

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa



Mortalita přirozené obnovy po odumření horního stromového patra v horském smrkovém lese

Bakalářská práce

Autor: Jan Vopěnka

Vedoucí práce: Ing. Radek Bače Ph.D.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Vopěnka

Lesnictví

Název práce

Mortalita přirozené obnovy po odumření horního stromového patra v horském smrkovém lese

Název anglicky

Mortality of natural regeneration and upper tree layer dieback in mountain spruce forest

Cíle práce

Cílem práce bude ověřit platnost následujících hypotéz

- (1) Mortalita jedinců nezávisí na druhu dřeviny
- (2) Mortalita jedinců nezávisí na výšce zmlazení
- (3) Mortalita jedince nezávisí na substrátu, v němž roste

Metodika

1. Sběr dat o početnosti, výšce a mortalitě označených jedinců obnovy dřevin na trvalých výzkumných plochách v NP Šumava.
2. Matematické a statistické zpracování dat.
3. Příprava práce.

Doporučený rozsah práce

30-40 stran

Klíčová slova

Smrk ztepilý, *Picea abies*, jeřáb ptačí, semenáčky, mortalita, mikrostanoviště, početnost

Doporučené zdroje informací

- Antos, J. A., Parish, R., & Conley, K. (2000). Age structure and growth of the tree-seedling bank in subalpine spruce-fir forests of south-central British Columbia. *The American Midland Naturalist*, 143(2), 342-354.
- Bače, R., Svoboda, M., Janda, P., Morrissey, R. C., Wild, J., Clear, J. L., ... & Donato, D. C. (2015). Legacy of Pre-Disturbance Spatial Pattern Determines Early Structural Diversity following Severe Disturbance in Montane Spruce Forests. *PloS one*, 10(9), e0139214.
- Bače, R., Svoboda, M., Pouska, V., Janda, P., & Červenka, J. (2012). Natural regeneration in Central-European subalpine spruce forests: Which logs are suitable for seedling recruitment?. *Forest Ecology and Management*, 266, 254-262.
- Fischer, A., Fischer, H. S., Kopecký, M., Macek, M., & Wild, J. (2015). Small changes in species composition despite stand-replacing bark beetle outbreak in *Picea abies* mountain forests 1. *Canadian Journal of Forest Research*, 45(9), 1164-1171.
- Ilisson, T., Köster, K., Vodde, F., & Jørgiste, K. (2007). Regeneration development 4–5 years after a storm in Norway spruce dominated forests, Estonia. *Forest ecology and management*, 250(1), 17-24.
- Jonášová, M., & Prach, K. (2004). Central-European mountain spruce (*Picea abies*(L.) Karst.) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak. *Ecological Engineering*, 23(1), 15-27.
- Kupferschmid, A. D., & Bugmann, H. (2005). Effect of microsites, logs and ungulate browsing on *Picea abies* regeneration in a mountain forest. *Forest Ecology and Management*, 205(1), 251-265.
- Nováková, M. H., & Edwards-Jonášová, M. (2015). Restoration of central-European mountain Norway spruce forest 15 years after natural and anthropogenic disturbance. *Forest Ecology and Management*, 344, 120-130.
- Vodde, F., Jørgiste, K., Engelhart, J., Frelich, L. E., Moser, W. K., Sims, A., & Metslaid, M. (2015). Impact of wind-induced microsites and disturbance severity on tree regeneration patterns: Results from the first post-storm decade. *Forest Ecology and Management*, 348, 174-185.
- Wild, J., Kopecký, M., Svoboda, M., Zenáhlíková, J., Edwards-Jonášová, M., & Herben, T. (2014). Spatial patterns with memory: Tree regeneration after stand-replacing disturbance in *Picea abies* mountain forests. *Journal of Vegetation science*, 25(6), 1327-1340.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Radek Bače, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 14. 9. 2017

prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 2. 2018

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 19. 04. 2018

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Mortalita přirozené obnovy po odumření horního stromového patra v horském smrkovém lese vypracoval samostatně pod vedením Ing. Radka Bačeho Ph.D a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 20. 4. 2018

Podpis autora

Poděkování:

Chtěl bych tímto způsobem poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Radkovi Bačemu Ph.D. a Mgr. Markéta Nováková za pomoc při sběru, přípravě a zpracování dat. Dále všem, co se účastnili měření na zkusných plochách. A v neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině, jak za psychickou, tak finanční pomoc během studia.

Abstrakt

Úkolem této práce je prozkoumat úmrtnost přirozené obnovy smrkového lesa po disturbanci způsobené orkány Kyrill (18. ledna 2007) a Emma (1.-2. března 2008) a následným napadením lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus*) v roce 2008. Výzkum probíhal na čtvercových trvalých výzkumných plochách (50x50m) NP Šumava.

Zkoumán je vliv mikrostanoviště (např. hrabka, mrtvé dřevo, mechorosty, cévnaté rostliny) na mortalitu zmlazení. Dále je zkoumáno, jak se liší mortalita mezi druhy dřevin ve vztahu k výšce jedince přirozené obnovy.

Druhové složení, kdy se na plochách vyskytoval z 96 % smrk ztepilý a ze 4 % jeřáb ptačí, se příliš neliší od předešlého stromového patra. Nejvyšší mortalita se nacházela na stanovišti tvořené mechorosty, avšak nebylo prokázáno, že mortalita závisí na dané dřevině ani na mikrostanovišti, kde se jedinci nachází. Mortalita ale závisí na výšce jedince. Nejvyšší mortalita byla u nejnižších jedinců s výškou do 40 cm. Vyšší jedinci mají vyšší výškový přírůst nežli menší a tím stoupá heterogenita výškové struktury porostu.

Celková mortalita je 10 let po disturbanci velice nízká a lze předpokládat, že mortalita přirozené obnovy se bude nadále snižovat.

Klíčová slova: Smrk ztepilý, *Picea abies*, jeřáb ptačí, semenáčky, mortalita, mikrostanoviště, početnost

Abstract

The main task of this work is to investigate the mortality of the natural regeneration of the spruce forests after the disturbance caused by the orcs Kyrill (January 18. 2007) and Emma (March 1.-2. 2008) and subsequent attack bark beetle in the year 2008. The research was carried out on square permanent research areas (50x50m) of NP Šumava.

The effect of the micro-site (like, rake, dead wood, bryophytes, vascular plants) on the mortality of the rejuvenation has been investigated. Furthermore, it is examined how the mortality of tree species varies according to the height of natural regeneration.

The species composition where 96% of the Norway spruce and 4% of the rowan was not very different from the previous tree floor. The highest mortality was found in the bryophyte site, but mortality was not determined by the species or the micrograph where the individual is located. It has also been found that mortality depends on the elevation classes of the individual. The highest mortality was among individuals with a height up to 40 cm. Higher individuals have a higher growth than the smaller once and hence the heterogeneity of the height structure of the forest.

The overall mortality rate is very low 10 years after disturbance, and it can be assumed that the mortality rate of natural recovery will continue to decline.

Key words: Norway spruce, *Picea abies*, rowan, seedlings, mortality, microsite, abundance

Obsah

1. Úvod:.....	13
2. Rešerše.....	14
2.1. Co je to Horský les	14
2.2. Smrk ztepilý	14
2.3. Disturbance.....	15
2.4. Přirozená obnova.....	16
2.5. Mortalita	16
3. Metodika.....	18
3.1. Historie území.....	18
3.2. Plochy Trojmezná a Březník:.....	19
3.2.1. Struktura plochy:.....	19
3.2.2. Sběr dat na ploše:.....	20
3.3. Vyhodnocení dat:.....	20
3.3.1. Výškové třídy	21
3.3.2. Mikrostanoviště.....	21
3.3.3. Zastoupení dřevin na jednotlivých plochách	21
4. Výsledky:	22
4.1. Trvalá výzkumná plocha 7 (TVP 7).....	22
4.1.1. Zastoupení podle dřevin TVP 7	22
4.1.2. Zastoupení jedinců dle mikrostanoviště TVP 7	22
4.1.3. Zastoupení jedinců podle výškových tříd TVP 7.....	24
4.2. Trvalá výzkumná plocha 10 (TVP 10).....	26
4.2.1. Zastoupení podle dřevin TVP 10	26

4.2.2.	Zastoupení jedinců dle mikrostanoviště TVP 10	26
4.2.3.	Zastoupení jedinců podle výškových tříd TVP 10.....	27
4.3.	Trvalá výzkumná plocha 11 (TVP 11).....	29
4.3.1.	Zastoupení podle dřevin TVP 11	29
4.3.2.	Zastoupení jedinců dle mikrostanoviště TVP 11	29
4.3.3.	Zastoupení jedinců podle výškových tříd TVP 11.....	30
4.4.	Trvalá výzkumná plocha 12 (TVP 12).....	32
4.4.1.	Zastoupení podle dřevin TVP 12	32
4.4.2.	Zastoupení jedinců dle mikrostanoviště TVP 12	32
4.4.3.	Zastoupení jedinců podle výškových tříd TVP 12.....	34
4.5.	Trvalá výzkumná plocha 13 (TVP 13).....	36
4.5.1.	Zastoupení podle dřevin TVP 13	36
4.5.2.	Zastoupení jedinců dle mikrostanoviště TVP 13	36
4.5.3.	Zastoupení jedinců podle výškových tříd TVP 13.....	37
4.6.	Trvalá výzkumná plocha 14 (TVP 14).....	39
4.6.1.	Zastoupení podle dřevin TVP 14	39
4.6.2.	Zastoupení jedinců dle mikrostanoviště TVP 14	39
4.6.3.	Zastoupení jedinců podle výškových tříd TVP 14.....	40
4.7.	Shrnutí dat z ploch.....	42
5.	Diskuze:.....	46
5.1.	Druhové složení	46
5.2.	Vliv mikrostanoviště na mortalitu	47
5.3.	Výšková struktura přirozené obnovy.....	48
6.	Závěr.....	49
7.	Citovaná literatura	50

Seznam tabulek

Tabulka 1: Druhy mikrostanovišť	21
Tabulka 2: Dřeviny vyskytující se na TVP 7.....	22
Tabulka 3: Jedinci podle mikrostanoviště TVP 7	22
Tabulka 4: Jedinci podle výškových tříd TVP 7	24
Tabulka 5: Dřeviny vyskytující se na TVP 10.....	26
Tabulka 6: Jedinci podle mikrostanoviště TVP 10.....	26
Tabulka 7: Jedinci podle výškových tříd TVP 10	27
Tabulka 8: Dřeviny vyskytující se na TVP 11.....	29
Tabulka 9: Jedinci podle mikrostanoviště TVP 11.....	29
Tabulka 10: Jedinci podle výškových tříd TVP 11.....	30
Tabulka 11: Dřeviny vyskytující se na TVP 12	32
Tabulka 12: Jedinci podle mikrostanoviště TVP 12	32
Tabulka 13: Jedinci podle výškových tříd TVP 12.....	34
Tabulka 14: Dřeviny vyskytující se na TVP 13	36
Tabulka 15: Jedinci podle mikrostanoviště TVP 13	36
Tabulka 16: Jedinci podle výškových tříd TVP 13.....	37
Tabulka 17: Dřeviny vyskytující se na TVP 14	39
Tabulka 18: Jedinci podle mikrostanoviště TVP 14	39
Tabulka 19: Jedinci podle výškových tříd TVP 14.....	40
Tabulka 20: Počty jedinců v ploše, přepočítání na hektarové počty, mortalita je uvedena za období 2012-2015.	42
Tabulka 21: Výsledky Chi testu pro hypotézu nezávislosti mortality na dřevině za všechny plochy. V tabulce jsou uvedeny sledované hodnoty, v závorce a kurzívou jsou uvedeny teoretické hodnoty.	43
Tabulka 22: Výsledky Chi testu pro hypotézu nezávislosti mortality na stanovišti za všechny plochy. V tabulce jsou uvedeny sledované hodnoty, v závorce a kurzívou jsou uvedeny teoretické hodnoty.	44
Tabulka 23: Výsledky Chi testu pro hypotézu nezávislosti mortality na výškové třídě za všechny plochy. V tabulce jsou uvedeny sledované hodnoty, v závorce a kurzívou jsou uvedeny teoretické hodnoty.....	45

Seznam obrázků

Obrázek 1: Schéma uspořádání trvalých výzkumných ploch (Zenáhlíková et al.; 2011).....	19
Obrázek 2: Rozdělení jedinců podle mikrostanoviště TVP 7 (AF <i>Avenella flexuosa</i> , DRI_DIL Driopteris dilata, HR Hrabanka, HRPT hrabanka u paty kmene, K kámen, Kapradí, KD Tlející dřevo, M mech, M K mech a kámen, MPT mech u paty stromu, OA <i>Oxalis acetosella</i> , PÝ pahýl)	23
Obrázek 3: Rozdělení jedinců podle výškových tříd TVP 7 v roce 2015	24
Obrázek 4: Mortalita v jednotlivých výškových třídách TVP 7 za období 2012–2015	25
Obrázek 5: Rozdělení jedinců podle mikrostanoviště TVP 10 (AF <i>Avenella flexuosa</i> , AF KD <i>Avenella</i> <i>flexuosa</i> a kámen, HR Hrabanka, HR KD hrabanka a tlející dřevo, KD Tlející dřevo, M mech, M HR mech a hrabanka, M KD mech a tlející dřevo, PT pata stromu, PÝ pahýl).....	27
Obrázek 6: Rozdělení jedinců podle výškových tříd TVP 10 v roce 2015	28
Obrázek 7: Mortalita v jednotlivých výškových třídách TVP 10 za období 2012–2015.....	28
Obrázek 8: Rozdělení jedinců podle mikrostanoviště TVP 11 (AF <i>Avenella flexuosa</i> , HR Hrabanka, HR KD hrabanka a tlející dřevo, HR M hrabanka a mech, KD Tlející dřevo, M mech, M HR mech a hrabanka, M KD mech a tlející dřevo, MPÝ mech a pahýl, PÝ pahýl)	30
Obrázek 9: Rozdělení jedinců podle výškových tříd TVP 11 v roce 2015	31
Obrázek 10: Mortalita v jednotlivých výškových třídách TVP 11 za období 2012–2015.....	31
Obrázek 11: Rozdělení jedinců podle mikrostanoviště TVP 12 (AF <i>Avenella flexuosa</i> , BOR <i>Vaccinium</i> <i>myrtillus</i> , CV <i>Calamagrostis villosa</i> , HR Hrabanka, HR KD hrabanka a tlející dřevo, KD Tlející dřevo, M mech, M AF mech a <i>Avenella flexuosa</i> , M KD mech a tlející dřevo, MPT mech a pata stromu, PÝ pahýl)	33
Obrázek 12: Rozdělení jedinců podle výškových tříd TVP 12 v roce 2015	35
Obrázek 13: Mortalita v jednotlivých výškových třídách TVP 12 za období 2012–2015.....	35
Obrázek 14: Rozdělení jedinců podle mikrostanoviště TVP 13 (VM <i>Vaccinium myrtillus</i> , HR Hrabanka, HR KD hrabanka a tlející dřevo, HRPT hrabanka a pata kmene, KD Tlející dřevo, M mech, M HR mech a hrabanka, M KD mech a tlející dřevo, M VM mech <i>Vaccinium myrtillus</i> , PÝ pahýl)	37
Obrázek 15: Rozdělení jedinců podle výškových tříd TVP 13 v roce 2015	38
Obrázek 16: Mortalita v jednotlivých výškových třídách TVP 13 za období 2012–2015.....	38

Obrázek 17 Rozdělení jedinců podle mikrostanoviště TVP 14 (AF Avenella flexuosa, HR Hrabanka, HR KD hrabanka a tlející dřevo, KD Tlející dřevo, M mech, M KD mech a tlející dřevo, MPT mech a pata stromu, NÁBĚH kořenový náběh, PT pata kmene, PÝ pahýl)	40
Obrázek 18: Rozdělení jedinců podle výškových tříd TVP 14 v roce 2015	41
Obrázek 19: Mortalita v jednotlivých výškových třídách TVP 14 za období 2012–2015.....	41
Obrázek 20: Znázornění relativních počtů všech jedinců podle dřeviny na jednotlivých plochách..	42
Obrázek 21 Zobrazení vlivu mikrostanovišť na mortalitu v jednotlivých plochách.	43
Obrázek 22: Zobrazení relativních četností jedinců podle jednotlivých výškových tříd a podle žijících a uhynulých.....	45

1. Úvod:

Lesy mají pro člověka velmi důležitý význam. Jsou pro nás největší „továrnou“ na kyslík, jsou schopny zadržovat vysoká množství vody a bránit tak v podhůří bleskovým záplavám. Lesy brání půdní kryt proti erozi a proti následnému zchudnutí půdy.

V posledních letech jsou velmi probíraným tématem disturbance a jejich vliv na les. V našich končinách jsou nejčastěji působeny silným větrem a následující kalamitou způsobenou lýkožroutem smrkovým (*Ips typhographus*). Studie z posledních dob ukazují, že silný vítr se na našem území v různých periodách objevuje nejméně v posledních 500 letech (Dobrovolný & Brázdil; 2003). Mnoho z nás nahlíží na disturbance jako na negativní věc, ale opak je pravdou. Disturbance je však součástí přirozeného vývoje lesa. Aby bylo možno tyto disturbance sledovat a zkoumat její vliv na růst, je třeba zachovat, alespoň částečně, původní takzvané mateřské porosty. V těchto porostech je třeba sledovat právě přirozený vývoj lesa, abychom lépe pochopili její problematiku. Ve spojitosti s disturbancemi a vývojem lesa souvisí pojmy resilience a resistance. Resistance je blízce spojena s resiliencí, vysvětluje schopnost porostu zůstat v běžném stavu navzdory narušení. (Potts et. al; 2005) Resilience je schopnost vyrovnat se s narušením a pokračovat dále v rozvoji.

Tato práce se především věnuje horskému lesu a dějům v něm se odehrávajícím. Cílem této práce je prozkoumat mortalitu přirozené obnovy vyskytující se na výzkumných plochách v okolí Trojmezí a Březníku a následně potvrdit či vyvrátit tyto tvrzení.

1.1.1. Mortalita jedinců nezávisí na druhu dřeviny

1.1.2. Mortalita jedinců nezávisí na výškové struktuře porostu

1.1.3. Mortalita jedince nezávisí na substrátu, v němž roste

2. Rešerše

2.1. Co je to Horský les

Horský smrkový les, v rámci našeho státu, zabírá jen velmi nízkou část z celku. Na našem území se vyskytuje především v pátém výškovém stupni a výše.

Pro horský les jsou známe podmínky, které jsou značně extrémní. Tyto stanoviště jsou podmáčená, mají vysokou kamenitost a také mají mělký půdní profil. V tomto chladném podnebí je rozklad organické hmoty pomalý a množství živin v půdě malé, což značně ovlivní růst dřevin. Extrémní klimatické podmínky při horní hranici lesa ovlivňují prostorovou, horizontální i vertikální strukturu porostu (Svoboda; 2005).

V šumavském pohoří je tvořen porost především smrkem ztepilým (*Picea abies*) s příměsí jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*) a dalších dřevin v závislosti na okolních podmínkách. Ve velmi nízkých množstvích se vyskytuje jedle bělokorá (*Abies alba*), buk lesní (*Fagus sylvatica*) a javor klen (*Acer pseudoplatanus*). Les se velmi podobá lesům severozápadní Evropy. Přirozený horský les se na Šumavě rozkládá především na vrcholcích a hřebenech okolo nadmořské výšky 1200 m n.m.. Vzhledem k nadmořským výškám a nepřístupnosti některých lokalit je zde les téměř netknutý.

Z historických pramenů vyplývá, že v nejdříve položené hřebenové části rezervace proběhl na přelomu 18. a 19. století těžební zásah. Porosty v ostatních částech rezervace nebyly pravděpodobně nikdy úmyslně těženy (Jelínek; 1997).

V horském lese působí mnoho disturbančních činitelů. Mezi hlavní činitele patří především vítr (Frelich; 2002), pokud jde o smrkový les, přidává se lýkožrout smrkový (*Ips typhographus*) a v zimě sněh.

Mezi další činitele patří i oheň, ale ten je v našich končinách velmi ojedinělý. Ve velmi ojedinělých případech dochází k odumření vlivem stárí (Korpeľ; 1989).

2.2. Smrk ztepilý

Smrk ztepilý (*Picea abies*) je v šumavském pohoří zastoupen především svou hercynskou formou. Smrk je světlomilná až polostinná dřevina, v mládí toleruje zástín. Na půdu a geologické podloží smrk nemá vysoké nároky. Jediným limitem smrku je půdní vlhkost. Při nedostatku vlhkosti může být limitován jeho růst.

V současné době tvoří smrk 50,2 % našich lesů, jeho přirozená skladba je 11,2 % a doporučená 36,5 % (*Zpráva o stavu lesů a lesního hospodářství České republiky v roce 2016*; Praha; 2017).

Hlavní nevýhodou smrku je mělký koláčový kořenový systém, kvůli kterému není na vhodných stanovištích odolný vůči vývratům vlivem větrných vichřic. Dále je napadán lýkožroutem smrkovým (*Ips typhographus*), který je při vhodných podmínkách schopný zahubit rozsáhlé porosty. Známa je také spojitost napadání živých jedinců smrku při zvýšené populační četnosti lýkožrouta smrkového po větrných disturbancích (Janda et al.; 2010). Co se týče doprovodných dřevin těmi mohou být buk lesní, jedle bělokorá se kterými tvoří takzvanou hercynskou směs (Musil; 2003).

Areál rozšíření je euroasijského typu. Zasahá přes celou Sibiř na východ až k Ochotskému moři. Evropský areál je rozdělen na Středoevropsko-karpatskou a Severskou. Středoevropsko-karpatská zasahuje do horských oblastí střední a jihovýchodní Evropy. Severská se táhne prakticky přes celou Skandinávii a poté dále na východ přes evropskou část Ruska až k Uralu (Slávik; 2004)

2.3. Disturbance

Disturbance jsou hlavní silou, které řídí dynamiku většiny lesních ekosystémů na světě (Frelich; 2002). Vítr a hmyz jsou považovány za významné činitele, které mohou ovlivňovat dynamiku horských lesů ve střední a západní Evropě (Kulakowski & Bebi; 2004). Dalšími významnými činiteli jsou oheň, voda a v případě Krušných hor a Jizerských hor to mohou být imise. Oheň jako disturbanční aktér je znám především z oblastí Ameriky, Austrálie a jižní Evropy, kde zmlazuje například rozsáhlé borovicové lesy.

Na území Šumavy se z historického hlediska vyskytují disturbance působené především větrnými kalamitami a období chronologicky se opakujících kalamit způsobených lýkožroutem smrkovým (*Ips typhographus*). Stejně tak toto platí pro celou střední Evropu.

Mnoho studií ukázalo, že většině kalamit způsobených hmyzem předcházelo narušení větrem, které připravilo vhodné podmínky pro narušení hmyzími škůdci, a to nejčastěji se zpožděním dva roky. Nejnáchylnější k těmto disturbancím jsou okraje lesů, kde kůrovci využívají oslabených a osluněných jedinců pro zvýšení velikosti své populace a následné napadání odolnějších jedinců smrku ztepilého (*Picea abies*) (Schroeder a Lindelöw; 2002 in Janda et al.; 2010).

2.4. Přirozená obnova

Přirozená obnova je způsob vytvoření nové generace lesa pomocí autoreprodukce mateřského porostu. Jelikož byl výzkum prováděn na bezzásahových územích, je přirozená obnova lesa jediným způsobem obnovy lesa na těchto lokalitách. Podmínkou pro vznik přirozené obnovy je předchozí uvolnění porostu odumřením a následným rozpadem stromového patra (Korpel; 1991). Disturbance tedy neohrožují existenci lesa, ale naopak podporují jeho přirozené obnovení (Kulakowski & Bebi; 2004).

Přirozená obnova je ovlivněna stanovištěm, na kterém roste (Kuuluvainen & Kalmari; 2003). Nejčastěji se uvádí, že se přirozené obnově daří na stanovištích ovlivněných mechem, který zadržuje přirozenou vlhkost, dále na hrabance a mrtvém dřevě (Zenáhlíková et al.; 2011). Za nejvhodnější stanoviště z tohoto pohledu je považována hrabanka (Hanssen et al.; 2003) a tlející dřevo (Jonášová & Prach; 2004). Dále je obnova limitována nadmořskou výškou, kdy s rostoucí nadmořskou výškou klesá síla a četnost výskytu semenného roku a tím i početnost nové generace. Nadmořská výška také ovlivňuje rychlost odrůstání přirozené obnovy, některé smrky mohou mít i 1,3 m v 40 letech (Bače et al.; 2009).

Počty semenáčku v horském lese, co se týče smrku (*Picea abies*) mohou být velmi nerovnoměrné, pohybují se v rozmezí 1–40 tisíc kusů na hektar (Jonášová; 2001). Oproti tomu jsou například počty semenáček jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*) mnohem vyrovnanější. Počty se pohybují okolo 200–300 kusů na hektar (Jonášová; 2001). To je způsobeno nevázaností jeřábu na mikrostanoviště, a také tomu napomáhá přenos semen pomocí ptactva, především z čeledi drozdovitých. Přirozená obnova lesa také způsobuje zachování autochtonní populace dané dřeviny, které jsou již přizpůsobeny na vlivy působící na stanoviště, kde rostou. Další výhodou je nenarušený růst, vývoj a genetická variabilita porostu, která následně zvyšuje jeho stabilitu a adaptibilitu (Ulbrichová et. al; 2009).

2.5. Mortalita

Mortalita je pro horský les, který je ponechán v bezzásahové zóně velmi důležitá. Mortalitou živých jedinců nám právě začíná vznik mrtvého dřeva, které je nezbytné pro další vývoj lesa. Tento jev může být způsoben mnohými příčinami.

Mortalita závisí také na tom, v jaké fázi se daný lesní celek nachází. Pokud se lesní celek nachází v ranné fázi sekundární či cyklické sukcese, nejvyšší podíl na

mortalitě bude mít kompetice jedinců, kteří odrůstají. Pokud se bude jednat o pozdější fázi sekundární či cyklické sukcese za mortalitou budou stát většinou různě silné disturbance. (Svoboda; 2007).

Disturbance způsobují vznik různých druhů mrtvého dřeva. Větrná disturbance způsobuje vývraty a polomy a tím vzniká přímo ležící mrtvé dřevo. Oproti tomu hmyz a různé houbové patogeny způsobí zaschnutí a tím vznikají souše a pahýly. Ty se řadí do stojícího mrtvého dřeva. Další rozdíl u mrtvého dřeva, který způsobuje hmyzu nebo houbové patogeny je ten, že vzhledem k oslabení jedinců a jejich následnému odumření ve stoje, z těchto jedinců opadáva kůra a drobné větvičky. Při následném pádu a přeměně stojícího mrtvého dřeva na ležící mrtvé dřevo se toto mrtvé dřevo kvalitativně liší od mrtvého dřeva vzniklým větrnou disturbancí. Díky těmto jevům je v lese dostatek živin pro nové jedince ve spodní etáži lesa, ať už jsou to semenáčky, čekající na uvolnění, nebo semena v půdní bance.

Mrtvé dřevo nám nezajišťuje svým rozpadem jen dostatek živin pro nové jedince, ale také svým charakterem pomáhá k vyšší biodiverzitě prostředí. Někteří autoři (Kupferschmid & Bugmann; 2005) udávají, že vyšší mortalita jedinců u ležících kmenů může být způsobena tím, že toto stanoviště je vhodné sice pro mladé semenáčky, ale není dostačující pro odrůstající obnovu z důvodu nedostatku živin, které mladší semenáčky nepotřebují. Mrtvé dřevo je také úkrytem pro živočichy, kteří se v hospodářsky udržovaných lesích nemusejí nutně vyskytovat. Z posledních studií vyplývá, že kolem 30 % organismů žijících v lese je vázáno právě na tlející dřevo (Svoboda; 2007). Mortalita vrchního stromového patra umožňuje přístup důležitého slunečního svitu do spodních etáží lesa. Díky tomu může zmlazení reagovat na uvolnění prostoru a růst. Stejně tak jako mrtvé dřevo poskytuje úkryt živočichům, tak sluneční svit dosahující spodní etáže lesa napomáhá biodiverzitě flory na těchto stanovištích (Svoboda & Pouska; 2009). Mortalita přirozené obnovy je nejčastěji zapříčiněna mrazem, pohybem sněhu, poškození zvěří a konkurencí vegetace v okolí. (Zenáhlíková et al.; 2011). Množství tlejícího dřeva se dle území velmi různí. Nejvyšší množství tlejícího dřeva bylo zjištěno v pohořích Tater, v Polaně, v Oravských Beskydech a na Šumavě. Udává se, že v šumavských lesích se například vyskytuje $47 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ tlejícího dřeva (Svoboda; 2007). Za vyhovující podíl tlejícího dřeva na chráněných územích se považuje 30-40 % porostní zásoby (Jankovsky et al.; 2006).

3. Metodika

3.1. Historie území

Problematika současných disturbancí má počátky v 18. století, kdy rod Schwarzenbergů postavil na Šumavě plavební kanály, které umožnily rychlé a levné splavení dříví z horských poloh do nížinných poloh. Zlom nastal v roce 1754, kdy byl vydán „Císařský královský patent lesů a dříví, ustanovení v království Českém se týkající“, který zakazoval nešetrné hospodaření v lese.

Další důležitou postavou byl František Matz, který byl průkopníkem taxace. Díky němu byly vypracovány v 40. letech 19. století první periodické plány hospodaření, které stanovovaly, jak maximální roční těžbu, tak způsob obnovy lesa a jeho ochranu. Přesto v té době vznikly rozsáhlé holiny vzniklé vytěžením původního buku, jedle a dubu, které lesu neprosněly.

V 2. polovině 19. století se poprvé začalo s pokusy o obnovu lesa. Vlivem zemědělské činnosti se však narušila původní schopnost lesa obnovit přirozené složení buku, dubu a jedle. Zůstaly převážně jen zbytky smrkových porostů, které zajistily postupné zalesnění holin. V období 1868–1890 přišly disturbance způsobené větrem a následovala je v roce 1874 disturbance působená kůrovcem. Dřevo, které padlo bylo nutno rychle z lesa vytěžit a následovala snaha zalesnit vzniklé holiny. K tomuto bylo z počátku převážně použito sazenic ze semen šumavského smrku z bohaté semenného roku 1869. Semenná úroda však nedostačovala a byla doplněna sběrem semen z panství Hluboká, Protivín a Murau. Toto způsobilo nejspíš problémy, se kterými se setkáváme v dnešní době. V průběhu 20. století přišla po zlepšení stavu lesa v roce 1929 další disturbance způsobená větrem a další následovaly ještě v letech 1968-1970 a v roce 1975 (Andera et al.; 2003).

V letech 1948-1989 byla tato oblast z důvodu politické situace uzavřena a vytvořeno tzv. ochranné hraniční pásmo a tím bylo hospodaření v lese omezeno na minimum.

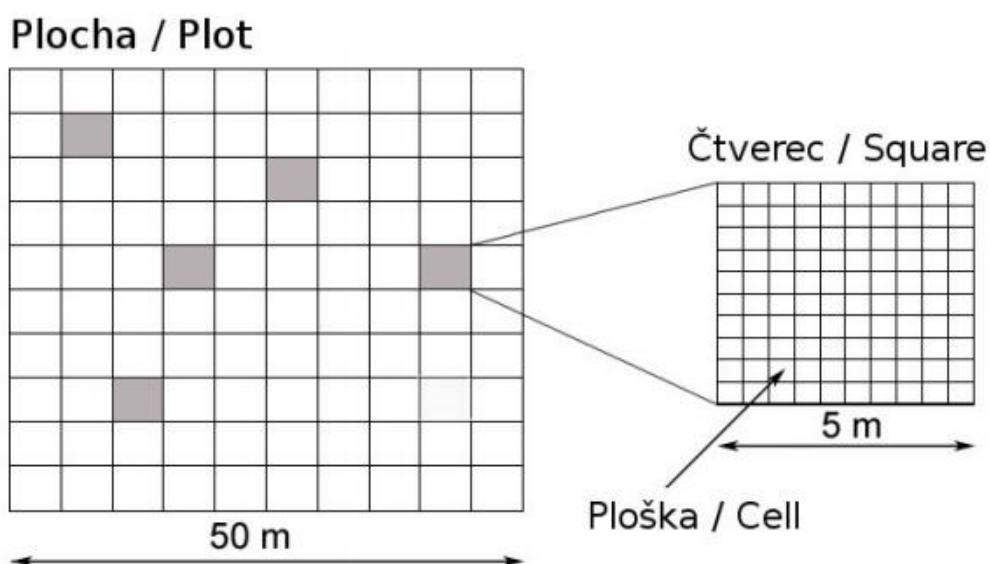
V 90. letech prudce narostl výskyt lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*). Dílo bylo v roce 2007 dokonáno orkámem Kyrill s následným prudkým nárůstem populace lýkožrouta.

3.2. Plochy Trojmezna a Březník:

Výzkum probíhal na trvalých zkusných plochách (dále jen TZP). Plochy se vyskytují na severním svahu hory Trojmezna a na severních svazích hor v okolí Březníku. Podnebí je vlhké, má oceánický charakter s chladnějším jarem a teplejšími podzimy. Sníh na těchto lokacích obvykle leží od poloviny listopadu do konce dubna. Roční úhrn srážek je přibližně 1200 mm a průměrná roční teplota je 3,5 °C (Novák et al. 1999 in Bače et al. 2009). Podloží tvoří světlá dvojslídna žula, hrubozrnná (Čech; 1962). Nadmořská výška se pohybuje v rozmezí od 1160 do 1340 metrů nad mořem. Tyto plochy vznikaly v letech 2006 až 2007. Všechny plochy se nachází v I. zóně Národního parku Šumava a podléhají bezzásahovému režimu hospodaření. Tyto lokace byly vybrány z důvodu minimálního hospodaření člověka na těchto stanovištích. Tím je předpokládáno téměř nulové ovlivnění stanoviště lidskou rukou.

3.2.1. Struktura plochy:

Jedná se o trvale zkusné plochy (TVP), plochu z Trojmezny označovanou (7) a dále bylo čerpáno ze zkusných ploch na Březníku (10, 11, 12, 13, 14) o rozloze 0,25 ha (50 x 50 m) (Zenáhlíková et al., 2011). Plochy se dále dělí na plochy o velikosti 5 x 5 m. Na těchto TVP bylo pomocí programu FieldMap zmapován výskyt přirozené obnovy, odumřelého dřeva a také druhy mikrostanovišť.



Obrázek 1: Schéma uspořádání trvalých výzkumných ploch (Zenáhlíková et al.; 2011)

3.2.2. Sběr dat na ploše:

Pro sběr dat byly vybrány čtverce tak, aby se sebou nesousedily, zároveň nebyly na okraji plochy samotné. Čtverce byly vybrány tak, aby se v daném čtverci vyskytovalo dostatečné množství přirozené obnovy a pokud možno byly různé struktury výškové třídy. Dále se při měření zaznamenávaly kategorie pahýly, souše, pařezy (nikoliv ležící mrtvé dřevo), semenáčci, odrostlé zmlazení, strom. Pro záznam se vždy přikládala výtyčka s odrazkou ve výšce 1,3 m.

V kategorii pahýlů, souší a pařezů bylo stanoveno kritérium, že musejí být vyšší 0,5 m od paty kmene anebo mít průměr větší než 0,2 m. Za splnění tohoto kritéria byly znamenány hodnoty jejich celkové výšky od paty kmene a tloušťky změřené ve výšce 1,3 m. V kategorii semenáčci, odrostlé zmlazení a stromy se zaznamenávali všichni jedinci vyskytující se na ploše a pokud neměli štítek byl jim přiřazen. Zaznamenána byla opět celková výška od paty kmene. Pokud byl jedinec vyšší než 1,3 m měřila se i tloušťka tzv. DBH. U těchto jedinců bylo nadále posouzeno dle očitého průzkumu, zda byli někdy v minulosti poškozeni. Způsoby poškození mohly být: okus zvěří, mechanické poškození, zástin nebo napadení korovnicí. Tímto postupem byli postupně zaznamenáni všichni jedinci na ploše. Po každém průzkumu byli odumřelí jedinci z plochy odstraněni z důvodu zjištění mortality v následujících letech.

V průběhu měření se zaznamenaly také body digitálního modelu terénu, které se umisťovaly do volných prostranství, aby bylo možné vytvořit při analýze model terénu. Zápis probíhal dvojím způsobem. Jeden zápis probíhal v digitální formě přímo do programu Field Map a druhý se zapisoval do formuláře do předem vytištěných kolonek ve kterých bylo: číslo štítku, umístění v ploše, druh dřeviny, výšky v letech 2009–2015, tloušťka ve výšce 1,3 m, přírůst v mm, počty kmínků, druh poškození a zda měl jedinec šišky či ne.

3.3. Vyhodnocení dat:

Vyhodnocování dat bylo prováděno po přepsání dat z přístroje a papírových zápisníků. K této práci byla využita aplikace Excel 365 od společnosti Microsoft.

3.3.1. Výškové třídy

Výškové třídy byly vytvořeny po 20 cm (0-20 cm, 20,1-40 cm...). Stromy jsou v nich řazeny od nejnižší hodnoty po nejvyšší. Výška stromů byla vypočítána v Excelu jako výška v roce 2014, ke které se připočetl přírůst v roce 2015. Dále byly zjišťovány počty živých a mrtvých jedinců a jejich mortalitu v jednotlivých výškových stupních. Rovněž bylo stanoveno procentické zastoupení živých a mrtvých jedinců v jednotlivých výškových třídách. Bylo zkoumáno, zda je souvislost mezi danými výškovými třídami a mortalitou jedinců v těchto třídách. Tyto hodnoty byly porovnány s ostatními zkusnými plochami.

3.3.2. Mikrostanoviště

Pro vyhodnocování této kategorie byly zavedeny druhy mikrostanovišť viz Tab. 1.

Pahýl	Jedinci rostoucí z pahýlu.
Tlející dřevo	Jedinci ovlivnění tlejícím dřevem
Pata kmene	Jedinci ovlivnění bází kmene.
Hrabanka	Jedinci vyskytující se na smrkovém opadu.
Traviny	Především <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Calamagrostis villosa</i> a <i>Oxalis acetosella</i>
Borůvčí	Především <i>Vaccinium myrtillus</i> .
Kámen	Jedinci ovlivnění výskytem kamene.
Mechorosty	Všechny druhy mechorostů.
Kapradřorosty	Především <i>Driopteris dilatata</i> , <i>Driopteris filix-mas</i> a <i>Athyrium distentifolium</i> .

Tabulka 1: Druhy mikrostanovišť

Zde bylo posuzováno, na jakém mikrostanovišti se daný jedinec vyskytoval. Byly zjištěny počty živých a mrtvých jedinců.

Dále procentické zastoupení uhynulých jedinců a porováno s ostatními zkusnými plochami. Bylo vyšetřeno, zda je ovlivněna mortalita daným mikrostanovištěm.

3.3.3. Zastoupení dřevin na jednotlivých plochách

Zde bylo zjištěno kolik se na každé ploše vyskytuje jedinců dané dřeviny. Byly také spočteny počty živých a uhynulých jedinců dané dřeviny, dále vypočteny hektarové počty dle počtu čtverců (5x5 m). Dále bylo vyšetřeno, zda je spojitost mezi mortalitou a druhem dřeviny.

4. Výsledky:

4.1. Trvalá výzkumná plocha 7 (TVP 7)

4.1.1. Zastoupení podle dřevin TVP 7

Dřevina	Smrk	Jeřáb	Celkem
Živé	415	2	417
Mrtvé	56	1	57
Mortalita (%)	11,89	33,33	
Zastoupení (%)	99,37	0,63	
Hektarové počty	37680	240	

Tabulka 2: Dřeviny vyskytující se na TVP 7

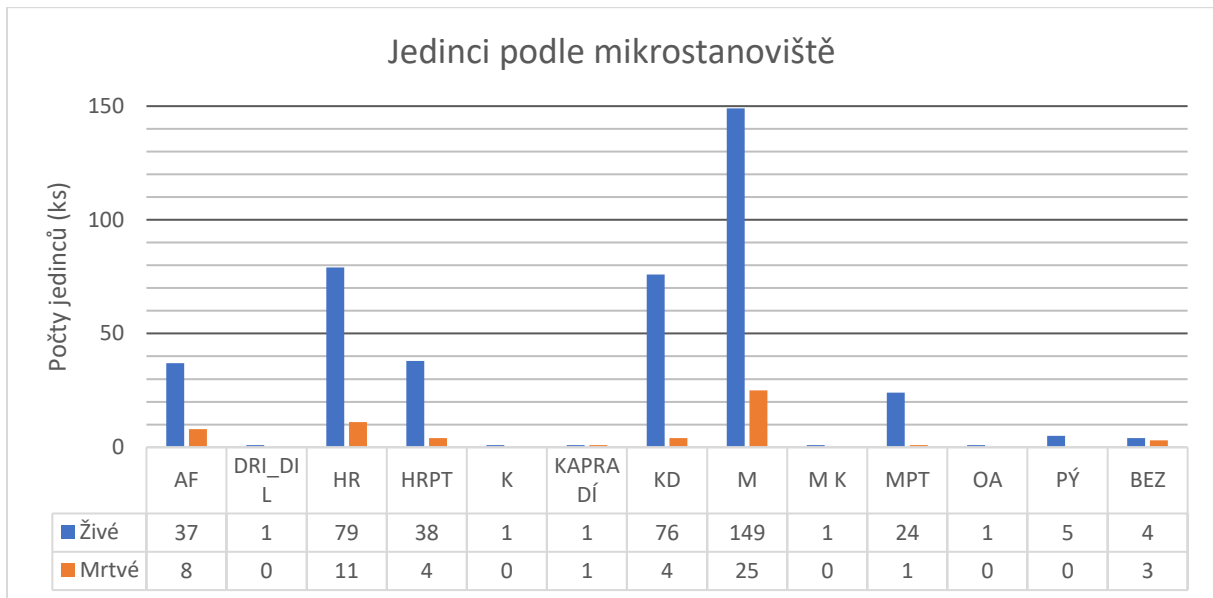
Z Tab. 2 lze vyčíst, že na této ploše převažuje smrk ztepilý (*Picea abies*) 99,37 %, s minimálním zastoupením jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*). Dále lze tvrdit, že jedinci na této ploše byli seskupeni do malých hlouček o vysokém počtu jedinců. Čemuž odpovídají celkem vysoké hektarové počty jedinců přirozené obnovy.

4.1.2. Zastoupení jedinců dle mikrostanoviště TVP 7

Zpracování mikrostanoviště			
	Živé	Mrtvé	Zastoupení mrtví (%)
<i>Avenella flexuosa</i>	37	8	17,78
<i>Driopteris dilatata</i>	1	0	0,00
Hrabanka	79	11	12,22
Hrabanka u paty stromu	38	4	9,52
Kámen	1	0	0,00
Kapradiny	1	1	50,00
Tlející dřevo	76	4	5,00
Mech	149	25	14,37
Mech a Kámen	1	0	0,00
Mech u paty stromu	24	1	4,00
<i>Oxalis acetosella</i>	1	0	0,00
Pahýl	5	0	0,00
Bez indikace	4	3	0,00
Jedinci celkem	417	57	

Tabulka 3: Jedinci podle mikrostanoviště TVP 7

Podle Obr. 2 lze tvrdit, že mortalita jedinců byla nejčastější na mikrostanovišti ovlivněném mech, kde se nachází nejvíce uhynulých jedinců. Dále byl vysoký počet uhynulých jedinců na stanovištích s hrabankou a na stanovištích ovlivněných rostlinou metličkou křivolakou (*Avenella flexuosa*).

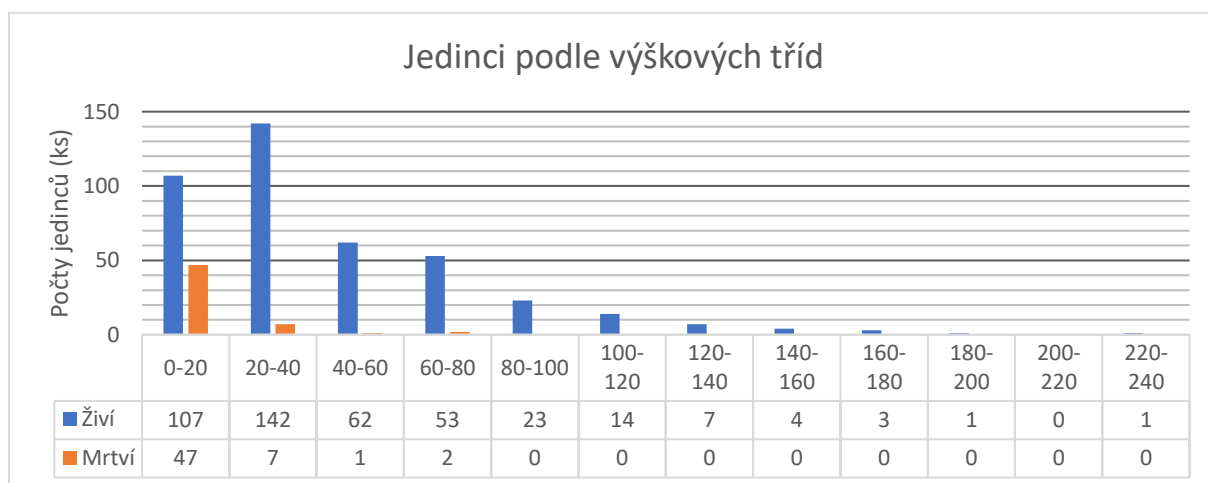


Obrázek 2: Rozdělení jedinců podle mikrostanoviště TVP 7 (AF *Avenella flexuosa*, DRI_DIL *Driopteris dilatata*, HR Hrabanka, HRPT hrabanka u paty kmene, K kámen, Kapradí, KD Tlející dřevo, M mech, M K mech a kámen, MPT mech u paty stromu, OA *Oxalis acetosella*, PÝ pahýl)

4.1.3. Zastoupení jedinců podle výškových tříd TVP 7

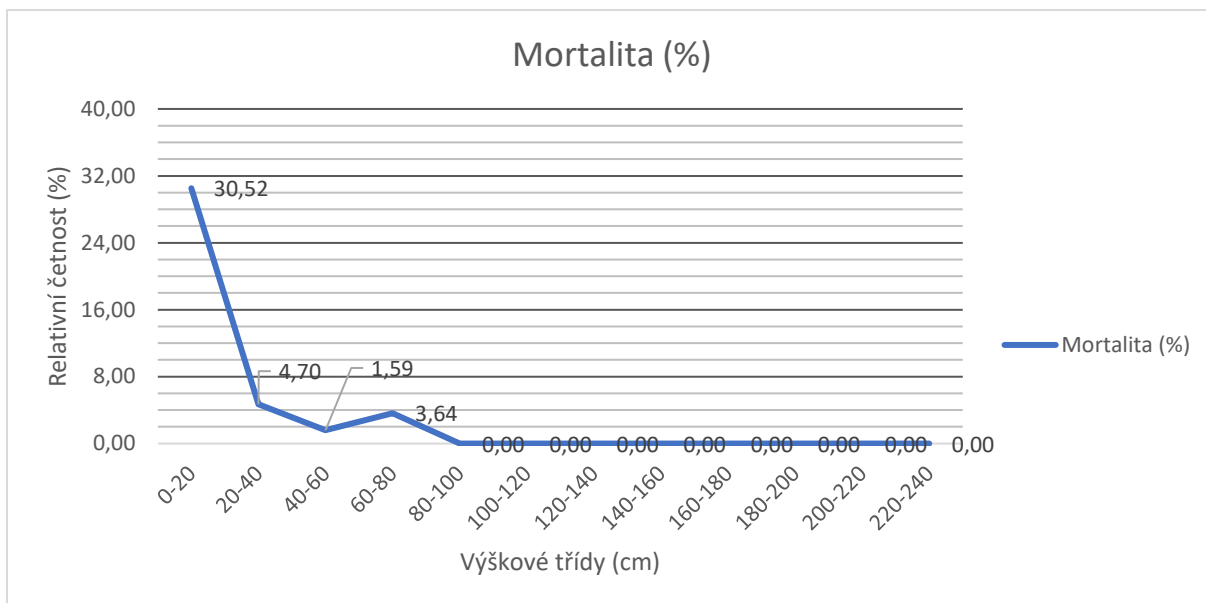
Výšková třída	Živí	Mrtví	Mortalita (%)	Zastoupení živí (%)	Zastoupení mrtví (%)	Zastoupení celkem (%)	Jedinci celkem
0-20	107	47	30,52	22,57	9,92	32,49	154
20-40	142	7	4,70	29,96	1,48	31,43	149
40-60	62	1	1,59	13,08	0,21	13,29	63
60-80	53	2	3,64	11,18	0,42	11,60	55
80-100	23	0	0,00	4,85	0,00	4,85	23
100-120	14	0	0,00	2,95	0,00	2,95	14
120-140	7	0	0,00	1,48	0,00	1,48	7
140-160	4	0	0,00	0,84	0,00	0,84	4
160-180	3	0	0,00	0,63	0,00	0,63	3
180-200	1	0	0,00	0,21	0,00	0,21	1
200-220	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0
220-240	1	0	0,00	0,21	0,00	0,21	1
Jedinci celkem	417	57	40,44	87,97	12,03	100	474

Tabulka 4: Jedinci podle výškových tříd TVP 7



Obrázek 3: Rozdělení jedinců podle výškových tříd TVP 7 v roce 2015

Z Obr. 3 lze vyčíst, že nejvíce jedinců se vyskytuje v nižších výškových třídách v rozpětí výšek 0–80 cm. Toto je zapříčiněno vysokým množstvím jedinců v hloučku, kdy je konkurenční boj o živiny a prostor, který způsobuje pomalý přírůst.



Obrázek 4: Mortalita v jednotlivých výškových třídách TVP 7 za období 2012–2015

V Obr. 4 je znázorněna mortalita jedinců ve výškových třídách. Z grafu lze číst, že nejvyšší mortalita je ve výškových třídách 0–40 cm 35,22 %. Tento jev je způsobem kompeticí jedinců na dané ploše, kdy jedinec nejčastěji zaschnul.

4.2. Trvalá výzkumná plocha 10 (TVP 10)

4.2.1. Zastoupení podle dřevin TVP 10

	Dřevina	Smrk	Jeřáb	SUMA
Živé		305	1	306
Mrtvé		8	1	9
Mortalita (%)		2,56	0,00	
Zastoupení (%)		99,37	0,32	
Hektarové počty		25040	80	

Tabulka 5: Dřeviny vyskytující se na TVP 10

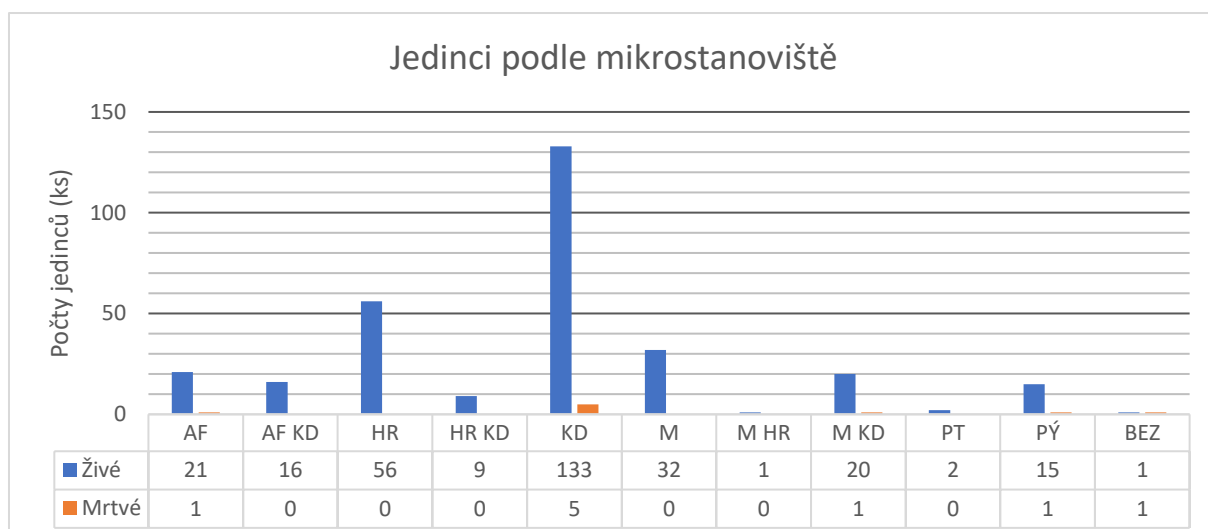
Podle Tab. 5 vychází, že na této ploše se opět nejvíce vyskytuje smrk ztepilý (*Picea abies*). Hektarové počty jedinců přirozené obnovy nám vypovídají o poměrně vysoké hustotě jedinců na této ploše.

4.2.2. Zastoupení jedinců dle mikrostanoviště TVP 10

	Živé	Mrtvé	Zastoupení mrtví (%)
<i>Avenella flexuosa</i>	21	1	4,55
<i>Avenella flexuosa</i> , tlející dřevo	16	0	0,00
Hrabanka	56	0	0,00
Hrabanka, tlející dřevo	9	0	0,00
Tlející dřevo	133	5	3,62
Mech	32	0	0,00
Mech, hrabanka	1	0	0,00
Mech, tlející dřevo	20	1	4,76
Pata kmene	2	0	0,00
Pahýl	15	1	6,25
Bez indikace	1	1	50,00
Celkem jedinci	306	9	

Tabulka 6: Jedinci podle mikrostanoviště TVP 10

Podle Tab. 6 vidíme, že nejvyšší úmrtnost vzhledem k počtu jedinců se vyskytla na mikrostanovišti ovlivněném, tlejícím dřevem a metličkou křivolakou (*Avenella flexuosa*).

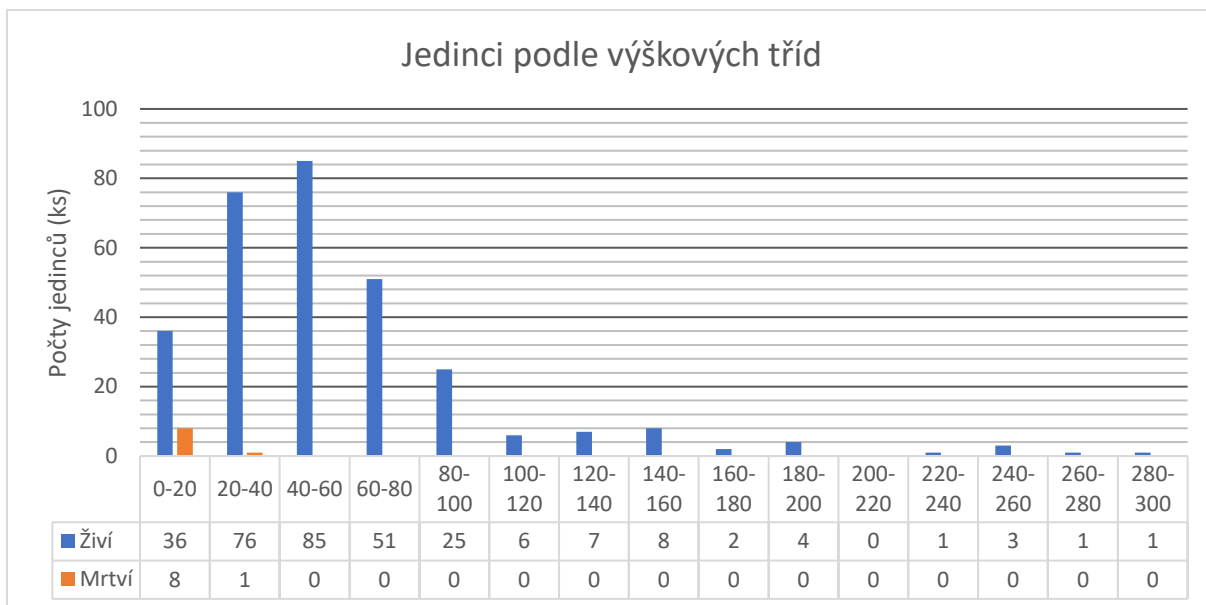


Obrázek 5: Rozdělení jedinců podle mikrostanoviště TVP 10 (AF *Avenella flexuosa*, AF KD *Avenella flexuosa* a kámen, HR Hrabanka, HR KD hrabanka a tlející dřevo, KD Tlející dřevo, M mech, M HR mech a hrabanka, M KD mech a tlející dřevo, PT pata stromu, PÝ pahýl)

4.2.3. Zastoupení jedinců podle výškových tříd TVP 10

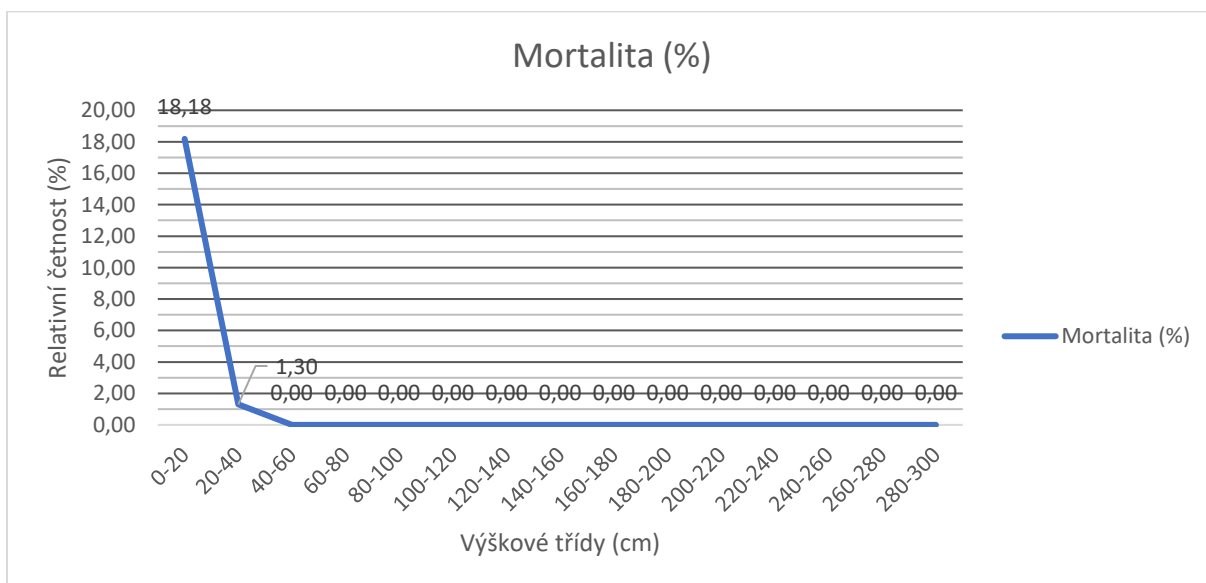
Výšková třída	Živí	Mrtví	Mortalita (%)	Zastoupení živí (%)	Zastoupení mrtví (%)	Zastoupení celkem (%)	Jedinci celkem
0-20	36	8	18,18	11,43	2,54	13,97	44
20-40	76	1	1,30	24,13	0,32	24,44	77
40-60	85	0	0,00	26,98	0,00	26,98	85
60-80	51	0	0,00	16,19	0,00	16,19	51
80-100	25	0	0,00	7,94	0,00	7,94	25
100-120	6	0	0,00	1,90	0,00	1,90	6
120-140	7	0	0,00	2,22	0,00	2,22	7
140-160	8	0	0,00	2,54	0,00	2,54	8
160-180	2	0	0,00	0,63	0,00	0,63	2
180-200	4	0	0,00	1,27	0,00	1,27	4
200-220	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0
220-240	1	0	0,00	0,32	0,00	0,32	1
240-260	3	0	0,00	0,95	0,00	0,95	3
260-280	1	0	0,00	0,32	0,00	0,32	1
280-300	1	0	0,00	0,32	0,00	0,32	1
Jedinci celkem	306	9	19,48	97,14	2,86	100	315

Tabulka 7: Jedinci podle výškových tříd TVP 10



Obrázek 6: Rozdělení jedinců podle výškových tříd TVP 10 v roce 2015

Z Obr. 6 vyplývá, že nejvyšší počty jedinců se nachází ve výškových třídách v rozpětí 20–80 cm. Tento jev je způsoben opět vysokým počtem jedinců v hloučku, kteří čekají na uvolnění a svou příležitost pro růst. Zároveň se v intervalu výšky 0-40 cm nachází všichni uhynulí jedinci přirozené obnovy této plochy.



Obrázek 7: Mortalita v jednotlivých výškových třídách TVP 10 za období 2012–2015

Obr. 7. nám vypovídá, že nejvyšší úmrtnost k celkovému počtu jedinců v daném výškové třídě na TVP 10 se nachází ve výškové třídě 0-20 cm, která dosahuje 18,18 %. Tento jev je způsoben kompeticí, kdy jedinec uhynul příčinou utlačení buď jiným jedincem nebo metličkou křivolakou (*Avenella flexuosa*).

4.3. Trvalá výzkumná plocha 11 (TVP 11)

4.3.1. Zastoupení podle dřevin TVP 11

Dřevina	Smrk	Jeřáb	Vrba	Bříza	Neznámý	SUMA
Živé	253	17	1	1	2	274
Mrtvé	31	0	0	0	0	31
Mortalita (%)	10,92	0,00	0,00	0,00	0,00	
Zastoupení (%)	93,11	5,57	0,33	0,33	0,66	
Hektarové počty	22720	1360	80	80	160	

Tabulka 8: Dřeviny vyskytující se na TVP 11

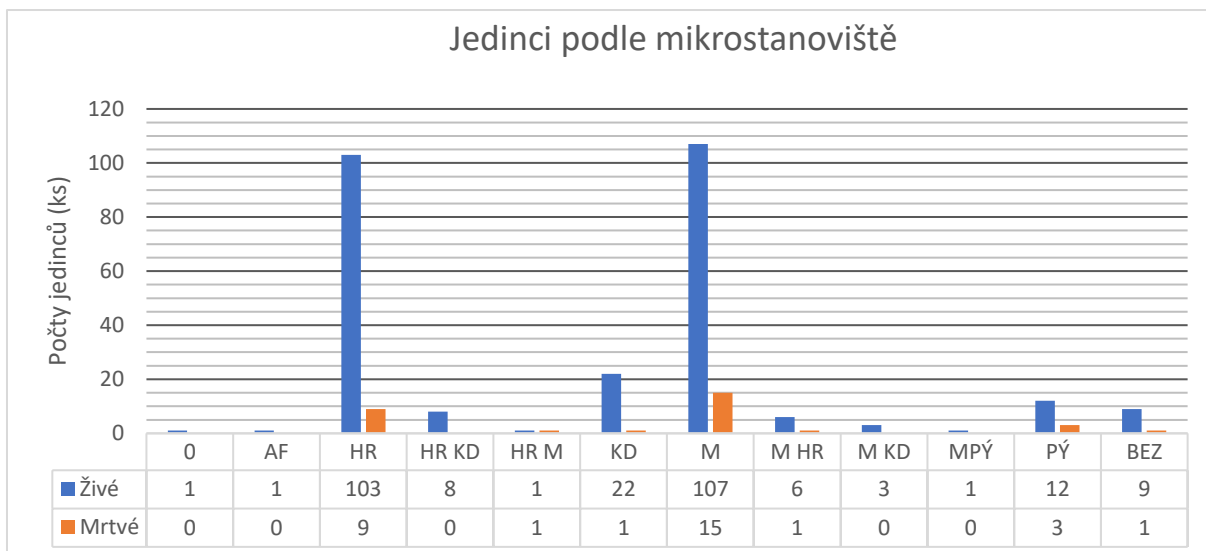
Tab. 8 nám ukazuje, že nejvyšší zastoupení má smrk ztepilý (*Picea abies*) 93,11 %, avšak dále se zde oproti předešlým plochám daří celkem i jeřábu ptačímu (*Sorbus aucuparia.*) s procentuálním zastoupením 5,57 %. Zajímavostí je, že na této ploše se objevil i jedinec vrby (*Salix sp.*) a břízy (*Betula sp.*).

4.3.2. Zastoupení jedinců dle mikrostanoviště TVP 11

	Živé	Mrtvé	Zastoupení (%)
0	1	0	0,00
<i>Avenella flexuosa</i>	1	0	0,00
Hrabanka	103	9	8,04
Hrabanka, tlející dřevo	8	0	0,00
Hrabanka, mech	1	1	50,00
Tlející dřevo	22	1	4,35
Mech	107	15	12,30
Mech, hrabanka	6	1	14,29
Mech, tlející dřevo	3	0	0,00
Mech, pahýl	1	0	0,00
Pahýl	12	3	20,00
Bez indikace	9	1	10,00
Jedinci celkem	274	31	

Tabulka 9: Jedinci podle mikrostanoviště TVP 11

Z Tab.9 vidíme, že nejvyšší počet jedinců se vyskytuje na mikrostanovišti ovlivněném hrabankou a mechem, zároveň se i na těchto stanovištích vyskytuje vysoká mortalita, ke které se přidává ještě stanoviště ovlivněné pahýlem.

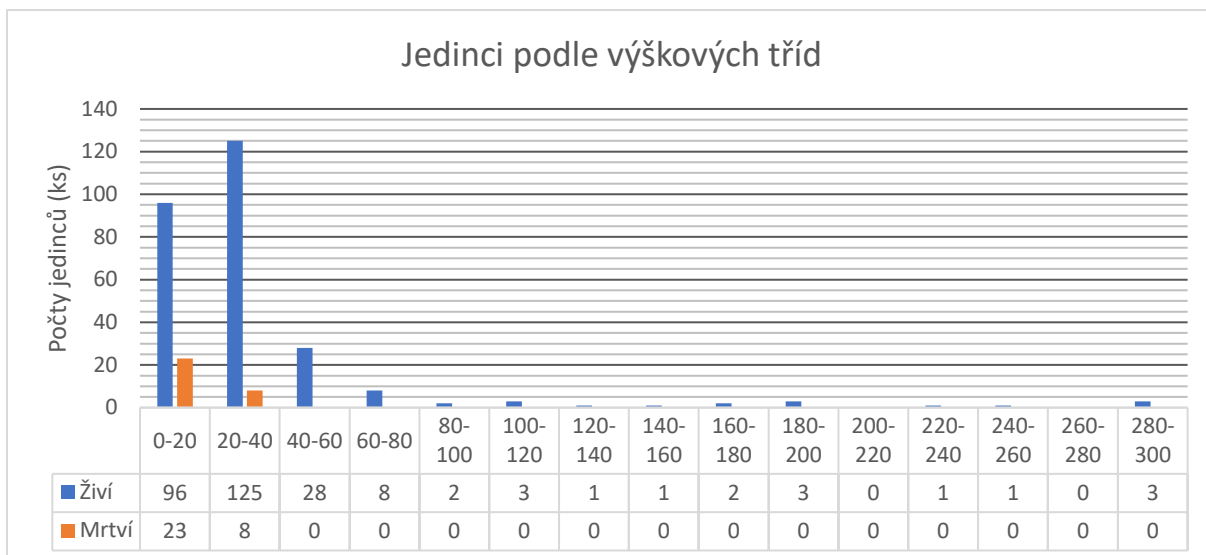


Obrázek 8: Rozdělení jedinců podle mikrostanoviště TVP 11 (AF *Avenella flexuosa*, HR *Hrabanka*, HR KD *hrabanka a tlející dřevo*, HR M *hrabanka a mech*, KD *Tlející dřevo*, M *mech*, M HR *mech a hrabanka*, M KD *mech a tlející dřevo*, MPÝ *mech a pahýl*, PÝ *pahýl*)

4.3.3. Zastoupení jedinců podle výškových tříd TVP 11

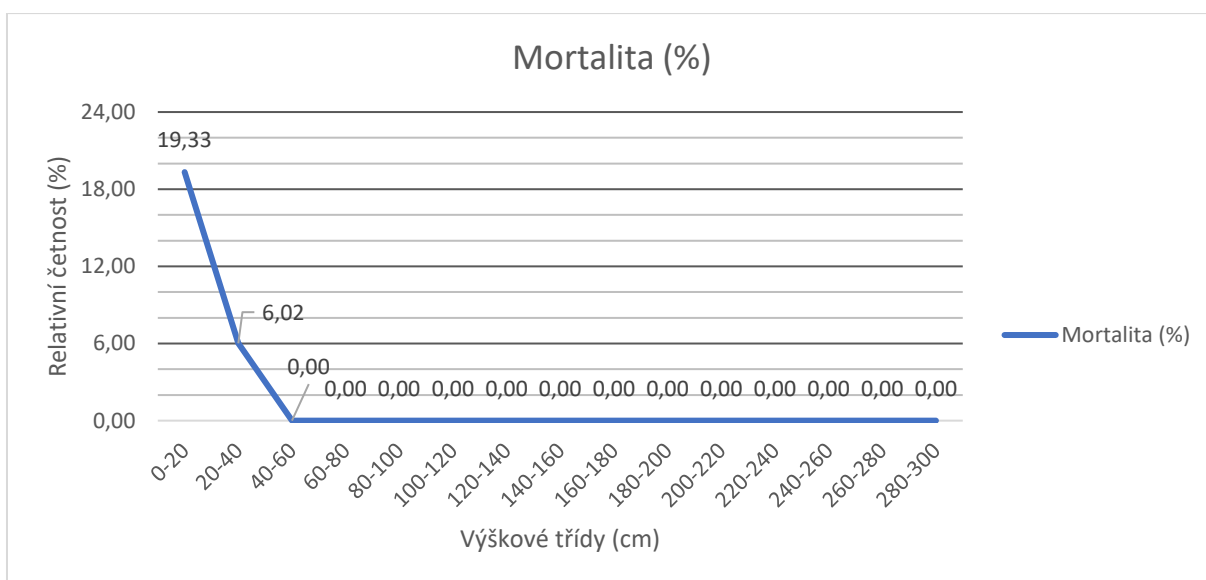
Výšková třída	Živí	Mrtví	Mortalita (%)	Zastoupení živí (%)	Zastoupení mrtví (%)	Zastoupení celkem (%)	Jedinci celkem
0-20	96	23	19,33	31,48	7,54	39,02	119
20-40	125	8	6,02	40,98	2,62	43,61	133
40-60	28	0	0,00	9,18	0,00	9,18	28
60-80	8	0	0,00	2,62	0,00	2,62	8
80-100	2	0	0,00	0,66	0,00	0,66	2
100-120	3	0	0,00	0,98	0,00	0,98	3
120-140	1	0	0,00	0,33	0,00	0,33	1
140-160	1	0	0,00	0,33	0,00	0,33	1
160-180	2	0	0,00	0,66	0,00	0,66	2
180-200	3	0	0,00	0,98	0,00	0,98	3
200-220	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0
220-240	1	0	0,00	0,33	0,00	0,33	1
240-260	1	0	0,00	0,33	0,00	0,33	1
260-280	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0
280-300	3	0	0,00	0,98	0,00	0,98	3
Jedinci celkem	274	31	25,34	89,84	10,16	100,00	305

Tabulka 10: Jedinci podle výškových tříd TVP 11



Obrázek 9: Rozdělení jedinců podle výškových tříd TVP 11 v roce 2015

Na Obr. 9 lze vyčíst, že nejvíce jedinců přirozené obnovy se nachází ve výškových třídách v intervalu 0-80 cm. Tento jev je způsoben vyčkáváním jedinců na uvolnění prostoru v hloučku.



Obrázek 10: Mortalita v jednotlivých výškových třídách TVP 11 za období 2012–2015

Podle Obr. 10 je zřejmé, že nejvyšší mortalita je ve výškovém stupni 0-20 cm 19,33 % a pokračující v následujícím intervalu. Smrt jedince byla nejčastěji způsobena kompeticí mechu, zaschnutím, utlačení v borůvčí případně zasypáním hrabankou.

4.4. Trvalá výzkumná plocha 12 (TVP 12)

4.4.1. Zastoupení podle dřevin TVP 12

Dřevina	Smrk	Jeřáb	Celkem
Živé	380	55	435
Mrtvé	33	2	35
Mortalita (%)	7,99	1,79	
Zastoupení (%)	87,87	11,91	
Hektarové počty	27533	3733	

Tabulka 11: Dřeviny vyskytující se na TVP 12

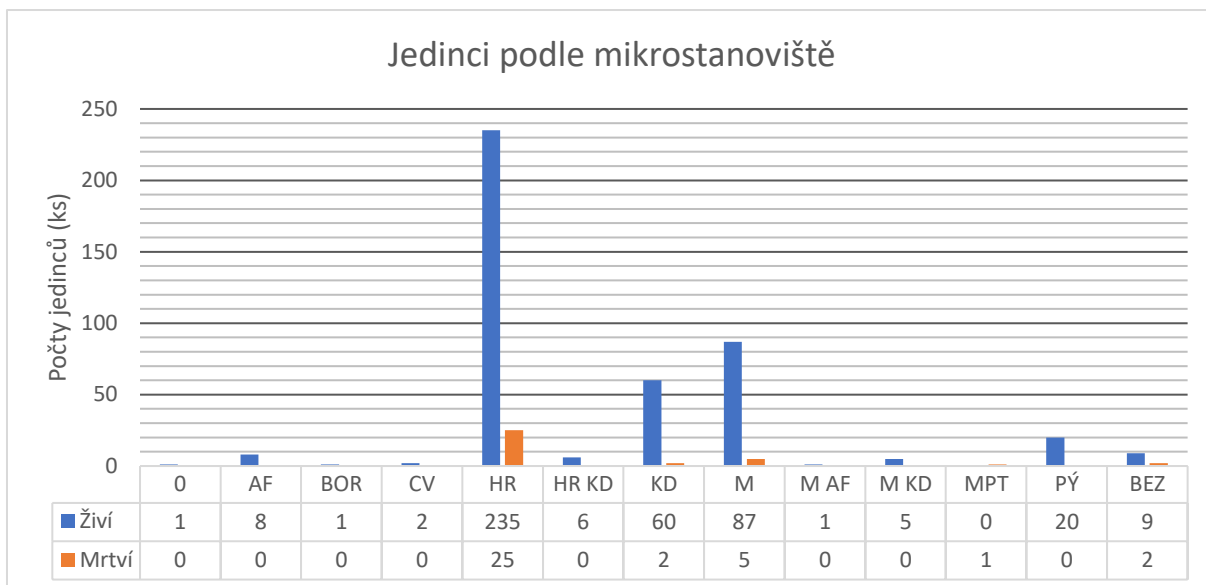
Na této ploše se ze všech mnou zkoumaných ploch nejvíce dařilo jeřábu ptačímu (*Sorbus aucuparia.*), jehož procentuální zastoupení zde bylo podle Tab. 11 11,91 %. Zbytek plochy byl zastoupen smrkem ztepilým (*Picea abies*) 87,87 %.

4.4.2. Zastoupení jedinců dle mikrostanoviště TVP 12

	Živí	Mrtví	Zastoupení (%)
0	1	0	0,00
<i>Avenella flexuosa</i>	8	0	0,00
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1	0	0,00
<i>Calamagrostis villosa</i>	2	0	0,00
Hrabanka	235	25	9,62
Hrabanka, tlející dřevo	6	0	0,00
Tlející dřevo	60	2	3,23
Mech	87	5	5,43
Mech, <i>Avenella flexuosa</i>	1	0	0,00
Mech, tlející dřevo	5	0	0,00
Mech, Pata kmene	0	1	100,00
Pahýl	20	0	0,00
Bez indikace	9	2	18,18
Jedinci celkem	435	35	

Tabulka 12: Jedinci podle mikrostanoviště TVP 12

Nejvíce jedinců přirozené obnovy se podle Tab. 12 nachází na mikrostanovištích ovlivněných hrabankou, mechem a tlejícím dřevem. S tím je i spojeno, že nejvyšší počet uhynulých jedinců se nachází na stanovišti ovlivněném hrabankou.

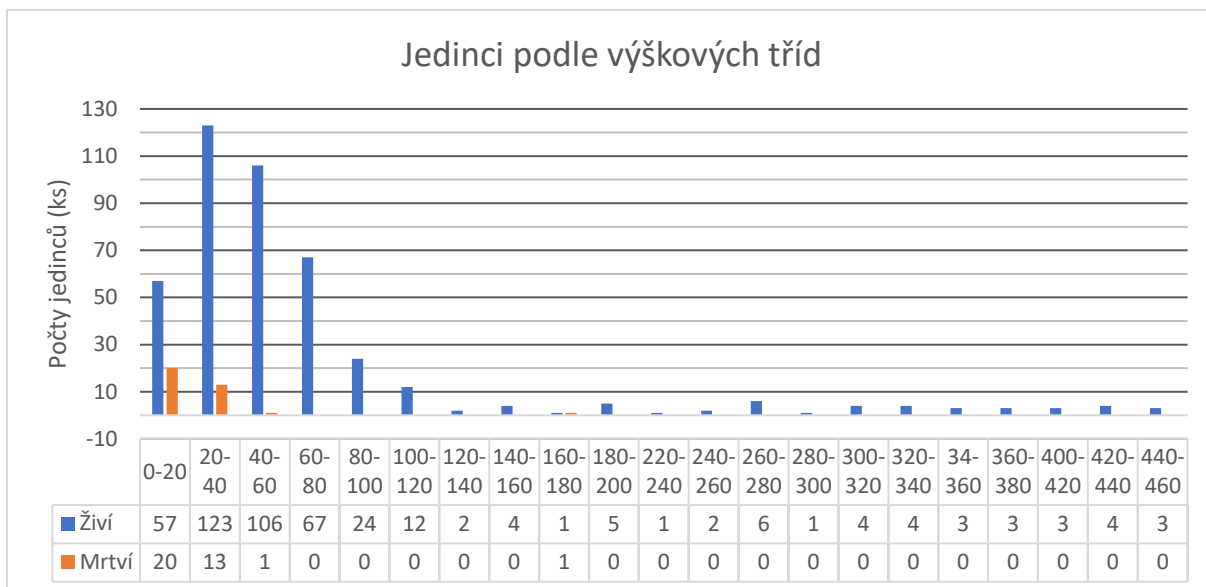


Obrázek 11: Rozdělení jedinců podle mikrostanoviště TVP 12 (AF *Avenella flexuosa*, BOR *Vaccinium myrtillus*, CV *Calamagrostis villosa*, HR Hrabanka, HR KD hrabanka a tlející dřevo, KD Tlející dřevo, M mech, M AF mech a *Avenella flexuosa*, M KD mech a tlející dřevo, MPT mech a pata stromu, PÝ pahýl)

4.4.3. Zastoupení jedinců podle výškových tříd TVP 12

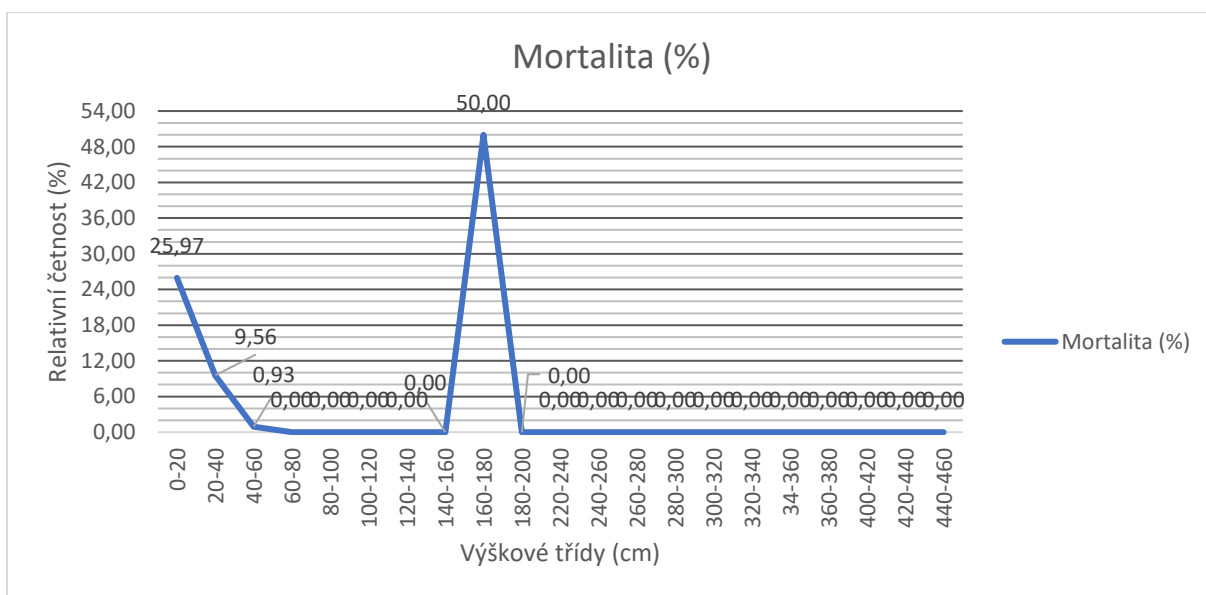
Výšková třída	Živí	Mrtví	Mortalita (%)	Zastoupení živí (%)	Zastoupení mrtvých (%)	Zastoupení celkem (%)	Jedinci celkem
0-20	57	20	25,97	12,13	4,26	16,38	77
20-40	123	13	9,56	26,17	2,77	28,94	136
40-60	106	1	0,93	22,55	0,21	22,77	107
60-80	67	0	0,00	14,26	0,00	14,26	67
80-100	24	0	0,00	5,11	0,00	5,11	24
100-120	12	0	0,00	2,55	0,00	2,55	12
120-140	2	0	0,00	0,43	0,00	0,43	2
140-160	4	0	0,00	0,85	0,00	0,85	4
160-180	1	1	50,00	0,21	0,21	0,43	2
180-200	5	0	0,00	1,06	0,00	1,06	5
220-240	1	0	0,00	0,21	0,00	0,21	1
240-260	2	0	0,00	0,43	0,00	0,43	2
260-280	6	0	0,00	1,28	0,00	1,28	6
280-300	1	0	0,00	0,21	0,00	0,21	1
300-320	4	0	0,00	0,85	0,00	0,85	4
320-340	4	0	0,00	0,85	0,00	0,85	4
34-360	3	0	0,00	0,64	0,00	0,64	3
360-380	3	0	0,00	0,64	0,00	0,64	3
400-420	3	0	0,00	0,64	0,00	0,64	3
420-440	4	0	0,00	0,85	0,00	0,85	4
440-460	3	0	0,00	0,64	0,00	0,64	3
Celkem jedinci	435	35	86,47	92,55	7,45	100,00	470

Tabulka 13: Jedinci podle výškových tříd TVP 12



Obrázek 12: Rozdělení jedinců podle výškových tříd TVP 12 v roce 2015

Nejvíce jedinců přirozené obnovy se podle Obr. 12 nachází ve výškové třídě 0-40 cm. S tímto jevem je spojena mortalita jedinců přirozené obnovy, která je v těchto intervalech nejvyšší.



Obrázek 13: Mortalita v jednotlivých výškových třídách TVP 12 za období 2012–2015

Nejvyšší mortalita je podle Obr.13 ve výškových třídách 0-40 cm 35,53 %. 50 % výkyv je způsoben, že v dané výškové třídě se nachází celkem 2 jedinci - 1 živý a 1 uhynulý. Nejčastějším důvodem úmrtí jedince na této ploše je uschnutí v kompetici a zaschnutí v hrabance.

4.5. Trvalá výzkumná plocha 13 (TVP 13)

4.5.1. Zastoupení podle dřevin TVP 13

	Dřevina	Smrk	Jeřáb	Neznámý	SUMA
Živé		450	7	2	459
Mrtvé		49	0	0	49
Mortalita (%)		9,82	0,00	0,00	
Zastoupení (%)		98,23	1,38	0,39	
Hektarové počty		39920	560	160	

Tabulka 14: Dřeviny vyskytující se na TVP 13

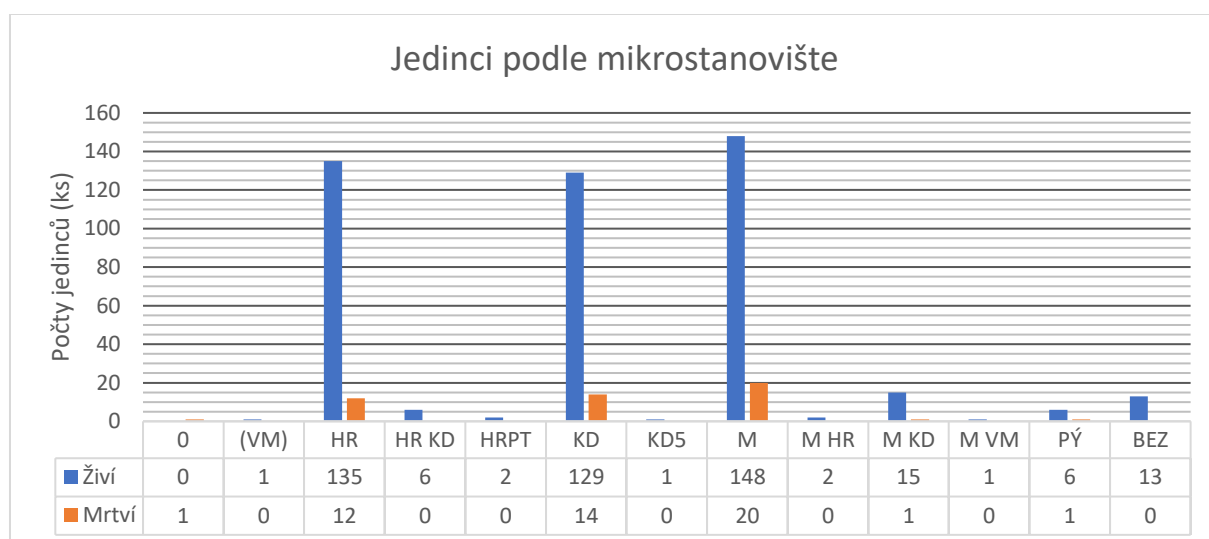
Na této ploše jsou ze všech zkoumaných ploch nejvyšší hektarové počty, což souhlasí s uspořádáním na ploše, kde byli jedinci přirozené obnovy nashromážděni v hustých místy spojených hloučcích. Nejvyšší zastoupení podle Tab. 14 zde má smrk ztepilý (*Picea abies*) se zastoupením 98,23 %. Zbytek je doplněn jeřábem ptačím (*Sorbus aucuparia*) 1,38 %.

4.5.2. Zastoupení jedinců dle mikrostanoviště TVP 13

	Živí	Mrtví	Zastoupení mrtví (%)
0	0	1	100,00
Vaccinium myrtillus	1	0	0,00
Hrabanka	135	12	8,16
Hrabanka, tlející dřevo	6	0	0,00
Hrabanka, pata kmene	2	0	0,00
Tlející dřevo	129	14	9,79
Tlející dřevo 5	1	0	0,00
Mech	148	20	11,90
Mech, hrabanka	2	0	0,00
Mech, tlející dřevo	15	1	6,25
Mech, Vaccinium myrtillus	1	0	0,00
Pahýl	6	1	14,29
Bez indikace	13	0	0,00
Jedinci celkem	459	49	

Tabulka 15: Jedinci podle mikrostanoviště TVP 13

Na této TVP byl zjištěn nejvyšší výskyt jedinců přirozené obnovy na mikrostanovištích ovlivněných mechem, hrabankou a tlejícím dřevem, zároveň na těchto stanovištích je nejvyšší úmrtnost jedinců. Hodnoty jsou dále znázorněny v Obr. 14.

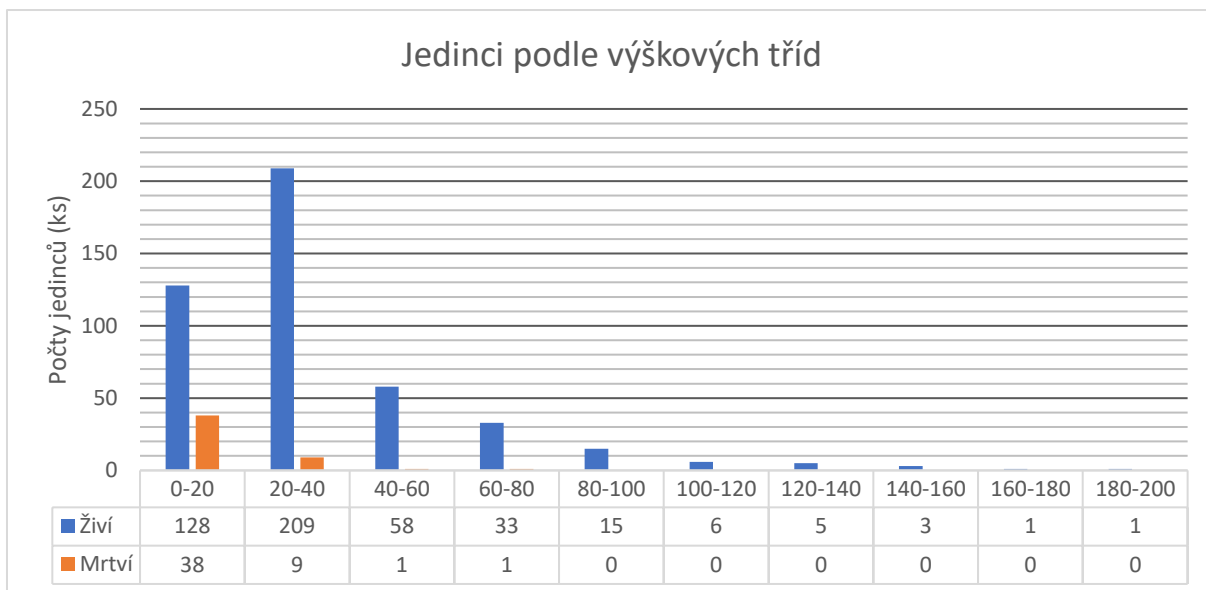


Obrázek 14: Rozdělení jedinců podle mikrostanoviště TVP 13 (VM *Vaccinium myrtillus*, HR Hrabanka, HR KD hrabanka a tlející dřevo, HRPT hrabanka a pata kmene, KD Tlející dřevo, M mech, M HR mech a hrabanka, M KD mech a tlející dřevo, M VM mech *Vaccinium myrtillus*, PÝ pahýl)

4.5.3. Zastoupení jedinců podle výškových tříd TVP 13

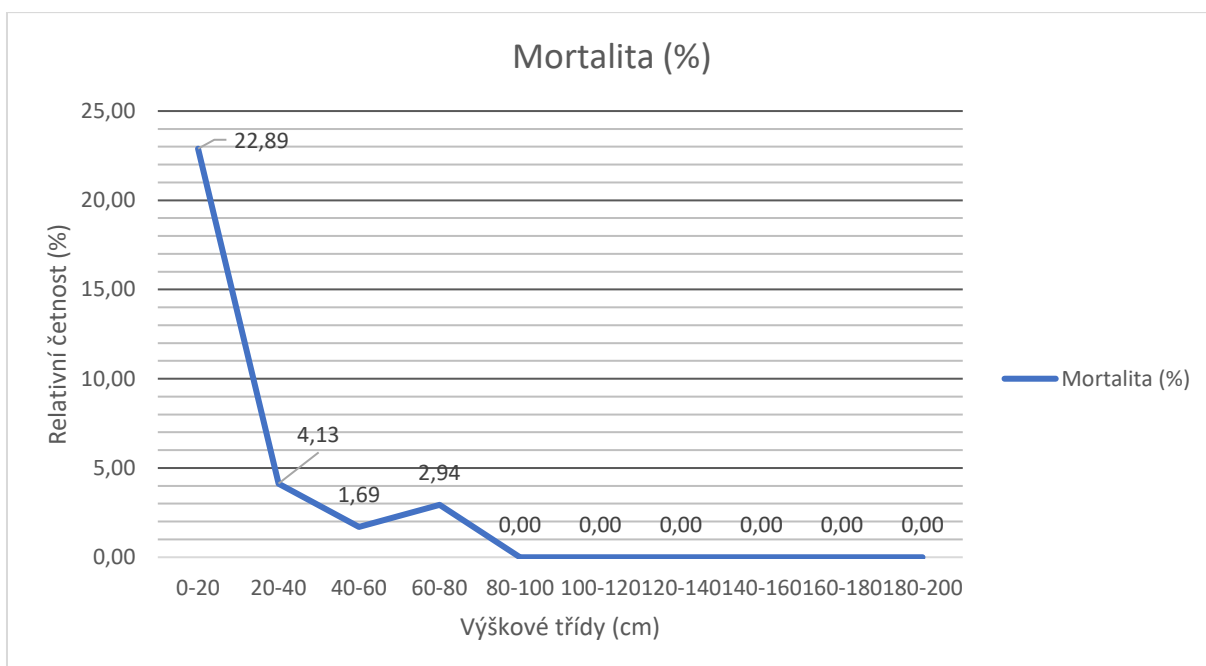
Výšková třída	Živí	Mrtví	Mortalita (%)	Zastoupení živí (%)	Zastoupení mrtví (%)	Zastoupení celkem (%)	Jedinci celkem
0-20	128	38	22,89	25,20	7,48	32,68	166
20-40	209	9	4,13	41,14	1,77	42,91	218
40-60	58	1	1,69	11,42	0,20	11,61	59
60-80	33	1	2,94	6,50	0,20	6,69	34
80-100	15	0	0,00	2,95	0,00	2,95	15
100-120	6	0	0,00	1,18	0,00	1,18	6
120-140	5	0	0,00	0,98	0,00	0,98	5
140-160	3	0	0,00	0,59	0,00	0,59	3
160-180	1	0	0,00	0,20	0,00	0,20	1
180-200	1	0	0,00	0,20	0,00	0,20	1
Jedinci celkem	459	49	31,66	90,35	9,65	100,00	508

Tabulka 16: Jedinci podle výškových tříd TVP 13



Obrázek 15: Rozdělení jedinců podle výškových tříd TVP 13 v roce 2015

Nejvyšší počet přirozené obnovy podle Obr. 15 je ve výškových třídách v rozpětí 0–60 cm (80 % z celku). S tím je spojena i úmrtnost jedinců, kdy nejvyšší počet se jich nachází v intervalu 0-40 cm.



Obrázek 16: Mortalita v jednotlivých výškových třídách TVP 13 za období 2012–2015

Nejvyšší mortalita je podle Obr. 16 ve výškových třídách 0-40 cm (27,02 %). Tato mortalita na této ploše je zapříčiněna zaschnutím na tlejícím dřevě, případně kompeticí mechem.

4.6. Trvalá výzkumná plocha 14 (TVP 14)

4.6.1. Zastoupení podle dřevin TVP 14

	Dřeviny	Smrk	Jeřáb	SUMA
Živé		199	4	203
Mrtvé		9	0	9
Mortalita (%)		4,33	0,00	
Zastoupení (%)		98,11	1,89	
Hektarové počty		16640	320	

Tabulka 17: Dřeviny vyskytující se na TVP 14

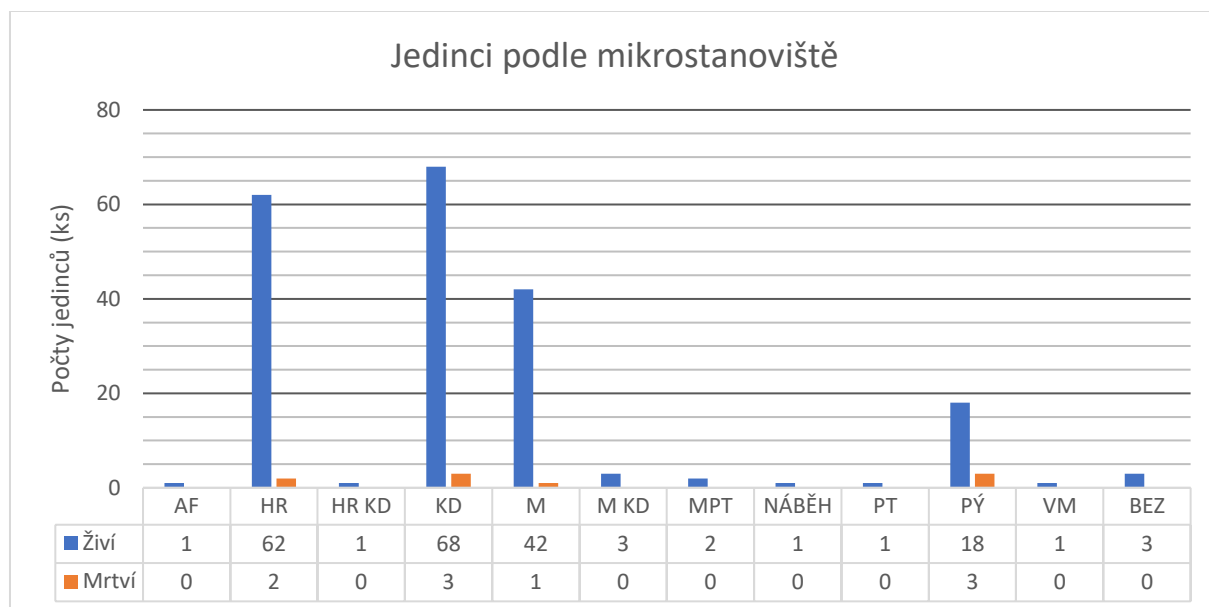
Na této ploše byl celkem uvolněný prostor, čemuž oproti ostatním plochám odpovídají i nižší hektarové počty. V zastoupení má nejvyšší hodnotu smrk ztepilý (*Picea abies*) 98,11 %. Zbylé zastoupení je tvořeno jeřábem ptačím (*Sorbus aucuparia*.) 1,89 %.

4.6.2. Zastoupení jedinců dle mikrostanoviště TVP 14

	Živí	Mrtví	Zastoupení mrtví (%)
<i>Avenella flexuosa</i>	1	0	0,00
Hrabanka	62	2	3,13
Hrabanka, tlející dřevo	1	0	0,00
Tlející dřevo	68	3	4,23
Mech	42	1	2,33
Mech, tlející dřevo	3	0	0,00
Mech, pata kmene	2	0	0,00
Pata kmene (Náběh)	1	0	0,00
Pata kmene	1	0	0,00
Pahýl	18	3	14,29
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1	0	0,00
Bez indikace	3	0	0,00
Jedinci celkem	203	9	

Tabulka 18: Jedinci podle mikrostanoviště TVP 14

Z Obr. 17 vychází, že nejvyšší počet jedinců přirozené obnovy se nachází na mikrostanovišti ovlivněném tlejícím dřevem, hrabankou a mechem. Dále je třeba zmínit celkem vysoký počet jedinců ovlivněných pahýlem. S tím je spojena i mortalita jedinců.

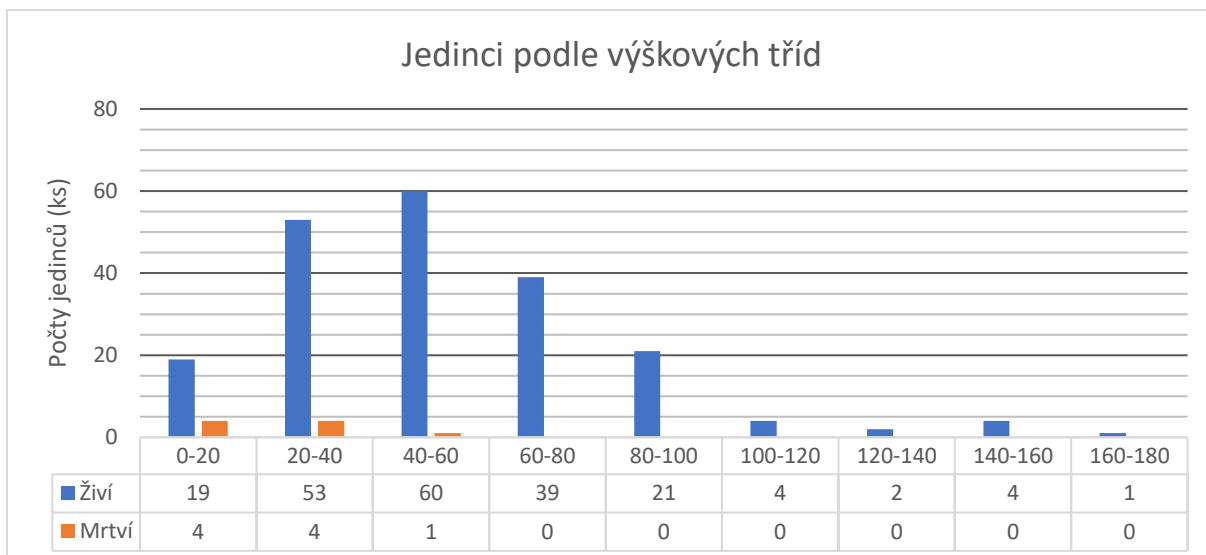


Obrázek 17 Rozdělení jedinců podle mikrostanoviště TVP 14 (AF *Avenella flexuosa*, HR Hrabanka, HR KD hrabanka a tlející dřevo, KD Tlející dřevo, M mech, M KD mech a tlející dřevo, MPT mech a pata stromu, NÁBĚH kořenový náběh, PT pata kmene, PÝ pahýl)

4.6.3. Zastoupení jedinců podle výškových tříd TVP 14

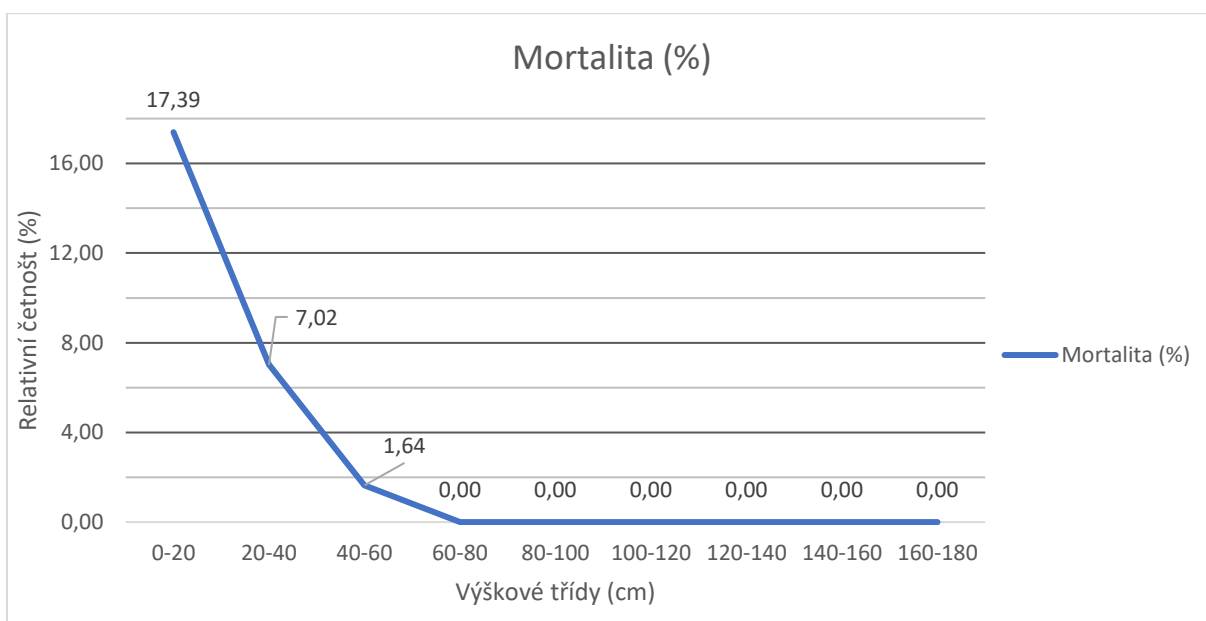
Výšková třída	Živí	Mrtví	Mortalita (%)	Zastoupení živí (%)	Zastoupení mrtví (%)	Zastoupení celkem (%)	Jedinci celkem
0-20	19	4	17,39	8,96	1,89	10,85	23
20-40	53	4	7,02	25,00	1,89	26,89	57
40-60	60	1	1,64	28,30	0,47	28,77	61
60-80	39	0	0,00	18,40	0,00	18,40	39
80-100	21	0	0,00	9,91	0,00	9,91	21
100-120	4	0	0,00	1,89	0,00	1,89	4
120-140	2	0	0,00	0,94	0,00	0,94	2
140-160	4	0	0,00	1,89	0,00	1,89	4
160-180	1	0	0,00	0,47	0,00	0,47	1
Jedinci celkem	203	9	26,05	95,75	4,25	100,00	212

Tabulka 19: Jedinci podle výškových tříd TVP 14



Obrázek 18: Rozdělení jedinců podle výškových tříd TVP 14 v roce 2015

Nejvyšší zastoupení jedinců přirozené obnovy můžeme sledovat podle Obr. 18 v tloušťkových třídách 20-80 cm. Tento posun oproti ostatním plochám je způsoben nižším počtem jedinců na této ploše díky, čemuž je umožněn vyšší přírůst.



Obrázek 19: Mortalita v jednotlivých výškových třídách TVP 14 za období 2012–2015

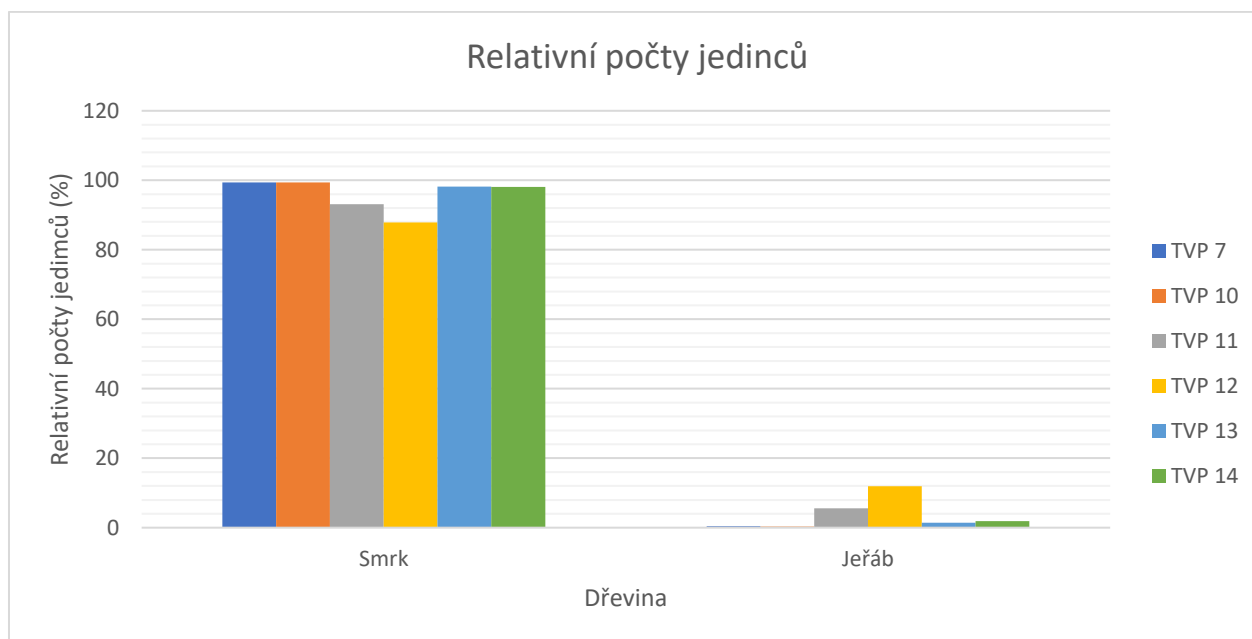
Nejvyšší mortalita na této TVP je ve výškové třídě 0-40 cm a to podle Obr. 19 24,41 %. Nejčastějším důvodem úmrtí jedince na této ploše je utlačení tlejícím dřevem anebo zaschnutím na pařezu.

4.7. Shrnutí dat z ploch

Z výsledků lze soudit, že co se týká zastoupení dřevin, jednoznačně nám převyšuje přirozená obnova smrku. Na plochách se vyskytovaly i jiné dřeviny, ale ty nikdy nepřekročili hranici 12 %. Nejčastější přimíšenou dřevinou byl jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), který měl nejvyšší zastoupení na TVP 12, kde to bylo 11,91 %. Dále se velmi zřídka objevila bříza.

	Jedinci celkem	Smrk OK (ks)	Smrk KO (ks)	Jeřáb OK (ks)	Jeřáb KO (ks)	Počty ks/ha	Mortalita (%)
TVP 7	474	415	56	2	1	37920	12
TVP 10	315	305	8	1	1	25200	3
TVP 11	305	253	31	17	0	24400	10
TVP 12	470	380	33	55	2	37600	7
TVP 13	508	450	49	7	0	40640	10
TVP 14	212	199	9	4	0	16960	4

Tabulka 20: Počty jedinců v ploše, přepočet na hektarové počty, mortalita je uvedena za období 2012-2015.



Obrázek 20: Znázornění relativních počtů všech jedinců podle dřeviny na jednotlivých plochách.

Chi test:

Za všechny zkoumané plochy ověříme pravdivost hypotézy, která zní:

„Mortalita jedinců nezávisí na druhu dřeviny“.

	Smrk	Jeřáb
Živý	2002 (2006)	86 (82)
Mrtvý	186 (182)	4 (8)
	χ^2	1,861
	df	1
	p	0,1726

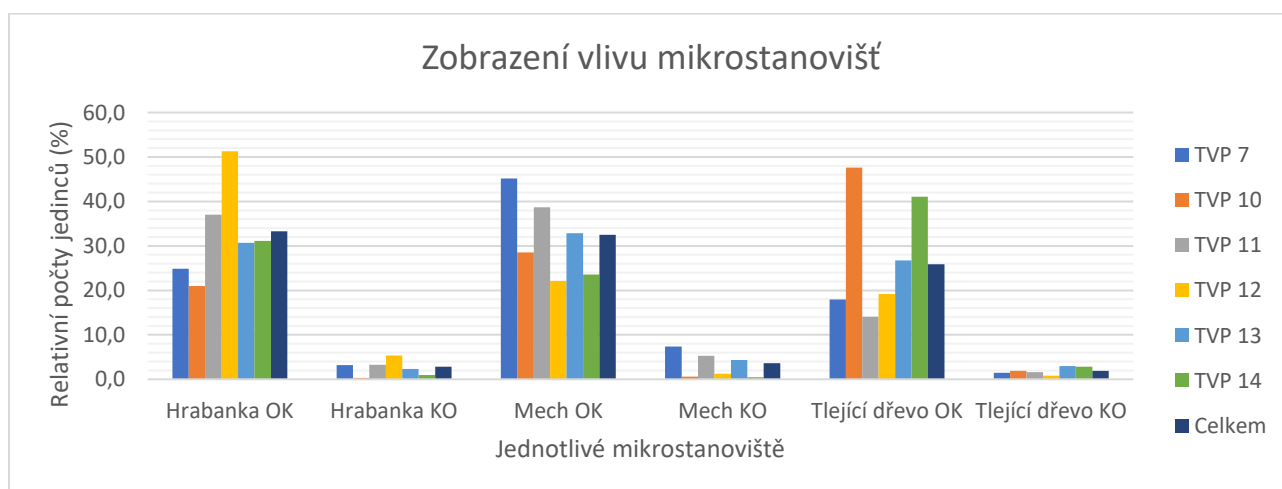
Tabulka 21: Výsledky Chi testu pro hypotézu nezávislosti mortality na dřevině za všechny plochy. V tabulce jsou uvedeny sledované hodnoty, v závorce a kurzívou jsou uvedeny teoretické hodnoty.

$$X^2 (\alpha 0,01) = 6,635$$

$$T > X^2$$

1,861 > 6,635 → Neplatí, tudíž nemůžeme hypotézu na hladině s pravděpodobností 99 % zamítnout.

Co se týče mortality na daných mikrostanovištích podle Obr. 21 lze vyčíst, že nejvíce mrtvých jedinců se nacházelo na stanovištích ovlivněných mechem. Nejméně mrtvých jedinců se nacházelo na tlejícím dřevě, což lze vysvětlit dostatkem živin pro daného jedince na tomto stanovišti.



Obrázek 21 Zobrazení vlivu mikrostanovišť na mortalitu v jednotlivých plochách.

Chi test:

Za všechny zkoumané plochy ověříme pravdivost hypotézy, která zní:

„Mortalita jedince nezávisí na substrátu, v němž roste“.

	Hrabanka	Mech	Tlející dřevo
Živí	760 (756,37)	743 (756,37)	591 (581,26)
Mrtví	65 (68,63)	82 (68,63)	43 (52,74)
		χ^2	5,013
		df	2
		p	0,0816

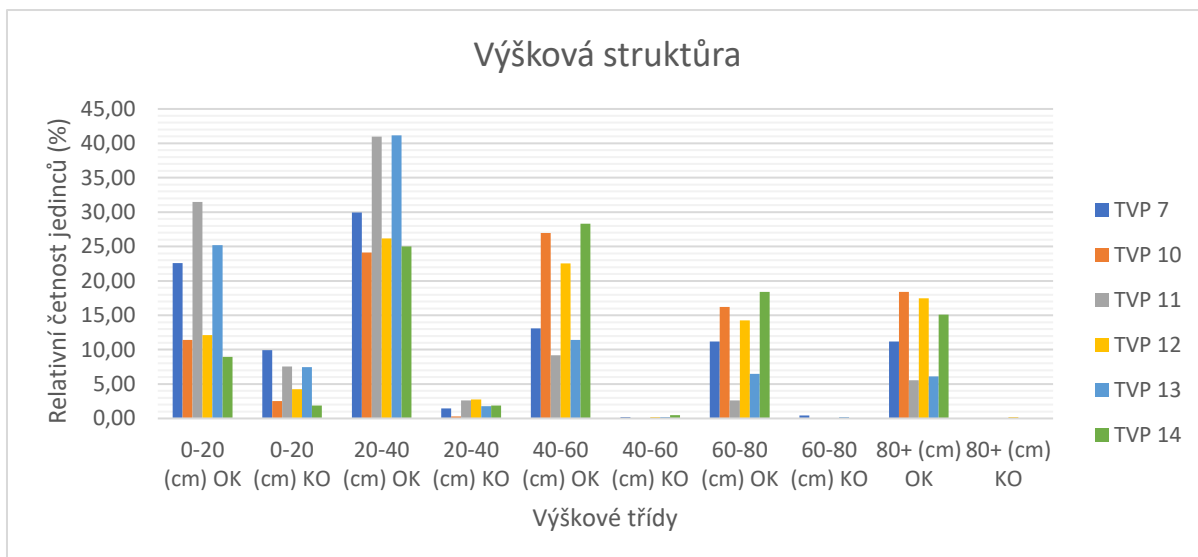
Tabulka 22: Výsledky Chi testu pro hypotézu nezávislosti mortality na stanovišti za všechny plochy. V tabulce jsou uvedeny sledované hodnoty, v závorce a kurzívou jsou uvedeny teoretické hodnoty.

$$\chi_3^2 (\alpha 0,01) = 9,210$$

$$T > \chi_3^2$$

5,013 > 9,210 → Neplatí, tudíž nemůžeme hypotézu na hladině s pravděpodobností 99 % zamítnout

Na Obr. 22. jsou zobrazeny počty uhynulých jedinců ve výškových třídách. Mortalita byla nejvyšší ve výškové třídě 0-20 cm, kde dosahovala v průměru přes 70 %. Hlavní příčinou je kompetice v hloučku, kdy slabší jedinci vlivem konkurenčního boje o světlo a živiny postupně uhynou. Dále s nabývajícím výškou mortalita přirozené obnovy klesala.



Obrázek 22: Zobrazení relativních četností jedinců podle jednotlivých výškových tříd a podle žijících a uhynulých

Chi test:

Za všechny zkoumané plochy ověříme pravdivost hypotézy, která zní:

„Mortalita jedinců nezávisí na výškové struktuře porostu“.

	0-20 (cm)	20-40 (cm)	40-60 (cm)	60-80 (cm)	80 + (cm)
Živé	443 (534,50)	728 (705,95)	399 (369,48)	251 (232,87)	273 (251,21)
Mrtvé	140 (48,50)	42 (64,05)	4 (33,52)	3 (21,13)	1 (22,79)
				X ²	264,64
				df	4
				p	4,56E-56

Tabulka 23: Výsledky Chi testu pro hypotézu nezávislosti mortality na výškové třídě za všechny plochy. V tabulce jsou uvedeny sledované hodnoty, v závorce a kurzívou jsou uvedeny teoretické hodnoty.

$$X_5^2 (\alpha 0,01) = 13,277$$

$$T > X_5^2$$

262,64 > 13,277 → Platí tudíž, můžeme hypotézu na hladině s pravděpodobností 99 % zamítnout

5. Diskuze:

Vzhledem k tomu, že výzkum na těchto plochách probíhá už déle jak deset let, můžeme dobře sledovat jevy spojené s mortalitou a odrůstáním přirozené obnovy. Také můžeme již říci jaké faktory nejvíce ovlivňují odrůstání přirozené obnovy v bezzásahových zónách v horském smrkovém lese. Výzkum započal založením výzkumných ploch roku v létě 2006 a 2007, tedy ještě před začátkem působení disturbancí, které nastaly v roce 2008 (Svoboda & Zenáhlíková, 2009). Víme, že ještě v období kolem roku 1874 měly lesy stále pralesovitý charakter. Stav lesa byl poté změněn v 1875–1882, kdy se objevila vichřice, na kterou navázalo napadení lýkožroutem smrkovým (Jelínek; 2005). Podle hospodářských plánů z této doby víme, že následně bylo asanační těžbou zpracováno 19 000 m³ dřeva (Svoboda & Zenáhlíková, 2009). Následné obnovení lesa díky tomu způsobilo výraznou homogenizaci lesa. Pokud by nebyla asanace provedena víme, že disturbance by mohla přispět k heterogennímu zformování nového lesního porostu (Kulakowski & Bebi; 2004).

5.1. Druhové složení

Z historických údajů víme, že původní druhové složení horního stromového patra, které se vyskytovalo na těchto plochách bylo téměř ze 100 % tvořeno smrkem ztepilým. Dále byl ojediněle zastoupen jeřáb a bříza. Jeho věková stavba se pohybovala okolo 140 let, což bylo zjištěno ze starých hospodářských plánů.

Během 20. století se příliš nezměnilo, což je především způsobeno, že tyto lokality se v letech 1950–1989 ocitly v hraničním zakázaném pásmu, což způsobilo minimální hospodaření a tím i změnu druhového složení (Svoboda & Zenáhlíková, 2009). Nyní se na těchto stanovištích nachází téměř identické složení, které souhlasí s výpočty uvedených v této práci - 96 % smrku ztepilého a 4 % jeřábu ptačího. To se přibližně shoduje s prací Zenáhlíková et al. z roku 2011 - 97% smrku ztepilého a 3 % jeřábu ptačího.

V této práci byla ověřována hypotéza, zda má druh dřeviny vliv na mortalitu. Chí test prokázal - druh dřeviny na mortalitu vliv nemá, výsledek je nesignifikantní. To může být způsobeno velmi nízkým procentem zastoupení jeřábu, časovým odstupem disturbance a nízkou mortalitou přirozené obnovy. Je třeba dále monitorovat změny na těchto lokacích, abychom lépe pochopili problematiku přirozené obnovy a zjistili,

jak se bude v průběhu času měnit druhová skladba lesa. Další vliv na změny druhové skladby v budoucí době mohou mít klimatické změny, které právě probíhají.

5.2. Vliv mikrostanoviště na mortalitu

Určitý vliv na mortalitu přirozené obnovy má také jistě mikrostanoviště, na kterém se jedinci vyskytují. Nejpodstatnějšími mikrostanovišti jsou místa ovlivněná mechem, hrabankou a tlejícím dřevem. Nejvíce jedinců se procentuálně vyskytovalo na stanovišti ovlivněném mechem a hrabankou. Výjimku tvořila TVP 12, kde bylo nejvíce jedinců na stanovišti ovlivněném tlejícím dřevem. Víme, že u vyšších jedinců (více než 10 cm) dochází k poklesu mortality na stanovištích ovlivněných hrabankou a mechem, avšak pro změnu stoupá mortalita na stanovišti ovlivněném tlejícím dřevem (Zenáhlíková et al.; 2011).

Tlející dřevo je pro přirozenou obnovu velmi vhodné v rámci uchování dobrých podmínek, co se vlhkosti týče, chrání jedince před kompeticí okolní vegetace, dříve zde odtává sníh. Nevýhodou tohoto stanoviště je, že jedinci zde rostou ve vysokých počtech a později dochází k odumírání vlivem zvýšení zástiny jednotlivých jedinců. Také víme, že pro odrostlé jedince se na tomto stanovišti nenachází již dostatek živin, jako pro malé semenáčky, kteří nemají na živiny tak vysoké nároky (Kuuluvainen & Kalmari; 2003).

Dalším mikrostanovištěm je mech. Toto stanoviště je pozitivní pro přirozenou obnovu díky své schopnosti získat a udržet vodu z atmosféry a díky tomu nedochází k brzkému usychání jedinců na tomto stanovišti rostoucích. Mechorosty jsou z tohoto důvodu vhodným místem pro počáteční růst obnovy do 10 cm. Vyšší jedinci než 10 cm nejsou schopni zde většinou přežít. Ať už vlivem kompetice vzniklé díky okolní vegetaci anebo výskytem mělkého půdního profilu. To se také projevilo ve výsledcích této práce, kdy nejvyšší mortalita je právě na stanovišti ovlivněném mechem. Vysoké počty jedinců se také vyskytují na stanovišti ovlivněném hrabankou. Hrabanka je podle práce (Zenáhlíková et al.; 2011) nevhodná pro růst semenáčů do výšky 10 cm. S tímto tvrzením se shodují i moje výsledky, kde stanoviště s hrabankou má vyšší mortalitu než stanoviště ovlivněné tlejícím dřevem.

5.3. Výšková struktura přirozené obnovy

Podle výsledků této práce je výšková struktura přirozené obnovy situována především ve výškových třídách v rozpětí 0-60 cm. Jedná se především o jedince, kteří nemají zatím přístup ke světlu a čekají na uvolnění. Jedinci, kteří jsou dostatečně oslunění odrůstají rychleji a tím zvyšují heterogenitu výškové struktury porostu.

Hypotéza – „Mortalita nezávisí na výškové struktuře porostu“ nebyla pomocí chí testu potvrzena. Výsledek je tedy signifikantní.

Udává se, že jedinci vyšší než 20 cm jsou méně vnímaví vůči suchu a také jsou úspěšnější v konkurenci o živiny a světlo (Zenáhlíková et al.; 2011). Toto potvrzuje fakt, že nejvyšší mortalita se vyskytovala ve výškové třídě do 20 cm. Dále se nejvíce jedinců přirozené obnovy nacházelo ve výškové třídě 40-60 cm. To je způsobeno tím, že většina jedinců je ve věku 10 let s průměrným ročním přírůstem okolo 6 cm. To potvrzují i práce jiných autorů (Zatloukal; 2000; Korpeř & Saniga; 1993), kteří udávají, že v horském lese se vyskytuje vysoké množství obnovy s nízkým věkem a s tím koreluje i výška. Na výšku může mít vliv i poškození způsobené okusem jedinců, zavalením padajícími mrtvými jedinci (Ulbrichová et. al; 2009).

6. Závěr

Cílem této práce bylo zhodnotit a prozkoumat mortalitu přirozené obnovy po 10 letech od odumření svrchního stromového patra, které bylo způsobeno nárůstem populace lýkožrouta smrkového reagujícího na rozvolnění lesa po orkánu Kyrill.

Bylo zkoumáno, zda záleží na druhu dřeviny, zda má vliv na mortalitu mikrostanoviště a výškové členění porostu. Druhové složení přirozené obnovy na těchto lokalitách jasně převyšoval smrk ztepilý nad zbylými dřevinami. I přes výskyt jeřábu ptačího, jehož procentické zastoupení uhynulých jedinců bylo velice nízké, nám chí test potvrdil hypotézu, že druh dřeviny nemá na mortalitu přirozené obnovy na těchto lokalitách vliv. Co se týče vlivu mikrostanoviště tak nám chí test dobré schody, potvrdil hypotézu, že mortalita nezávisí na druhu mikrostanoviště. Nejvyšší podíl na mortalitu mělo mikrostanoviště ovlivněné mechorosty, dále mělo vysoký podíl na mortalitu stanoviště ovlivněné tlejícím dřevem a pahýly. Mortalita jedinců na tlejícím dřevě je způsobena vysokou koncentrací přirozené obnovy díky rozpadající se hmotě a tím příznivým podmínkám pro její výskyt. Výšková struktura na těchto stanovištích se postupem času a vlivem odrůstání stává více heterogenní. Tento jev se dá vysvětlit tím, že vyšší jedinci mají lepší přístup ke světlu a tím jsou lepe schopni reagovat svým přírůstem nežli menší zastínění jedinci v podrostu. Tito jedinci musí čelit nejen nedostatku světla, ale i okolní vegetaci, která byla nejvíce zastoupena metličkou křivolakou, třtinou chloupkatou či borůvčím. Z tohoto důvodu byla zjištěna nejvyšší mortalita ve výškové třídě 0-20 centimetrů, což jsme dokázali i chí testem, který nám vyvrátil hypotézu, že na mortalitu nemá vliv výšková struktura přirozené obnovy. Výsledky však mohou být ovlivněny tím, že porost je již téměř deset let po výskytu disturbance, nízkým výskytem mortality přirozené obnovy a nízkým procentem zastoupení jeřábu ptačího.

7. Citovaná literatura

Anděra, M. a Zavřel, P. *Šumava příroda, historie, život*. Praha : Baset, 2003. 978-80-7340-021-7.

Bače, R., Janda, P. a Svoboda, M. *Vliv mikrostanoviště a horního stromového patra na stav přirozené obnovy v horském smrkovém lese na Trojmezné*. *Silva Gabreta*. 2009, Vol. 15 (1), 67-84.

Čech, V. *Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1 : 200 000*. Praha : M-33-XVII České Budějovice, M-33XXXIII Vyšší Brod.- Academia Praha, 1962.

Dobrovolný, P. a Brázdil, R. *Documentary evidence on strong winds related to convective storms in the Czech Republic since AD 1500*. *Atmospheric Research*. Amsterdam : Elsevier, 2003, Vols. 67-68.

E., Frelich Lee. *Forest Dynamics and Disturbance Regimes: Studies from Temperate Evergreen-Deciduous Forests*. Cambridge : Cambridge University Press, 2002. 978-0-521-65082-3.

Hanssen, A. J. 2003. *Natural regeneration of Picea abies on small clear-cuts in SE Norway*. *Forest Ecology and Management*. 2003, Vol. 180, 199-213.

Janda P., Bače R., Svoboda M., Starý M. *Věková a prostorová struktura horského smrkového*. *Silva Gabreta*. 2010, Vol. 16, 43-59.

Jankovský I., Tomšovský M., Beránek J., Lička D. *Analýza postupů ponechávání dřeva k zetlení*. Brno : Ministerstvo Životního prostředí, 2006.

Jelínek, J. *Historický průzkum – Ověřování genofondu smrku ztepilého P. abies (L.) na vytypovaných*. Vimperk : Správa NP a CHKO Šumava, 1997.

Jelínek, J. 2005. *Od jihočeských pralesů k hospodářským lesům Šumavy*. Praha : MZe ČR a ÚHÚL, Brandýs nad Labem, 2005.

Jonášová, M. a Prach, K. *Central-European mountain spruce (Picea abies (L.) Karst.) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak*. *Ecological Engineering*. 2004, Vol. 23 (1), 15-17.

Jonášová, M. *Regenerace horských smrčín na Šumavě*. *Aktuality šumavského výzkumu*. Sborník z konference Srní 2.– 4. dubna, 2001, 161-164.

Korpeľ, Š. *Pralesy Slovenska*. Bratislava : Slovenská akadémia vied, 1989. 80-224-0031-9.

Korpeľ, Š. a Saniga, M. *Výberný hospodársky spôsob*. Praha : VŠZ- lesnická fakulta Praha a Matice lesnická Písek, 1993.

Korpeľ, Š. *Pestovanie lesa*. Bratislava : Priroda, 1991. 80-07-00428-9.

Kulakowski, D. a Bebi, P. *Range of Variability of unmanaged subalpine forests*. Forum für Wissen. 2004, 47-54.

Kupferschmid, A. D. a Bugmann, H. *Effect of microsites, logs and ungulate browsing on *Picea abies* regeneration in a mountain forest*. Forest Ecology and Management. 2005, Vol. 205, 251-265.

Kuuluvainen, T. a Kalmari, R. *Regeneration microsites of *Picea abies* seedlings in a windthrow area of a boreal old-growth forest in southern Finland*. Annales Botanicæ Fennici. 2003, Vol. 40 (6), 401-413.

Musil, I. *Lesnická dendrologie 1 : jehličnaté dřeviny : přehled nahosemenných (i výtrusných) dřevin*. 3. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2003. 80-213-0992-X - 2. ed.

Potts, Daniel L., et al. *Resilience and resistance of ecosystem functional response to a precipitation pulse in a semi-arid grassland*. Journal of Ecology. 2006, Vol. 94 (1), 23-30.

Schroeder, M. L. a Lindelöw, Å. *Attacks on living spruce trees by the bark beetle *Ips typographus* (Col. Scolytidae) following a storm-felling: a comparison between stands with and without removal of wind-felled trees*. Agricultural and Forest Entomology. 2002, Vol. 4, 47-56.

Slávik, M. *Lesnická dendrologie*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2004. str. 80. 80-213-1242-4.

Svoboda, M. a Pouska, V. *Význam a funkce tlejícího dřeva v horských lesích v NP Šumava*. https://www.infodatasys.cz/biodivkrsu/rep2008_dw.pdf. [Online] 2009.

Svoboda, M. *Historický vývoj a současný stav lesa v NP*. Příroda. 2009, Vol. 28, 71–122.

Svoboda, M. 2005. *Struktura horského smrkového lesa*. Silva Gabreta. 2005, Vol. 11, 43-62.

Svoboda, M. 2007. *Tlející dřevo – jeho význam a funkce v horském*. Aktuality šumavského výzkumu. Sborník z konference Srní 4.– 5. října, 2007, 115-118.

Ulbrichová, I., Remeš, J. a Štícha, V. *Vyhodnocení přirozené obnovy smrku NP Šumava*. https://www.infodatasys.cz/biodivkrsu/rep2008_ulbrichova.pdf. [Online] 2009.

Zatloukal, V. *Dynamika přirozeného zmlazení a umělých podsadeb v závislosti na stanovištích*. Praha : Monitoring, výzkum a management ekosystémů Národního parku Šumava, 2000. 74-78.

Zenáhlíková, J. a Svoboda, M. *Historický vývoj a současný stav lesa v NP*. Příroda. 2009, Vol. 28, 71-122.

Zenáhlíková, J., Svoboda, M. a Wild, J. *Stav a vývoj přirozené obnovy před a jeden rok po odumření stromového patra v horském smrkovém lese na Trojmezné v Národním parku Šumava*. Silva Gabreta. 2011, Vol. 17 (1), 37-54.