaznamenán. Přímka se zvýšením světelného požitku výrazně stoupá až k hodnotě 28 % GFr, kde hustota zmlazení odpovídá 22000 ks.ha^{-1}.

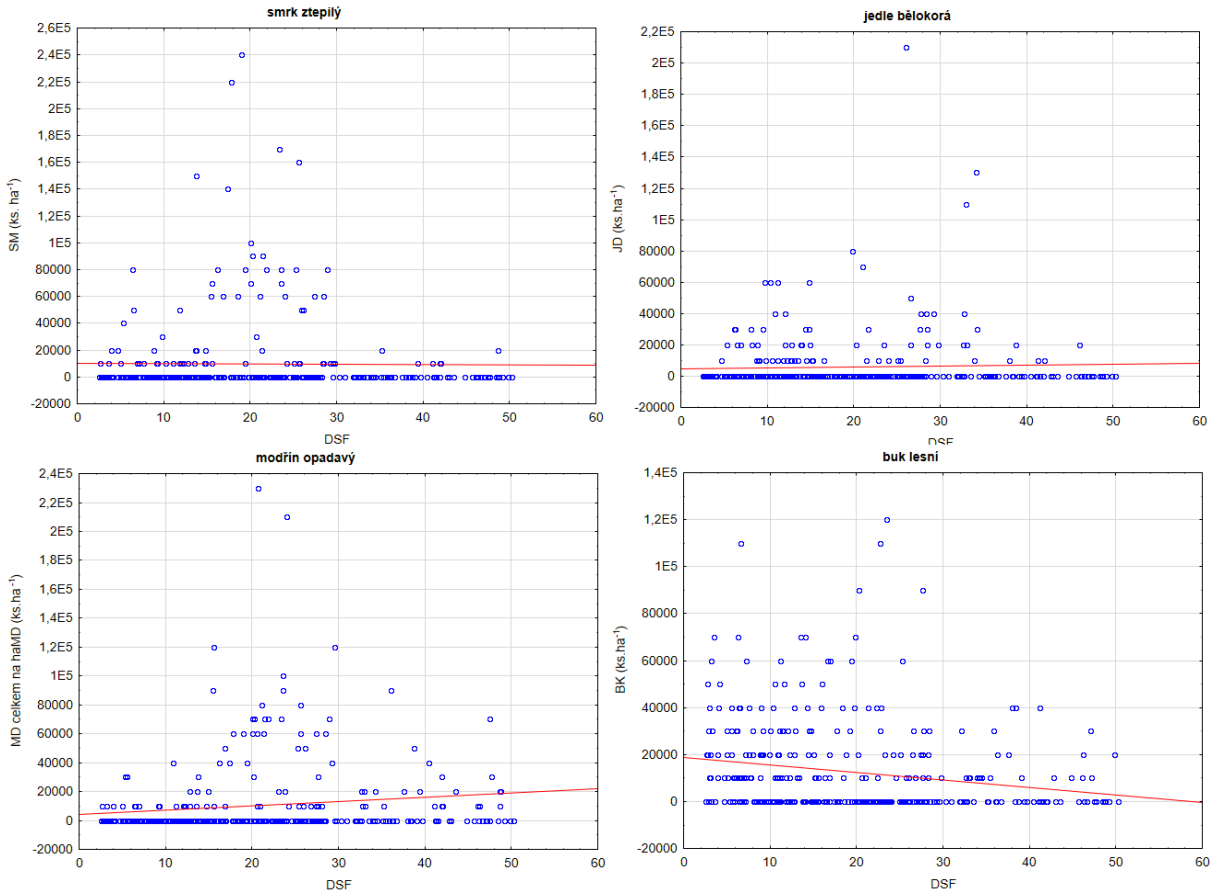
Hustota zmlazení buku odpovídá nárokům, kde s vyšším světelným požitkem hodnota zmlazení klesá. Při hodnotě 8 % GFr hustota zmlazení dosahuje 20000 ks.ha^{-1}, ale při zvýšení záření klesá až k 29 % GFr, kde hustota zmlazení dosahuje 5000 ks.ha^{-1}.

Tab. 17: Spearmanův koeficient pořadové korelace a regresní analýza

	KORELACE	KOEFICIENT DETERMINACE %	REGRESNÍ ROVNICE
SM	**0,10**	**0,02**	**y = 612,44x – 2165**
JD	**0,04**	**0,00**	**y = 71,969x + 4489,2**
MD	**0,32**	**0,09**	**y = 1353,1x – 15785**
BK	**-0,24**	**0,04**	**y = -714,69x + 26083**

Pomocí vysvětlující veličiny "GFr" byla zjišťována korelační závislost *(Tab. 17)* vysvětlované proměnné "hustota zmlazení". Korelační koeficient – 32 % u modřínu je statisticky středně významný a – 24 % u buku značí, že lineární korelace má střední významnost až slabou. Ostatní hodnoty jsou nevýznamné, přesto že smrk dosáhl hodnoty 10 %. Regresní analýza je nevýznamná, hodnoty lineární regrese nepřesáhly 10%.

5.3.9. Hustota zmlazení v závislosti na DSF (Direct Site Factor)



Obr. 33: Hustota zmlazení v závislosti na DSF

Hustota smrkového zmlazení se při zvýšení DSF nijak výrazně nemění *(Obr. 33)* a přímka trendu průměrného zmlazení konstantně odpovídá 10000 ks.ha^{-1}. Smrk zmlazoval přibližně stejně na osluněných i stinných částech kotlíku.

Jedlové zmlazení na vyšším přísunu záření (DSF) vykazuje nepatrný nárůst zmlazení. U stinné dřeviny je to neobvyklé zjištění, i když nárůst byl jen drobný.

Modřín, jako slunná dřevina při zvýšení světelného požitku DSF vykázal výrazné zvýšení hustoty zmlazení. Při hodnotách 5 % DSF přímka odpovídá průměrně 4000 ks.ha^{-1}, ale u hodnoty 50 % DSF dosahuje hodnoty 20000 ks.ha^{-1}.

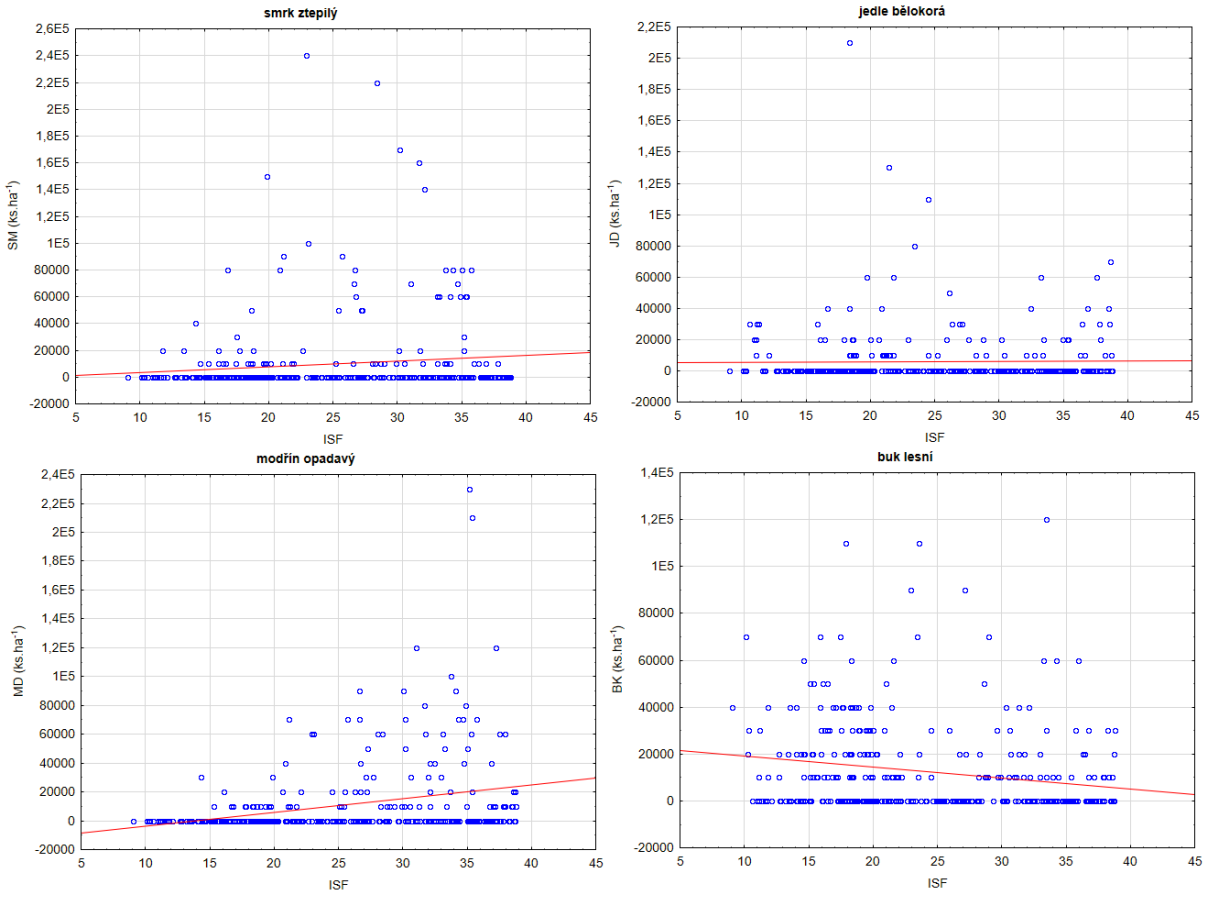
Hustota zmlazení buku odpovídá stínomilné dřevině, kde s vyšším světelným požitkem hodnota klesá. Při hodnotě 5 % TSF hustota zmlazení dosahuje 18000 ks.ha-1, ale při zvýšení záření klesá až k 45 % TSF, kde hustota zmlazení dosahuje 3000 ks.ha^{-1}.

Tab. 18: Spearmanův koeficient pořadové korelace a regresní analýza

	KORELACE	**REGRESE**	
SM	**-0,01**	**0,00**	**y = -22,979x + 9948,7**
JD	**0,01**	**0,01**	**y = 58,863x + 4691,6**
MD	**0,22**	**0,02**	**y = 296,41x + 4092,6**
BK	**-0,24**	**0,04**	**y = -317,5x + 18776**

Pomocí vysvětlující veličiny “TSF“ byla zjišťována korelační závislost *(Tab. 18)* vysvětlované proměnné “hustota zmlazení“. Korelační koeficient – 26 % u buku a 24 % u modřínu značí, že lineární korelace u těchto dřevin je středně významná až slabá. Ostatní hodnoty jsou takřka rovny nule a jsou nevýznamné. Regresní analýza je nevýznamná, hodnoty lineární regrese nepřesáhly 5 %.

5.3.10. Hustota zmlazení v závislosti na ISF (Inderect Site Factor)



Obr. 34: Hustota zmlazení v závislosti na ISF

Hustota smrkového zmlazení se při zvýšení ISF zvýšila *(Obr. 34)*. Při hodnotě 10 % ISF zmlazení vykazovalo hodnoty okolo 3000 ks.ha^{-1}, ale pří zvýšení světelného požitku na hodnotu 37 % ISF, hodnota se zvýšila na 17000 ks.ha^{-1}.

Hustota jedlového zmlazení při zvýšení ISF nijak nezareagovala a přímka trendu průměrného zmlazení konstantně odpovídá 8000 ks.ha^{-1}. Jedle zmlazovala přibližně stejně na osluněných i stinných částech kotlíku.

Modřín vykázal výrazný nárůst při zvýšení hodnot ISF. Pod hodnotu 14 % ISF modřín nezmlazoval a na grafu odpovídá hodnotě 0 ks.ha^{-1}. Pří zvýšení světelného požitku se hodnoty výrazně zvýšili a 38 % ISF odpovídalo průměrné zmlazení 22000 ks.ha^{-1}.

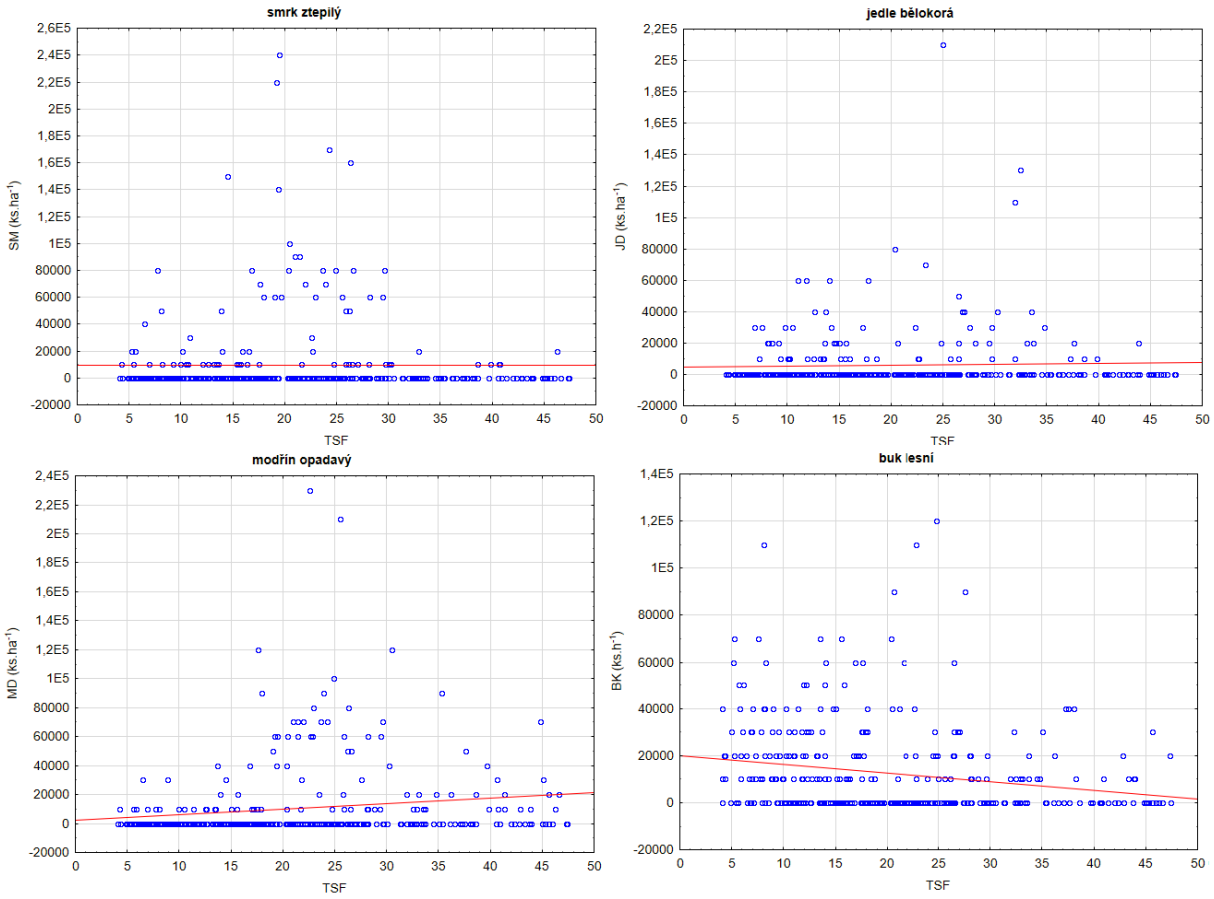
Bukového zmlazení pří zvýšení záření ISF výrazně ubývalo, a potvrdila se stínomilnost této dřeviny. Při hodnotě 10 % ISF dosahovalo zmlazení téměř 20000 ks.ha^{-1}, ale při zvýšení této hodnoty na 38 % ISF, klesla hustota zmlazení na hodnotu 8000 ks.ha^{-1}.

Tab. 19: Spearmanův koeficient pořadové korelace a regresní analýza

	KORELACE	REGRESE	
SM	**0,12**	**0,02**	**y = 424,93x - 921,3**
JD	**0,05**	**0,00**	**y = 34,123x + 5022,9**
MD	**0,33**	**0,09**	**y = 957,03x – 13483**
BK	**-0,25**	**0,04**	**y = -468,9x + 23971**

Pomocí vysvětlující veličiny "ISF" byla zjišťována korelační závislost *(Tab. 19)* vysvětlované proměnné "hustota zmlazení". Korelační koeficient – 33 % u buku je středně významný a 24 % u modřínu značí, že lineární korelace u této dřeviny je středně významná až slabá. Ostatní dřeviny jsou statisticky nevýznamné, i když smrk dosáhl hodnoty 12 %.

5.3.11. Hustota zmlazení v závislosti na TSF (Total Site Factor)



Obr. 35: Hustota zmlazení v závislosti na TSF

Hustota smrkového zmlazení při zvýšení TSF nijak nezareagovala *(Obr. 35)* a přímka trendu průměrného zmlazení konstantně odpovídá 10000 ks.ha^{-1}. Smrk zmlazoval přibližně stejně na osluněných i stinných částech kotlíku.

Jedlové zmlazení překvapivě na vyšším přísunu záření vykazuje drobný nárůst zmlazení. U zpravidla stinné dřeviny je to neobvyklé zjištění.

Modřín, jakožto slunná dřevina při zvýšení světelného požitku TSF vykázal výrazné zvýšení hustoty zmlazení. Při hodnotách 5 % TSF přímka odpovídá průměrně 3000 ks.ha^{-1}, ale u hodnoty 45 % TSF dosahuje hodnoty 20000 ks.ha^{-1}.

Hustota zmlazení buku odpovídá stínomilné dřevině, kde s vyšším světelným požitkem hodnota klesá. Při hodnotě 5 % TSF hustota zmlazení dosahuje 18000 ks.ha-1, ale při zvýšení záření klesá až k 45 % TSF, kde hustota zmlazení dosahuje 3000 ks.ha^{-1}.

Tab. 20: Spearmanův koeficient pořadové korelace a regresní analýza

	KORELACE	**REGRESE**	
SM	**0,01**	**0,00**	**y = 7,3598x + 9342,5**
JD	**0,02**	**0,00**	**y = 64,381x + 4543,1**
MD	**0,24**	**0,03**	**y = 381,74x + 2168,2**
BK	**-0,26**	**0,04**	**y = -368,39x + 20010**

Pomocí vysvětlující veličiny “TSF“ byla zjišťována korelační závislost *(Tab. 20)* vysvětlované proměnné “hustota zmlazení“. Korelační koeficient – 26 % u buku a 24 % u modřínu značí, že lineární korelace u těchto dřevin je středně významná až slabá. Ostatní dřeviny jsou statisticky nevýznamné, protože se hodnoty blíží 0.

6. DISKUZE

ÚRADNÍČEK, MADĚRA (2001) zmiňují výraznou schopnost buku lesního vytlačovat ostatní dřeviny a vytvořit tak čisté bučiny. V mé diplomové práci porost s dlouhodobým vývojem ($160C_{12}$) toto tvrzení potvrzuje, zde je zastoupení buku 97 %. Při porovnání porostu $160C_{12}$ se skupinovými sečemi lze konstatovat, že skupinovými sečemi lze částečně podpořit duhovou heterogenitu porostu.

Buk, jakož to sciofyt, má před ostatními dřevinami značnou výhodu v toleranci na zástin (DOBROVOLNÝ, 2010). Buk je schopný se ujmout v širokém rozpětí, tudíž je schopný značnou dobu přežívat v extrémně nízkých hodnotách relativního záření (RLI 1%), ovšem za těchto podmínek je růst pomalý.

Strategii růstu buku naprosto vyhovuje růst v mládí pod ochranou porostu. To potvrzuje i REININGER (2000) uvádějící, že bukové zmlazení může přežívat v porostních mezerách až 30 let, aniž by ztratilo přírůstovou vitalitu. Po zvýšení světelného požitku se jeho přírůst stupňuje. To potvrzuje i má práce, buk nejlépe zmlazoval v přechodových částech, následovala část pod mateřským porostem a střed kotlíku dosáhl hodnot zmlazení nejnižších.

Místa vyhovující přirozené obnově modřínu musí mít dostatek difuzního světla, převážně holé seče a okrajové seče. Modřín svými ekologickými nároky na světlo odpovídá nárokům borovice a břízy. Dle VACKA, LOKVENCE, SOUČKA (2005) pro dosažení zdařilé obnovy porostu přirozenou cestou je nutné postupovat podobnými způsoby u borovice. Toto tvrzení potvrzují i ÚRADNÍČEK, MADĚRA (2001) uvádějící, že modřín je dřevina světlomilná a zástinem trpí. Tato tvrzení jsou v souladu s mou prací, modřín nejlépe zmlazoval v částech kotlíků s největším přísunem záření.

Mírně jiného tvrzení dospěli ŠINDELÁŘ (1994) a HURT (2008), kteří tvrdí, že pokud je mateřský porost včas rozvolněn a modřín není dalšími dřevinami předrůstán, v prvních letech života je schopen růst i pod clonnou, která je ovšem řídká.

Toto tvrzení potvrzuje i TYLLER (2014), který zaznamenal výskyt modřínového zmlazení i na plochách s difuzním zářením 8 %. Má studie toto tvrzení částečně potvrdila, ovšem výskyt modřínového zmlazení se vyskytoval až od difuzního záření, které překročilo 14 %.

PEŘINA (1964) pro přirozenou obnovu modřínu doporučuje náseky, kde je vhodný přísun bočního světla. Zde se bude modřín zmlazovat jak na vnitřním, tak vnějším okraji s tím rozdílem, že rychleji bude odrůstat na okraji vnějším. Tento fakt je způsoben množstvím pronikajícího záření k jedinci. Vhodným způsobem obnovy modřínu je také kotlíková seč, kde modřín nalétává na střed kotlíků, okrajové části jsou spíše vhodné pro stín snášející dřeviny jako smrk, buk a jedle. Tento jev se výrazně potvrdil i v mé diplomové práci. Modřín osidloval střední části kotlíků s dostatečným ozářením a v přechodových částech až pod mateřským porostem, kde je záření o poznání méně, se objevovaly stín snášející dřeviny jako například buk a smrk a jedle.

Porovnáme-li zkoumané dřeviny, na světlo je nejnáročnější modřín. PŘEVOR (2014) zjišťoval limitní hodnoty difuzního záření pro přirozenou obnovu smrku a hodnoty výskytu ojediněle klesly pod 1%. Ovšem při takto nízkých hodnotách smrk velmi pomalu odrůstá, vitalita je snížena nedostatkem světelného požitku a semenáček následně odumírá. Je dokázáno (SCHMIDT-VOGT, 1972) in DOBROVOLNÝ (2010), že smrk je schopný přežívat několik let při hodnotách záření okolo 12 % radiace, zde se významněji prosadí v porostních mezerách.

PŘEVOR (2014) uvádí, že pro odrůstání smrku je třeba difuzního záření (ISF) 15 % a větší. O stejné hodnotě 15 % se zmiňují i (LADERA a WAGNER, 1996; GRALLA, 1997; UNKRIG, 1997; KÜHNE a BARTSCH, 2003; STANCIOU a O´HARA, 2006) in DOBROVOLNÝ (2010). Toto tvrzení se potvrdilo i v mé práci a s hodnotou difuzního záření ISF 15 % se ztotožňuji.

Nejpříznivější část skupinové seče s ohledem na expozici řeší PŘEVOR (2014). Ten uvádí jako nejvhodnější pro přirozenou obnovu smrku jihozápadní okraj. V mé práci nejvyšší hustota zmlazení byla při západním okraji kotlíku. PEŘINA (1964) uvádí jako nejvhodnější z hlediska nasemenění část od západu až severu proti teplým suchým větrům, které podporují otevírání šišek, a tím pádem mohou přinášet větší množství semene. V mé práci se největší četnost smrkových semenáčku vyskytovala v západní a následně východní části kotlíku.

POLENO, VACEK (2007) uvádějí, že smrk patří do kategorie dřevin stín snášejících a ŠTĚRBA (2012) dokonce tvrdí, že smrk je schopen zasahovat dokonce do růstového optima buku (měřeno v 5. LVS). Moje výsledky vztah u smrku nepotvrdily. Závislost hustoty zmlazení na světelném záření byla slabá.

Jedle je dřevinou snášející dlouhodobý stín, toto tvrzení potvrzuje ÚRADNÍČEK (2001) a HRIB (2009) a KORPEĽ (1965) a dodávají, že ani dlouhotrvajícím zástinem neztrácí vitalitu. Pro její vývoj jsou světelné poměry podstatné.

KORPEĽ (1965) udává jako minimální přímé světelné podmínky pro růst jedle 11 – 13 % DSF, které potřebuje pro svůj růst. BARTUŠKOVÁ (2013) jako za ideální hodnotu difuzního záření udává hodnotu 16 – 20 % ISF. V mé práci nebyl prokázán vztah mezi hustotou zmlazení a zářením ve skupinových sečích. Nejvyšších hodnot ovšem bylo zaznamenáno okolo 20 % ISF a kritická hodnota 10 % DSF, což je v souladu s tvrzeními předcházejícími.

DOBROVOLNÝ (2010) pro přirozenou obnovu jedle doporučuje dlouho obnovní dobu s mírnou intenzitou těžebních zásahů. Důvodem je citlivost na náhlé klimatické změny. KORPEĽ (1965) toto tvrzení doplňuje o fakt, že pro jedli není škodlivé ani přímé osvětlení, pokud se v těchto podmínkách vyvíjí od začátku.

MUSCOLO (2010) uvádí jako ekologicky optimální velikost kotlíků do 200 m^2. BARTUŠKOVÁ uvádí jako optimální velikost kotlíků 100 – 400 m^2. NAGEL (2006) dokonce tvrdí, že jedle je schopna, na rozdíl od buku, růst pod plným zápojem, kde je schopna přežívat velmi dlouhou dobu. Tato tvrzení mohu z mých výsledků potvrdit jen částečně. Na malých kotlících do 500 m^2 se jedle vyskytovala zhruba stejně hojně jako v kotlících větších nad 500 m^2. Rozdílné ovšem bylo rozmístění zmlazení. Zatím co v malých kotlících se semenáčky vyskytovaly i na středové části, ve velkých kotlících se spíše orientovaly pod ochranu mateřského porostu. Nejčetněji se zmlazení vyskytovalo na východní části pod ochranou mateřského porostu, kde svými hodnotami ostatní světové strany předčilo trojnásobně.

Kompetiční hranici buku v závislosti na světelných poměrech (LADERA a WAGNER, 1996; GRALLA, 1997; UNKRIG, 1997; KÜHNE a BARTSCH, 2003; STANCIOU a O´HARA, 2006) in DOBROVOLNÝ (2010) shodně uvádějí hodnotu difuzního záření 15 % ISF. V mojí práci se s tímto tvrzením ztotožnit nemohu, protože k výskytu bukového zmlazení již hojně docházelo od difuzního záření 10 % ISF.

ŠTĚRBA (2012) uvádí jako vhodné pro úspěšnou obnovu buku zajistit difuzní radiaci v rozmezí 15 – 16 %. Toto tvrzení je potvrzeno i mou diplomovou prací na ŠLP Křtiny. Při tomto záření docházelo k úspěšné obnově.

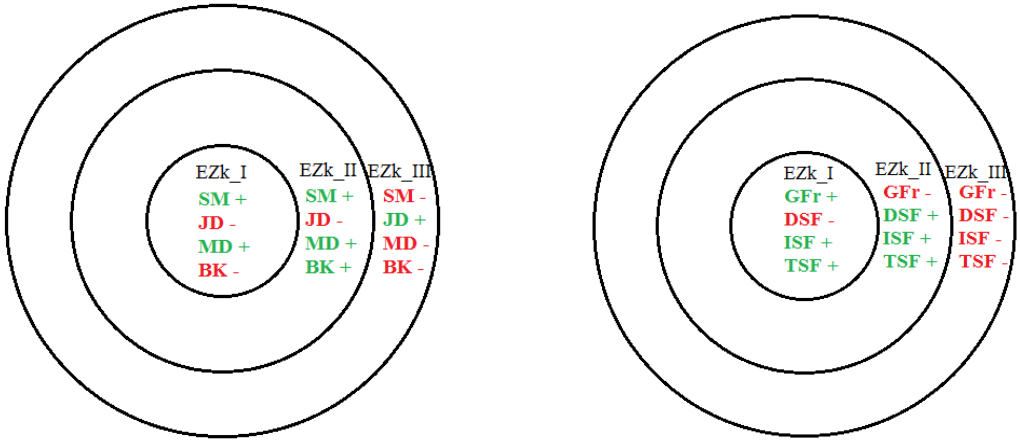
MRÁČEK (1989) doporučuje pro zajištění trvalé účinnosti v porostní struktuře volit kotlíky o průměru nejméně 30 – 40 m (700 – 1200 m^2). Toto tvrzení mohu potvrdit, protože

se zmlazení v tomto rozmezí hojně vyskytovalo, ovšem není nutné vytvářet tak rozsáhlé skupinové seče. V kotlících, které svou plochou nepřesáhly 300 m^2, byla zaznamenána dostatečná obnova dřevin, v některých případech dokonce předčila větší obnovní prvky. V tomto případě je spíše vhodné se zamyslet nad cílovou dřevinnou skladbou a podle ní volit velikosti skupinových sečí.

Velikosti obnovních prvků se s každým autorem liší. KORPEĽ (1972) uvádí plochu průměrem kotlíku od 0,7 – 2,0 násobku výšky mateřského porostu. TESAŘ a TICHÝ (1990) (in KOŠULIČ, 2010) vymezují výměru kotlíku do 0,4 ha. ZEZULA (1994) (in KOŠULIČ, 2010) uvádí jako optimální velikost 0,1 – 0,5 ha. Autoři KONIAS (1951), PEŘINA (1959), PĚNČÍK(1960) (in KOŠULIČ, 2010) uvádějí velikost obnovního prvku podle vlhkosti půdy, množství srážek, tepla, úrodnosti půdy a dřeviny rostoucí v kotlíku. Konkrétně od výměry nepřevyšující průměrnou výšku porostu po velikost hloučků do 0,03 ha s důrazem na zachování mikroklimatu. KOŠULIČ (2010) je toho názoru, že velikost a orientace kotlíku by měla poskytnout dostatečnou ekologickou ochranu a půda by neměla rychle zarůstat buření. Vytvořené podmínky v obnovním prvku by měly co nejlépe podporovat přirozený růstový rytmus obnovované dřeviny, autoregulační procesy v nárostu by měly dobře probíhat za předpokladu co nejmenšího vzniku spádových okrajů.

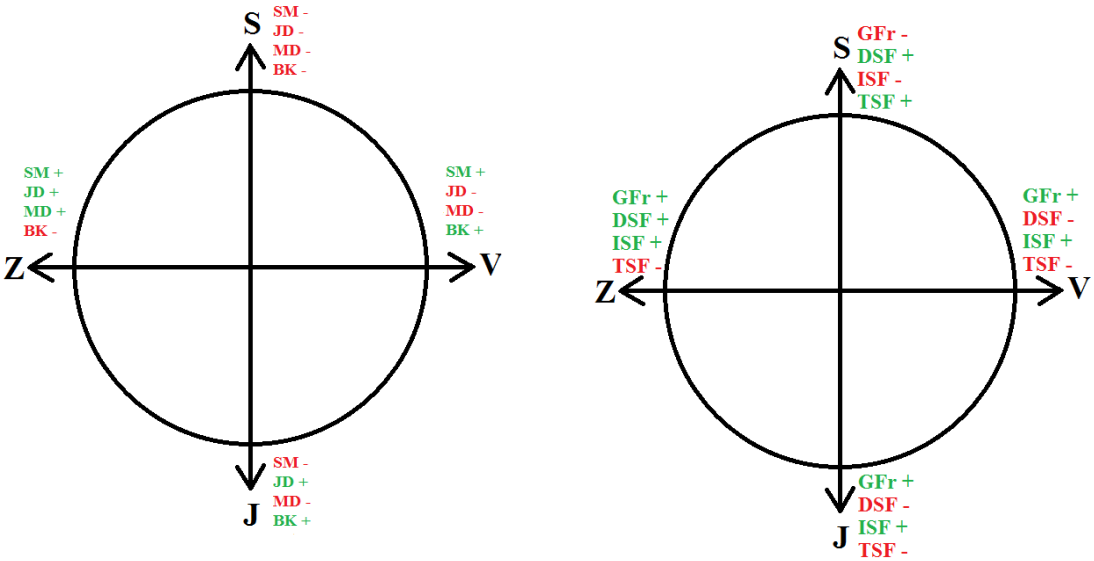
7. DOPORUČENÍ PRO PRAXI

Diverzita dřevin uvnitř kotlíku odpovídá světelným nárokům dřevin. Ve středové části převažoval modřín a smrk, v části přechodové se k nim připojil a dominoval zde buk. Pod ochranou okolního porostu se nejlépe zmlazovala jedle.



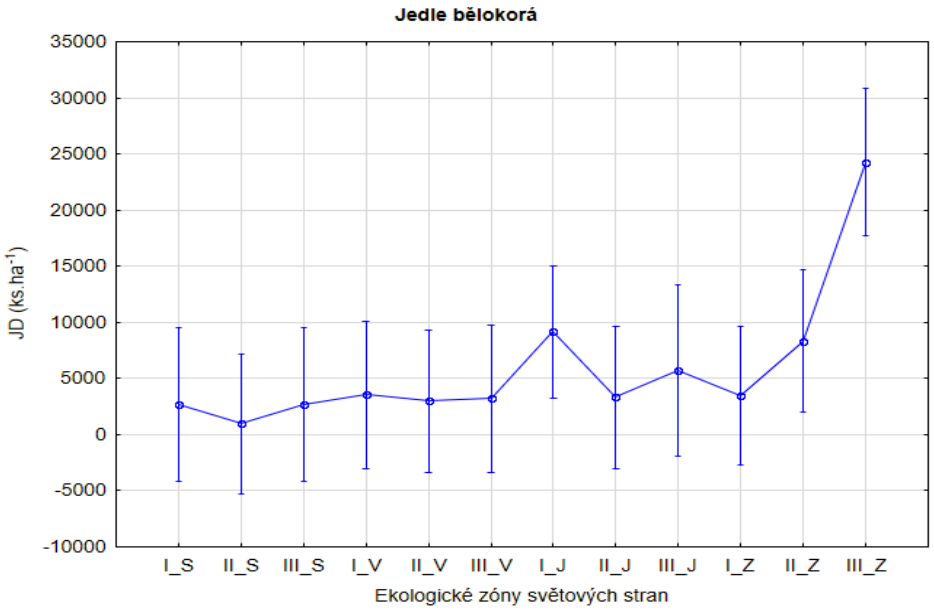
Obr. 36: Převládající zmlazení dřevin a světelné záření v ekologických zónách

Zmlazení zkoumaných dřevin se orientovalo k západnímu, jižnímu a východnímu okraji kotlíků. Tento fakt odpovídá převaze difuzního záření (ISF), které je uváděno jako nejdůležitější druh záření pro růst semenáčků.



Obr. 37: Převládající zmlazení dřevin a světelné záření dle světových stran

Jedle výrazně nejlépe zmlazovala v západní části kotlíku pod ochranou dospělého porostu (III_Z), kde vykázala více než trojnásobné počty zmlazení v porovnání s jinými částmi kotlíku.



Obr. 38: Hustota zmlazení jedle v závislosti na ekologických zónách a světových stranách

Na skupinovou seč nejlépe zareagovalo modřínové zmlazení. V roce 2013 (před zásahem) se v kotlících modřín téměř nevyskytoval, ale po provedení zásahu se objevil ve všech kotlících a ve 3 dosáhl hodnot přesahujících 20000 ks.ha^{-1} (velký bukový, velký smrkový a malý smrkový).

Obr. 39: Vývoj modřínového zmlazení po provedení skupinových sečí (ks.ha^{-1})

Přirozená obnova nejsnáze probíhala ve smrkovém porostním typu. V těchto podmínkách ovšem bylo docíleno nižší diverzity dřevin. Nejvyšší diverzita byla zaznamenána v kotlících smíšených. V porovnání malých kotlíků (do 0,05 ha) a velkých kotlíků (0,05 – 0,13 ha) vyšších hustot zmlazení bylo naměřeno v kotlících velkých.

Jako nejpříznivější ekologickou zónu pro přirozenou obnovu většiny dřevin lze označit vnější okraj kotlíku, resp. jeho západní část (východní expozice).

Příprava půdy měla pozitivní vliv na vyšší hustotu zmlazení modřínu. Efekt ochrany proti zvěři oplocením je v dané fázi vývoje nejednoznačný.

Pokryvnost bylinné vegetace byla nejvyšší ve velkých kotlících bukového a smíšeného typu.

S ohledem na výše uvedená zjištění by optimalizace obnovního postupu skupinovou sečí v daných přírodních podmínkách spočívala především v tvorbě větších obnovních prvků (do 0,1 ha) s elipsovitým protažením ve směru V – Z. V listnatých a smíšených porostních typech přitom bude vhodné otestovat efekt chemického ošetření proti buřeni.

8. ZÁVĚR

Na ŠLP Křtiny, polesí Habrůvka je buk lesní agresivní dřevinou, jehož schopnost přirozeně se zmlazovat v rozvolněných porostech převyšuje nad ostatními a tím pádem vznikají bukové monokultury. Tato diplomová práce vznikla za účelem zhodnocení, zda je možné docílit heterogenní dřevinné skladby skupinovými sečemi. Ve 3 porostních typech (bukový, smíšený, smrkový) bylo umístěno 10 skupinových sečí o velikosti od 0,02 ha do 0,13 ha.

Přirozená obnova nejsnáze probíhala ve smrkovém porostním typu. V těchto podmínkách ovšem bylo docíleno nižší diverzity dřevin. Nejvyšší diverzita byla zaznamenána v kotlících smíšených. V porovnání malých kotlíků (do 0,05 ha) a velkých kotlíků (0,05 – 0,13 ha) vyšších hustot zmlazení na hektar bylo naměřeno v kotlících velkých. Diverzita dřevin uvnitř kotlíku odpovídá světelným nárokům dřevin. Ve středové části převažoval modřín, v části přechodové buk a smrk. Pod ochranou okolního porostu se nejlépe zmlazovala jedle. Zmlazení zkoumaných dřevin se orientovalo k západní, jižní a východní části kotlíků. Tento fakt odpovídá převaze difuzního záření (ISF).

Ochrana před zvěří oplocením neprokázala výrazný vztah v hustotě zmlazení, mechanická příprava půdy měla za následek nárůst modřínového zmlazení.

Smrk ztepilý nejlépe zmlazoval ve smrkovém porostním typu (45000 ks.ha^{-1}), v bukovém a smíšeném porostním typu byla hustota zmlazení nižší (6000 ks.ha^{-1}). Nejvyšší četnosti smrkových semenáčků se vyskytovaly na okraji kotlíku pod porostní stěnou a v malých kotlících (do 0,05 ha) byla hustota vyšší nežli ve velkých.

Jedle bělokorá nejlépe zmlazovala ve smíšeném porostním typu (17000 ks.ha^{-1}), v bukovém a smrkovém o poznání méně (1000 ks.ha^{-1}). Zdaleka nejvyšší hodnoty jedlového zmlazení se nacházely na západní části (východní expozici) pod ochranou mateřského porostu (24000 ks.ha^{-1}). Tato hodnota je trojnásobně vyšší než všechny ostatní ekologické části kotlíku.

Modřín opadavý dosahoval vyšší hustoty zmlazení ve větších kotlících (nad 0,05 ha) nežli v kotlících menších. Výskyt se zpravidla soustředil do střední osluněné části kotlíků (15000 ks.ha^{-1}), která se nejvíce blíží ekologickým nárokům modřínu. Se zvyšující se

vzdáleností od středu kotlíku se snižovala hustota zmlazení. Pod mateřským porostem modřín téměř nezmlazoval. Lépe zmlazoval v porostním typu smrkovém (32000 ks.ha^{-1}), nežli v bukovém a smíšeném (6500 ks.ha^{-1}). Limitní hodnotou difuzního záření pro přirozenou obnovu modřínu bylo přibližně 20 % ISF a optimální 35 % ISF.

Buk lesní se nejlépe zmlazoval v kotlících bukového porostního typu (20000 ks.ha^{-1}), méně ve smíšeném porostním typu (12000 ks.ha^{-1}) a ve smrkovém se téměř nevyskytoval. Nejvyšší hodnoty zmlazení v kotlících byly zaznamenány v jihovýchodní části pod porostní stěnou (14000 ks.ha^{-1}). Bukové zmlazení se hojně vyskytovalo v širokém rozpětí difuzního záření od 10 - 40 % ISF.

Výsledky této práce prokazují, že na polesí Habrůvka je možné docílit smíšeného porostu se zastoupením smrku ztepilého, modřínu opadavého, jedle bělokoré a buku lesního. Skupinová seč se jeví jako vhodná varianta, ve které jsou schopné zmlazovat jak slunné dřeviny (středová část kotlíku) i stín snášející dřeviny (pod porostní stěnou). Ovšem je nutné si uvědomit, že dané závěry mé diplomové práce se vztahují k danému časovému okamžiku a v delším časovém období se mohou změnit.

9. SUMMARY

On the ŠLP Křtiny, training forest district Habrůvka is beech aggressive tree species whose ability to naturally renewaling in the loose stands exceeds over others and because o it formed beech monoculture. This thesis was to evaluate whether it is possible to achieve heterogeneous tree species composition of group cutting. In the three stand types (beech, mixed, spruce) were placed in 10 group cutting about the size from 0.02 hectares to 0.13 hectares.

The easiest natural forests regeneration proceeded spruce stand type. In these conditions it was attained less diversity of tree species. The highest diversity was recorded in gaps mixed. Compared to the small gaps (to 0.05 ha) and large gaps (0.05 - 0.13 ha) higher densities forests regeneration per hectare was measured in large gaps. Diversity of tree species inside the gap corresponds to the light condisions of other tree species. In the central part of the prevailed larch, in the transition portion prevailed beech and spruce. The best forests regenerations under the protection of forest stand was fir. Regeneration of examined tree species are oriented to the west, south and east exposure gaps. This fact corresponds to the predominance of Indirect Site Factor (ISF).

Protection against the demage game, did not demonstrate a significant relationship in regeneration density, mechanical soil preparation should result in growth of larch regeneration.

Forests regeneration of the norway spruce was the best in the stand type (45000 trees per hectare) in beech and mixed stand type of regeneration density was lower (6000 trees per hectare). The highest frequency of spruce seedlings were found on the edge of the pot stand underneath a forest wall in small gaps (0.05 hectare) density was higher than in large gaps.

Forests regeneration of the fir was the best in the mixed stand type (17000 trees per hectare), beech and spruce considerably less (1000 trees per hectare). The highest value fir forests regeneration were located on the western exposure under the protection of shelterwood (24000 trees per hectare). This value is three times higher than any other part of the ecological gap.

Higher density of larch was in the large gaps (over 0.05 hectares) than in smaller gaps. Occurence is usually concentrated in the central part of the sunlit gaps (15000 trees per hectare), which is closest to the ecological claim of larch.

With increasing distance from the center of the gap decreased density of forests regeneration. Under the shelterwood, larch almost don't regeneration. Better regeneration of larch was in the stand type of spruce (32000 trees per hectare) than in beech and mixed stand type (6500 trees per hectare). The limit value diffuse radiation for natural larch regeneratio was approximately 20 % of Indirect Site Factor (ISF) and Indirect Site Factor (ISF) optimal 35 %.

Forests regeneration of the beech was the best in beech stand type (20000 trees per hectare), less a mixed stand type (12000 trees per hectare) and in the spruce almost did not occur. The highest values of regeneration in gaps, were recorded in the southeastern part under the forests wall (14000 trees per hectare). Beech regeneration is abundantly present in a broad range of diffuse radiation from 10 - 40 % ISF.

The results of this study demonstrate that on the training forest district Habrůvka is possible to attain a mixed stand type of spruce, larch, fir and beech. Group felling seems as a appropriate varianty, the sunny-tolerant (central portion of gap) and shade-tolerant (under the stand wall) tree species able to natural forests regenerations. However is necessary to realize that the conclusions of my thesis can by change over the time .

10. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALBERT, C. H., a kol., (2008). *Land – use chase and subalpine tree dynamics: colonization of Larix decidua in French subalpine grasslands.* Journal of Alllied Ecology.

AMON, W., (2009). *Výběrný princip v lesním hospodářství – Závěry ze 40 let švýcarské praxe,* 162 str.)

BACHMAN, R., P., (1968). *Untersuchungen zur Wahl des Verjüngungszeitpunkter in Waldbau.* 112 s.

BADOUX, E., (1949). *L'allure de l'accriossment dans la hetre en Suisse*

BEZECNÝ, P., a kol., (1981): *Pěstování lesů*, Praha 1, 328 s.

BEZECNÝ, P., LIPOVSKÝ, I., a kol., (1992) *Pestovanie lesov.* Vydavatelstvo Príroda Bratislava, 413 s.

BŘEZINA, I., (2012). *ŠLP ML Křtiny, Přirozená obnova a pěstění smíšených porostů s dubem zimním,* Lesnická práce IX/2012

ČERVENÝ, M., (2014). *LS Plasy, Porovnání přírodě blízkého a holosečného hospodaření na Manětínsku,* Lesnická práce VII/2014

ČÍŽEK, J., KRATOCHVÍL, J., PEŘINA, V., (1959): *Přeměna monokultur.* Státní zemědělské nakladatelství Praha. 189 s.

DEMEK, Jaromír, a kolektiv. *Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny*. Brno: Academia, 1987. 584 s.

DOBROVOLNÝ, L., (2010). *Pronikání buku (Fagus sylvatica L.) do smrkové monokultury z jednotlivě vtroušených mateřských stromů – iniciální fáze transformace porostu.* Brno: MENDELU, 240 s.

DOBROVOLNÝ, L., (2012). *Pěstění lesa I.* [online] citováno 2. 4. 2016. Dostupné na WWW:https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/inovace/Pesteni_lesa_I/Pesteni_lesa_I_Dobrovolny.pdf

HRIB, M., (2009). *Lesy v české republice*. Praha: Lesy ČR.

HURT, V., (2008). *Produkční potenciál akompetiční vztahy bukomodřínového porostu na živném stanovišti ŠLP Křtiny*. Disertační práce MZLU v Brně, 166 s.

KANTOR, P., TESAŘ, V., (1996). *Pěstování lesa v heslech*. ÚZPL LDF MZLU v Brně: ÚZPL LDF MZLU v Brně, 95 s.

KANTOR, P., (2001). *Obnova jedle bělokoré. In Pěstování a umělá obnova jedle bělokoré.* Praha: Česká lesnická společnost.

KANTOR, P., (2010). *Přednášky z předmětu pěstění lesů II*. MZLU v Brně,

KANTOR, P., a kol. (2014). *Pěstění lesů skripta učební text*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 153 s.

KOLEKTIV AUTORŮ MENDELU, (2013). *90 let od založení Školního lesního podniku Masarykův les Křtiny Mendelovy university v Brně*. In MENDEL GREEN, roč 5, č. 1, 16 s.

KORPEĹ, Š., (1965). *Pestovanie jedle*. Bratislava, SVPL. 340 s.

KORPEĹ, Š., a kol. (1991). *Pestovanie lesa*. Príroda, 448 s.

KOŠULIČ, M., (2010). *Cesta k přírodě blízkému hospodářskému lesu*. Brno: FSC, 452 s.

KOZEL, J., (2013). *Správa NP a CHKO Šumava, Přírodě blízké lesní hospodářství v Krkonoších,* Lesnická práce XI/2013

LESPROJEKT BRNO, (2012). *LHC Školní lesní podnik Masarykův les Křtiny,* platnost 2013 – 2022.

MARTÍNEK, J., MAUER, P., TRUHLÁŘ, J., (2003). *Historie a poslání ŠLP Masarykův les Křtiny MZLU v Brně.* Lesnická práce, ročník 82, č. 11. S. 34/593 ISSN 1212-8449

MAUER, O., PALÁTOVÁ, E., (1994). *Vývoj kořenového systému řízkovanců smrku obecného (Picea abies (L.) Karsk.) do dvaceti let po výsadbě.* Lesnictví – Forestry. 298 s.

MZE ČR, (2014). *Zpráva o stavu lesního hospodářství České republiky v roce 2013.* Praha, MZe ČR. 136 s.

MZE ČR, (2012). *Zpráva o stavu lesního hospodářství České republiky v roce 2011*. Praha, MZe ČR. 134 s.

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

MRÁČEK, Z., (1989). *Pěstování buku*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.

MUSCOLO, A., a kol. (2010). *Gap size effects on above-and below-ground processes in a silver fir stand.* European Journal of Forest Research.

NAGEL, T. A., SVOBODA, M., DAICI, J., (2006). *Regeneration patterns after intermediate wind disturbance on an old.growth Fagus-Abies forest in southeastern Slovenia.* Forest Ecology and Managment

PEŘINA, V., KADLUS, Z., JIRKOVSKÝ, V., (1964). *Přirozená obnova lesních porostů.* SZN Praha, 167 s.

PLÍVA, K., (1987). *Typologická klasifikace systému ÚHÚL*, 52 s., ÚHÚL Brandýs n.L.

POLANSKÝ, B., a kol., (1966). *Pěstování lesů.* ZSN Praha, 514 s.

PRŮŠA, E. (2001). *Pěstování lesů na typologických základech.* Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. 593 s.

PŘEVOR, P., (2014). *Potenciál a limity přirozeného zmlazení smrku ztepilého na ŠLP Křtiny*. Bakalářská práce, Mendelu v Brně.

QUITT, E., (1971). *Klimatické oblasti Československa.* Academia, 73 s.

REININGER, H., (2000). *Das Plenterprinzip: oder die Überführung des Altersklassenwaldes.* Graz, Stuttgart: Stocker. 238 s.

SAGNARD, F., PICHOTA, CH., DREYFUSA, P., JORDANOB, P., FADYA, B., (2007). *Modeling seed dispersal to predict seedling recruitment: Reconalization dynamics in a plantion forest,* 11 s.

SANIGA, M., BRUCHÁNEK, R., (2009). *Prírodě blízké obhospodarovanie lesa*. [online] citováno 23. 3. 2014. Dostupné na WWW: http://www.nlcsk.sk/files/1515.pdf

SEKYRKA, F., (1903). *Nauka o zakládání a pěstování lesů*, 432s.

SCHAEFFER, L., SCHAEFFER, A., (1951): *Amélioration des taillis sous futaie*

SCHÜTZ, J. 1999, *Principles of functioning of mixtures in forests stands, Experience of temperate central European forest conditions*. 220 s.

SCHÜTZ, J. - P., (2002): *Výběrné hospodářství a jeho rozdílné formy,* 161 s.

SVOBODA, P., (1952). *Život lesa,* Praha Nakladatelství Brázda, 894 s.

SVOBODA, P., (1953). *Lesní dřeviny a jejich porosty: část 1*., Státní zemědělské nakladatelství, 411 s.,

ŠIMEK, J., (1993). *Přirozená obnova smrku.* Tábor: FRANK, 55 s.,

ŠINDELÁŘ, J., (1994). *Možnosti optimalizace druhové skladby lesů ČR*, Závěrečná zpráva VÚHLM Jíloviště Strnady, 82 s.

ŠINDELÁŘ, J., (1996). *Zajištění podílu listnatých dřevin v druhové skladbě lesů v České republice.* Praha:Ústav zemědělských a potravinářských informací. 36 s.

ŠINDELÁŘ F., FRÝDL J., NOVOTNÝ P., (2006). *Původní rozšíření modřínu opadavého na území České republiky, jeho uplatnění a další perspektivy v lesním hospodářství.*

ŠTĚRBA, T., (2012). *Světelné poměry smíšeného bukosmrkového lesa v počáteční fázi obnovy.* Diplomová práce. Brno: MENDELU. 81 s.

TYLLER, M., (2014). *Potenciál a limity přirozené obnovy modřínu opadavého ve smíšených porostech na ŠLP Křtiny*. MENDELU Brno, 64 s.

ÚRADNÍČEK, L., CHMELAŘ, P., (1998). *Dendrologie lesnická*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 216 s.

ÚRADNÍČEK, L., MADĚRA, P., (2001). *Dřeviny České republiky*. Matice lesnická, spol. s r.o. Písek. 333 s.

VACEK, S., LOKVENC, T., SOUČEK, (1995). *Přirozená obnova lesních porostů*. Praha Mze, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 41 s.

ZAHRADNÍK, P., a kol., (2014). *Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty*. Lesnická práce s.r.o. PB tisk Příbram, 374 s.