

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav zakládání a pěstění lesů

**Hodnocení stavu a vývoje přirozené obnovy na
kalamitní ploše v NPR Vývěry Punkvy**

Diplomová práce

2016

Marie Chaloupková

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto práci: Hodnocení stavu a vývoje přirozené obnovy na kalamitní ploše v NPR Vývěry Punkvy vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny 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 vědoma, 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 o tom, 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:

.....

podpis

Poděkování

Na tomto místě patří poděkovat mnoha lidem, kteří mi umožnili udělat a dokončit tuto práci. Zejména velké díky patří Ing. Antonínu Martiníkovi, Ph.D. nejen za odborné vedení, ale také za praktickou a technickou pomoc při měření, shánění dalších měřičů a celkovému nasazení pro věc. Díky patří také Ing. Janu Škrdlovi, Ph.D. za pomoc s měřením a mé mamince, která se k měření také s odvahou připojila. Další velké díky patří mému vytrvalému a věrnému měřiči Lukášovi, který nezištně asistoval u každé inventarizace, včetně odběru vzorků na věkovou analýzu, který bych sama nezvládla. Velmi mi pomáhal udržet pracovní nasazení at' už v terénu nebo u počítače. Stejně tak patří velké poděkování mým rodičům, kteří mi celou dobu poskytovali podporu, zázemí a věřili mi.

Abstrakt

Jméno: Marie Chaloupková

Název: Hodnocení stavu a vývoje přirozené obnovy na kalamitní ploše v NPR Vývěry Punkvy

Území lesů 3. lesního vegetačního stupně NPR Vývěry Punkvy zasáhla v roce 2010 větrná vichřice Antonín. Tato vichřice vytvořila kalamitní holinu velkou přibližně 2,68 ha, na které byla v roce 2012 založena trvalá výzkumná plocha (na výměře 0,2 ha) za účelem zkoumání sekundární sukcese. V letech 2013-2015 probíhalo pravidelné monitorování dřevin na vytyčené ploše, také byly provedeny analýzy vlivu mateřského porostu, struktury porostu celé kalamitní holiny, věku a prostorového rozložení přirozené obnovy. Provedené analýzy zjistily, že nálet na holině existoval již před větrnou disturbancí. Po větrné vichřici, však semenáčky také přibyly. Nejstarší dřeviny na ploše jsou 8 leté a nejmladší 2 leté. Obnovují se zde spíše cílové dřeviny, než pionýrské. Nejvíce jasan (*Fraxinus excelsior*), dále také habr (*Carpinus betulus*) a buk (*Fagus sylvatica*) a dalších 14 druhů dřevin. Jasan svým množstvím výrazně převyšuje ostatní dřeviny. Chybí zde však přirozené zmlazení jedle a dubu. Dřevinám se daří přirůstat, i když jsou poškozovány zvěří. Struktura obnovy na ploše je různorodá a mezerovitá, v závislosti na stanovištních podmínkách.

Klíčová slova: disturbance, les, NPR Vývěry Punkvy, přirozená obnova, sekundární sukcese, vichřice,

Abstract

Name: Marie Chaloupková

Title: Marie Chaloupková

Thesis name: Assessment of actual state and development of natural recovery on calamity area in National nature reserve (NNR) Vývěry Punkvy

Forest territory of third vegetation forest zone of NNR Vývěry Punkvy got hit in 2010 by windstorm Antonín. This windstorm created clear-felled area of approximately 2.68 hectares on which was established permanent research area of 0.2 hectares in 2012 in order to study secondary succession. In 2013-2015 there was regular monitoring of trees on research(mapped out) area and also there were done analyzes on influences of parental stand, stand structure of whole clear-felled area, age and spatial distribution of natural regeneration. Performed analyzes found raid on clear-felled area was present even before the wind disturbancy. Nevertheless there was an increase of seedlings after the windstorm too. The oldest trees on the area are 8 years old and youngest are 2 years old. Rather target trees are regenerated than pioneer ones. Mainly it is ash (*Fraxinus excelsior*) than it is hornbeam (*Carpinus betulus*) and beech (*Fagus sylvatica*) and 14 other tree species. Ash exceeds significantly other tree species in quantity. Though natural regeneration of fir and oak is missing. Tree species are successfully gaining height eventhough it gets damaged by wildlife. Structure of regeneration on the area is diverse and spotty–depending on site conditions.

Keywords: disturbancy, forest, natural regeneration, NNR Vývěry Punkvy, secondary succession, windstorm

OBSAH

1. Úvod.....	9
2. Cíl práce	11
3. Teoretická část	12
3.1. Ekologická stabilita a sukcese.....	12
3.2. Vývoj přírodního lesa.....	15
3.3. Disturbance lesních ekosystémů	17
3.4. Využití sukcese	17
3.5. Výzkumy přirozené obnovy.....	19
4. Materiály a metodika.....	22
4.1. Materiály	22
4.1.1. Umístění	22
4.1.2. Charakteristika území.....	23
4.1.3. Popis výzkumné plochy	25
4.2. Metodika	26
4.2.1. Studium dynamiky porostu na TVP v letech 2013–2015 po větrné kalamitě.....	26
4.2.2. Výzkum vlivu druhové skladby mateřského porostu před kalamitou na skladbu přirozené obnovy.....	28
4.2.3. Analýza struktury přirozené obnovy v rámci celé holiny	29
4.2.4. Podrobná analýza prostorového rozmístění obnovy na dílčí části holiny (transektu)	31
4.2.5. Detailní studie struktury přirozené obnovy	32
5. Výsledky	33
5.1. Studium dynamiky porostu na TVP v letech 2013–2015 po větrné kalamitě.....	33
5.1.1. Druhové zastoupení.....	33
5.1.2. Vývoj četnosti dřevin	35
5.1.3. Vývoj výšky porostu	37
5.2. Výzkum vlivu druhové skladby mateřského porostu před kalamitou na skladbu přirozené obnovy.....	39
5.3. Analýza struktury přirozené obnovy v rámci celé holiny	41

5.4.	Podrobná analýza prostorového rozmístění obnovy na dílčí části holiny (transektu).	42
5.5.	Detailní studie struktury přirozené obnovy.....	47
6.	Diskuse.....	50
7.	Závěr.....	55
8.	Summary.....	58
9.	Seznam literatury.....	60
10.	Seznam zkratk.....	65
11.	Seznam tabulek.....	66
12.	Seznam obrázků.....	67
13.	Seznam Příloh.....	68
14.	Přílohy.....	69

1. ÚVOD

Ačkoliv je Česká republika malý stát a její území je po dlouhou dobu ovlivňováno člověkem, podařilo se zde vytvořit specifický a pestrý ráz krajiny, pro který je obdivována i za svými hranicemi. Krajiny České republiky jsou rozmanité, v různé míře ovlivněny člověkem. Dají se dělit podle různých kritérií a každá je zároveň něčím jedinečná. Důležitou součástí české krajiny, která napomáhá utvářet typický harmonický vzhled, jsou chráněné oblasti.

Ochrana přírody a tedy i chráněných oblastí byla v minulosti orientována zejména na ochranu druhů. Ochrana druhů se podřizoval i management chráněných území. V posledních letech se však stále častěji otvírá otázka důležitosti zkoumání přírodních procesů. V chráněných oblastech byly vytvořeny bezzásahové oblasti, které jsou ponechány svému vlastnímu vývoji. Působení přírodních procesů a vývoj těchto společenstev je však nutno sledovat a podle potřeby navrhopvat také vhodné zásahy. Jak již bylo řečeno, česká krajina je dlouhou dobu utvářena člověkem, který svým působením mohl pozměnit prvotní dráhu vývoje původní vegetace na mnoha místech. Proto se tu nabízí otázky, jakým směrem a jak rychle se bude bezzásahové území vyvíjet. Další otázkou také je, jak moc je dané území pozměněné člověkem, jestli se vůbec dokáže vyvinout až k předpokládanému stabilnímu „cílovému stavu“, anebo ho je potřeba podpořit příhodným opatřením, jako například posadit porost cílovými dřevinami. Tyto a podobné otázky nám může pomoci částečně osvětlit systematický výzkum na založených bezzásahových území.

Nedílnou součástí krajiny České republiky jsou také lesy, ať už v chráněných oblastech nebo mimo ně. Jejich význam je nejen v hospodářské funkci, ale i ve funkcích mimoprodukčních. Během minulého století se ve velkém hledělo zejména na produkční funkci, a tak se přestal brát ohled na přirozenou skladbu lesa, co se týká věkové a hlavně druhové struktury. Větší druhová a věková rozmanitost by mohla snížit dopady různých narušení na porost a lépe udržet trvale udržitelný rozvoj v lesích, který se v posledních letech také stále více diskutuje.

V souvislosti s klimatickými změnami lze předpokládat stále častější výkyvy podnebí přinášející různé kalamity, které však narušují lesní porosty bez rozdílu druhové skladby. Navíc jsou často porušeny porosty před mytním věkem a jejich hodnota po kalamitě pak výrazně klesá. Narušení lesních porostů může být i natolik

fatální, že vzniknou velké holiny bez porostu. Právě způsob hospodaření v lesích a na těchto holinách může ovlivnit kvalitu a rychlost jejich následné obnovy.

Obnovení porostu může proběhnout několika způsoby – obnovou umělou, přirozenou či kombinovanou. Obnova umělá zajistí požadovanou cílovou skladbu, ale je ekonomicky náročná a nevyužívá výhod okolního prostředí. Obnova přirozená využívá přírodní procesy a bývá ekonomicky nejpríznivější způsob obnovy, ale má své limity. Zejména nejsou prozkoumány všechny její projevy v různých přírodních podmínkách. Vzhledem k české legislativě jsou také omezeny možnosti vlastníků lesa s experimenty na využití přirozené obnovy.

Při obnově lesa je třeba dohlédnout jak na správnou hustotu stromů, tak na druhové složení. To v některých případech obnova přirozená nemůže zaručit z různých důvodů. Například druh, který se na území a v jeho okolí nevyskytuje, se nebude moci obnovovat. Proto lze přirozenou obnovu doplnit obnovou umělou, v tom případě se jedná o obnovu kombinovanou.

Existuje ještě mnoho otázek, při využívání přirozené obnovy, které je potřeba zodpovědět, aby došlo k jejímu co nejefektivnějšímu využití, a zároveň aby nové vznikající porosty plnili patřičně a trvale udržitelně všechny své funkce, ať už ekologické, ekonomické či jiné. Je také potřeba, aby se současná lesnická praxe nebála nových postupů, jak přirozené obnovy využívat. Z okolních zemí je mnoho dobrých příkladů využívání přírodních procesů. Tato práce by měla přispět současnému poznání, zejména na poli vývoje vegetace po disturbanci v přírodní rezervaci.

2. CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo prohloubit a navázat na výzkum, jenž proběhl v rámci bakalářské práce: Uplatnění spontánní sukcese při obnově lesa po větrné kalamitě na území NPR Vývěry Punkvy (Chaloupková, 2013). Bakalářská práce zkoumala vývoj sukcese dřevin v roce 2012 na kalamitní holině po větrné smršti Antonín z roku 2010. Dílčí cíle současné diplomové práce jsou:

1. Studium dynamiky porostu na trvalé výzkumné ploše (dále TVP) v letech 2013-2015 po větrné kalamitě
2. Výzkum vlivu druhové skladby mateřského porostu před kalamitou na skladbu přirozené obnovy
3. Analýza struktury přirozené obnovy v rámci celé holiny
4. Podrobná analýza prostorového rozmístění obnovy na dílčí části holiny (transektu)
5. Detailní studie struktury přirozené obnovy

3. TEORETICKÁ ČÁST

3.1. Ekologická stabilita a sukcese

Mezi základními cíli lesního hospodářství v České republice je zmíněno zvýšení podílu přirozené obnovy a zvýšení stability lesních ekosystémů (Petříček, 1999). Oba tyto cíle jdou spolu ruku v ruce, protože jen ekologicky stabilní ekosystém lesa je schopen dostatečně kvalitní přirozené obnovy. Pro pochopení souvislostí ekologické stability, je potřeba zmínit základní zákonitosti společenstev a jejich vývoje.

Míchal (1992, str. 16) uvádí: „Předmětem ekologie jsou živé systémy v interakci se svým prostředím.“ Jinak také řečeno ekosystémy. Pojem ekosystém, který poprvé v roce 1935 definoval Arthur Georg Tansley, zahrnuje jak složky biotické tak abiotické (cit. dle Tkadlec 2013). Ekosystémy jsou skladebným prvkem krajiny (Kender, 2000). Je nutné si uvědomit, že tyto ekosystémy nemusí být stabilní, mohou se vzájemně ovlivňovat a krajina tím pádem nemůže být neměnným systémem. Stabilitou rozumíme rovnováhu (Míchal, 1992), ne však rovnováhu statickou či mechanickou, ale rovnováhu dynamickou, která, i pokud dojde k nějakému narušení, tak je schopna se vrátit do výchozího stavu nebo podstatně nezměnit vlastní strukturu.

Jak již bylo řečeno, součástí krajiny jsou různě vyspělé ekosystémy, které mají různou schopnost autoregulace. Na autoregulaci ekosystémů se podílí adaptabilita jednotlivců i společenstev, vyvážené mezidruhové vztahy a kruhové propojení producentů, konzumentů, destruentů a reducentů v koloběhu látek (Petříček, 1999). Jedním z poměrně stabilních vyspělých ekosystémů krajiny je také les. Je nutné však nezapomenout, že i v rámci ekosystému *les*, mohou být značné rozdíly v jejich stabilitě. Například se liší stabilita stejnověké, smrkové monokultury a stabilita přírodního lesa.

Míchal (1983) dokládá sukcesí, jako důkaz směřování ekosystémů ke stabilnímu stavu. Sukcese hraje důležitou roli v řízení a obnově ekosystémů (Bazzaz, 1996). Sukcese je chápána, jako zákonitá posloupnost ekosystémů, vyúsťující za neměnných vnějších podmínek do stavu klimaxu. Tato zákonitá posloupnost ekosystémů se nazývá *sukcesní řadou* (Odum, 1977) a jednotlivé měnící se ekosystémy v ní jsou *sukcesní nebo vývojová stádia*. Odum (1977) definuje sukcesí ve třech bodech. Jednak jako uspořádaný sled vývoje společenstva, který se děje určitým směrem a lze jej tedy částečně předvídat. Schopnost předvídat vývoj společenstva lze zlepšovat pozorováním a systematickými výzkumy dané skupiny za různých podmínek. Dále definuje Odum (1977) sukcesí jako výsledek abiotických změn, kdy abiotické prostředí určuje sice

rychlost, a povahu změny, ale výsledek jako takový ovlivňuje společenstvo. Jinak také řečeno, o složení společenstva a o povaze klimaxu, tedy závěrečného stavu rozhoduje klima a abiotičtí činitelé, společenstvo jako takové však sukcesí posouvá. Za třetí je definován *klimax*, jako vrchol sukcese, kde se jedná o ustálený ekosystém, ve kterém je nejvíce symbiotických vztahů mezi organismy a uchovává se nejvíce biomasy (Odum, 1977). Košulič (2010) dodává, že klimax lze ztotožnit s potenciální přírodní vegetací. Lze rozlišit několik jeho typů (Odum, 1977). *Klimatický klimax* je konečné společenstvo, které je v rovnováze s celkovým podnebím. Teoreticky k němu směřují všechny sukcesní řady v oblasti. *Edafický klimax* je pak klimax ovlivněný místními podmínkami, které zabraňují vývoji ke klimatickému klimaxu. Kromě těchto se také rozlišují další druhy klimaxů jako např.: katastrofický (cyklický) klimax a disklimax apod. Cyklický klimax nastává, když je nějaké společenstvo udržováno ve stálých stejných cyklech působením specifických faktorů. O disklimaxu lze mluvit, když je společenstvo, které není klimaxem klimatickým ani edafickým, udržováno v rovnováze člověkem nebo jeho domácími zvířaty (Odum, 1977).

Ke klimaxu je nutné uvést, že první ucelená sukcesní teorie, kterou definoval F. Clements v roce 1916 (cit. podle Míchal, 1992) předpokládala existenci jediného klimaxu v klimatické oblasti a to bez ohledu na to, ve kterém prostředí sukcese započala - tzv. monoklimaxová teorie (Míchal, 1992). Teorie monoklimaxu však byla odmítána, přešlo se tedy k polyklimaxové teorii, která již zohledňovala více možných faktorů a jejich kombinací, které se mohou podílet na tvorbě lokálních klimaxů. Obecně však teorie klimaxu selhává v subarktickém podnebí, lze tedy přepokládat že bude potřeba nové, přesnější formulace a závěry v této oblasti (Míchal, 1992).

V teorii sukcese je také nutné zmínit pojmy primární a sekundární sukcese (Odum, 1977). *Primární sukcese* probíhá na místě, které před tím nebylo osídleno žádným společenstvem, *sekundární sukcese* probíhá na místě, odkud bylo předchozí společenstvo odstraněno a vyznačuje se zejména kratším trváním, než primární sukcese. Hnací síly sekundární sukcese vychází ze samotného společenstva – vegetace může ovlivnit abiotické faktory prostředí (Poleno a kol., 2011). Primární sukcese je využívána při rekultivaci odvalů a výsypek (Poleno a kol., 2011). Pokud mluvíme o sukcesí je potřeba ještě rozlišovat *allogenní sukcesí*, která je způsobována vnějšími změnami a *autogenní sukcesí*, která je způsobována procesy v biocenóze (Odum, 1977; Poleno a kol., 2011).

Thomasius v roce 1995 (cit. dle Petříček, 1999) definoval základní typy autogenní sukcese podle vlastností dřevin:

- *Sukcese s trvalou existencí pionýrských dřevin (olšiny, bory a březiny)*

Probíhá na extrémních avšak potenciálně lesních stanovištích. Dojde k náletu pionýrských dřevin, ale v důsledku trvalých ztížených podmínek (minerální chudoba, moc sucho, moc mokro) už nenastoupí klimaxové dřeviny, obnoví se zde opět pionýrské dřeviny.

- *Sukcese lesa s dřevinami intermediárního typu (doubrawy a smrčiny)*

Probíhá na rozmanitých stanovištích, tudíž i s velmi různým složením přípravného lesa. Na živných, svěžích, vlhkých půdách je přípravný les tvořen osikou, vrbou či olší. Sušší stanoviště obsazuje jíva a jeřáb, chudá stanoviště pak borovice, modřin či břízy. Přípravný les přibližně ve věku 50 – 80 let (v podmínkách ČR) podrůstají dřeviny intermediárních vlastností – duby, lípy, jasany, habry, jilmy, javory a také smrk. Ty poté převažují. Sukcese tohoto typu probíhala na stanovištích doubrav.

- *Sukcese výrazně klimaxového typu (bučiny a jedliny)*

Počáteční stadium sukcese může začínat buď jako vyspělé travinné či keříčkové stadium, do kterého později proniká les přípravný, nebo začíná jako bylinné stadium, které se postupně vyvíjí v travinné a keříčkové a poté pokračuje již lesem přípravným. Travinná společenstva mnohdy neumožňují obnovu dřevin, dokud nedojde k narušení půdy. Poté začnou pionýrské dřeviny obsazovat plochu - lépe odrůstají dřeviny s rychle rostoucími semenáčky, nebo dřeviny s těžkými semeny. Stadium bez lesa trvá dlouhou dobu, jakmile však nastoupí přípravný les, vytvoří vcelku rychle specifické mikroklima a ve stáří 50-80 let se začne pod ním tvořit podrost klimaxových dřevin. Tato sukcese je typická pro smíšené středoevropské lesy složené z buku nebo jedle.

- *Sukcese směřující spontánně k nevyrovnané bilanci energií a hmot*

Probíhá na místech kde je málo příznivých podmínek pro růst dřevin. Dochází zde k nadbytku biomasy a nedostatečného zpracování odumřelé hmoty. Nahromaděná odumřelá hmota pak vyvolává změny stanovišť a může dojít až k rašelinění. Pro naše podmínky je toto sukcese, která lze předpokládat v rašelinné smrčíně.

3.2. Vývoj přírodního lesa

Přírodním lesem rozumíme porost, který byl člověkem nepodstatně ovlivněn, ne však sadbou nebo sítí, a zachoval si svoji druhovou, prostorovou i věkovou stavbu (Míchal, 1983; Vrška, 2012). Procesy v přírodních lesích jsou určovány průběhem sukcese. Tento průběh v lesních ekosystémech lze zobecnit do 2 vývojových cyklů lesa, *velkého generačního cyklu* lesa a *malého generačního cyklu* lesa (Petříček 1999; Vacek a kol., 2007). Samec a Tuček (2012) dodávají, že pro středoevropské lesy je typický malý vývojový cyklus.

Velký generační cyklus se uskutečňuje v řádech desetiletí na hektarových plochách a je charakterizován sekundární sukcesí (Petříček, 1999). Velký generační cyklus se také může označit za ontogenetický vývoj a malý generační cyklus za fylogenetický vývoj (Richter a Saniga, 2006). Malý generační cyklus probíhá na menších plochách (desítky arů) ale po delší časové údobí – staletí v rámci klimaxu (Petříček, 1999).

Známe 4 fáze *velkého generačního cyklu*: fáze rozpadu, fáze lesa přípravného, fáze lesa přechodného a fáze lesa závěrečného (Petříček, 1999; Vacek a kol., 2007). Začátek velkého generačního cyklu začíná po katastrofickém rozpadu předchozího porostu dřevin šířením světlomilných pionýrských dřevin sekundární sukcesí. Tyto dřeviny, postrádající husté jádro letokruhů, postupně formují *les přípravný*, který svým zástínem umožní uchycení dlouhověkých dřevin, které snáší stín. Je možné, že díky extrémním podmínkám stanoviště zůstane les přípravným a do předpokládaného klimaxového stádia se nevyvíjí (Míchal, 1983). Petříček (1999) také uvádí, že pokud však nejsme na extrémních stanovištích, dřeviny, které rostly dlouhou dobu v zástínu, postupně vytlačují pionýrské dřeviny a nastává fáze *lesa přechodného*. Dřeviny, které nahradily pionýrské, jsou typické hustým jádrem letokruhů, protože se vyvíjely dlouhou dobu v podrostu. Po úplném vytlačení světlomilných dřevin nastává fáze *lesa závěrečného*, klimaxu. V rámci tohoto klimaxového stadia však může docházet ke střídání fází *Malého vývojového cyklu* (Petříček, 1999).

Malý vývojový cyklus probíhá tedy v rámci velkého a má 4 sukcesní stadia – dorůstání, zralost, rozpad, obnova (Korpel, 1989 cit. dle Samec a Tuček, 2012). Podle Míchala (1983), shrnuli Samec a Tuček (2012) typické projevy těchto čtyřech sukcesních stádií:

- Pro *dorůstání* je typický výškový přírůst, ale přesto je hlavní úroveň nižší, než jaká odpovídá dosažitelné výšce hlavní úrovně. Skládá se z 3 fází a to: počáteční dorůstání, pokročilé dorůstání a vrcholové dorůstání.
- Pro *zralost* je typický maximální zápoj, v hlavní úrovni není místo pro další jedince, hlavní stromová výška odpovídá produkčním možnostem daného stanoviště. Zralost má 2 fáze: Optimální zralost a a terminální zralost.
- Stadium *rozpadu* je charakterizováno poklesem živé biomasy ve prospěch stojících šouší. Daří se houbovým společenstvům, hlavní úroveň má rozvolněný zápoj a dominují zde stromy největších rozměrů. Stadium rozpadu má 3 fáze: Počáteční rozpad, Pokročilý rozpad, úplný rozpad
- Stadium *obnovy* se vyznačuje vysokým výskytem semenáčků a nárostů dřevin, zápoj hlavní úrovně porostu je různě porušený. Obnova má dvě fáze: Uchycení a nástup obnovy.

Kromě vývojových cyklů, je také třeba zmínit různou dynamiku v lesech boreální zóny a v lesech mírné klimatické zóny. Petříček (1999) uvádí, že *lesy boreální zóny* (tajga) svým vývojem směřují k vlastní záhubě, protože vytváří víc opadu a surového humus než stačí půdní organismy rozložit. Postupně se hromadícím nezpracovaným opadem zhoršují podmínky pro obnovu. Pokud nepříjde nějaký katastrofický rozpad, (požár, vichřice), který by začal nahromaděný opad stravovat, tak les může zaniknout a nahradí ho vřesoviště nebo rašeliniště (Petříček, 1999).

Petříček (1999), také dále uvádí, že *lesy mírné klimatické zóny*, tedy našeho pásma, začínají lesem přípravných dřevin, který se brzy změní na les závěrečný, kde převažují stinné dřeviny. Zde však záleží, která dřevina, schopná snášet stín převažuje – je rozdíl mezi dubem, smrkem, jedlí a bukem. To ovlivní následující přirozenou obnovu a teprve po této obnově, kdy se projeví, které dřeviny převažují lze uvažovat o závěrečném klimaxu. V rámci tohoto klimaxu dochází pak ke střídání výše zmíněných fází malého vývojového cyklu. Lze ještě zmínit specifickou dynamiku *lesa na extrémních stanovištích* – tzv. blokové sukcesní stádium – jsou to porosty horské tajgy, které jsou řídké, malých výšek značně různověké a nejsou horizontálně zapojené. Tato specifikace způsobuje, že jsou vlastně permanentně ve stadiu rozpadu bez vnějších příčin (Petříček, 1999).

3.3. Disturbance lesních ekosystémů

V lesnictví se mohou škody na porostech rozdělit na škody způsobené antropogenními faktory, biotickými faktory či abiotickými faktory. Antropogenními faktory se rozumí vnášení cizích látek, nevhodná pěstební opatření, nešetrné použití lesnické techniky apod. (Míchal, 1992). Mezi biotické činitele se řadí hmyz, zvěř, hlodavci, houby či nežádoucí vegetace. Abiotičtí činitelé jsou námraza, sucho, sníh, imise a kromě dalších také vítr. Petříček (1999) uvádí, že porost má proti větru, námraze a sněhu nejlepší odolnost ve stadiu dorůstání, a nejhorší ve stadiu zralosti.

Podle Simanova (2013) se v posledních 30 letech zvýšil dlouhodobý průměrný podíl abiotických faktorů na nahodilé těžbě na 87%, z toho má 32% za následek vítr. Bylo také zjištěno, že se zkracují intervaly opakování disturbancí a zvyšuje se jejich intenzita.

Paragraf 2, v zákoně č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů ve znění pozdějších předpisů (lesní zákon), definuje těžbu nahodilou jako: „těžba prováděná za účelem zpracování stromů suchých, vyvrácených, nemocných nebo poškozených“. Simanov (2013) dále rozlišuje nahodilou těžbu na běžnou nahodilou těžbu a na těžbu kalamitní. Při běžné nahodilé těžbě se odstraňují z porostu jednotlivé souše a zlomy a v plánech úmyslné těžby se s ní v určité předpokládané míře počítá. Těžba kalamitní je charakterizována jako těžba, při které se vytěží více jak 20% decenálního etátu, nebo je zasaženo více jak 2% celkové plochy jednotky. V případě kalamity, se úmyslná těžba zastavuje a nahrazuje těžbou kalamitní, to může později způsobovat problémy s výchovou stabilních lesních porostů. Podíl nahodilých těžeb tak může být právě ukazatelem stability lesních ekosystémů (Simanov, 2013).

3.4. Využití sukcese

Praktické využití sukcese je diskutováno širokou lesnickou veřejností. Poznatky o využití sukcese přichází nejen z Německa, kdy po vichřicích Vivien a Wiebke, začaly směřovat snahy německých lesníků o využívání přírodních sil při obnově lesa (Košulič, 2010). Sukcese má nesporný význam jak z ekonomického, tak ekologického hlediska při znovu zalesňování kalamitních holin (Košulič, 2010). Mění se klimatické podmínky sebou přináší větší četnost větrných polomů, uvádí například Odenthal–Kahabka (2005), který současně upozorňuje na to, že by mělo lesní hospodářství zaměřit své úsilí na efektivní sanaci zasažených lesů a kromě dalších opatření hojně využívat přirozenou obnovu.

Přirozená obnova může probíhat pomocí semen, nebo vegetativně – tzn. z výmladků kořenových, pařezových popřípadě zakořeňováním větví, vegetativní přirozená obnova je u nás spíše na ústupu (Poleno a kol., 2009). Dále uvádí, že obnova se často dostavuje v chladnějších oblastech středních a vyšších poloh, které jsou bohaté na srážky (Poleno a kol., 2009).

Jednou z ekonomických výhod přirozené obnovy je možnost podsazovat přípravný porost cílovými dřevinami v širokých sponech, tedy mnohem úsporněji zmiňuje Košulič (2010) a také dodává, že po zapojení přípravného porostu se snižuje konkurence půdní vegetace a nebezpečí škod hlodavci. Poleno a kol. (2009) dodává další výhody: zachování autochtonních populací osvědčených na daném stanovišti, nedochází k porušení kořenového systému, přirozená obnova také skýtá možnost využít přebytečné semenáčky na osazení mezery jinde v porostu. Výhody přirozené obnovy v širším slova smyslu zmiňuje také Samec (2008) , který říká, že v souvislosti s neurčitým posunem vegetačních stupňů může přirozená obnova na dostatečně velkém území indikovat změny stanovištních potenciálů a to může následně vést k případnému úspěšnému návrhu skladby umělé obnovy.

Přirozená obnova má i nevýhody, které je také třeba vzít na vědomí, aby nedocházelo ke zbytečným nezdarům při zavádění. Poleno a kol. (2009) zmiňuje především závislost na semenných letech. U některých dřevin se dostavují sice každoročně – břízy, javory, habry, lípy a olše. U ostatních dřevin jsou tyto intervaly delší. Poleno a kol. (2009) dále uvádí nerovnoměrnost hustoty a závislost na druhové diverzitě mateřského porostu. Košulič (2010) připomíná další úskalí využití sukcese, kdy ještě není zodpovězeno mnoho otázek např.: kdy se mají vnášet cílové dřeviny přípravného porostu, nebo kdy a jak dlouho čekat na sukcesí. Tyto otázky nelze však zodpovídat v teoretické rovině, je potřeba mnohé možnosti vyzkoušet v praxi.

Zde však přichází úskalí v podobě nepružné legislativy, která je v České republice uzpůsobena lesu věkových tříd a holosečnému způsobu hospodářství (Martíník, 2015). Nevýhoda holosečného hospodářství vzhledem ke stabilitě porostů spočívá v jejich stejnověčnosti – porost potom, kromě jiného hůře odolává větrným kalamitám. Z hlediska lesního zákona č. 289/1995 Sb., je zajištěný porost takový, který vykazuje trvalý výškový přírůst, stromky jsou rovnoměrně rozmístěny a jejich počet neklesl pod 80% minimálního počtu pro obnovu nebo zalesnění, a zároveň stromky odrostly negativnímu vlivu buřene a nejsou výrazně poškozeny. Martíník (2015) upozorňuje na potřebu změn v uvedeném předpisu, aby vznikla možnost mít zajištěný porost například

jen na 80% plochy, přičemž dovolená mezera v porostu by neměla překročit určitou hranici. Dále také zmiňuje, že by bylo účelné vytvořit pro každý, jednotlivý HS danou celkovou hustotu dřevin a danou hustotu cílové dřeviny. Tato změna by pak umožňovala ve větší míře využívat přípravných dřevin. Další legislativní překážkou je také paragraf 31, lesního zákona č. 289/1995 Sb., o tom, že holina má být zalesněna do 2 let a zajištěna do 7 let. Další překážkou je i striktně určená dřevinná skladba (Martiník, 2015).

3.5. Výzkumy přirozené obnovy

Výzkumům přirozené obnovy se věnují v zahraničí po delší dobu než u nás. Výzkumy na našem území se vážou zejména k chráněným oblastem, kde proběhlo v minulosti nějaké narušení (disturbance), většinou větrem nebo žírem lýkožrouta, či obojím. Lze sledovat, že hmyzí kalamity mají posunutý nástup o rok po abiotických kalamitách (Simanov, 2013). Většina prací pochází z oblasti Šumavy, Krkonoš nebo Beskyd.

Potenciál využití přirozené obnovy zkoumají a potvrzují mnozí autoři (Vacek a kol., 2010; Šebeň a Bošela, 2011; Jonášová a Matějková, 2007). Porovnávání výhod různých způsobů obnovy se věnoval Vacek a kol. (2010), který na porostech v Krkonoších, porovnával umělou a přirozenou obnovu. Potenciál přirozené obnovy se projevil na většině výzkumných lokalitách. Na lokalitách, kde se přirozená obnova neprojevila, to bylo způsobeno dosud nevytvořenými podmínkami pro obnovu například narušením zápoje. Na všech lokalitách se se masivně obnovoval smrk a buk, další dřeviny výjimečně. K lepším výsledkům přirozené obnovy oproti umělé došli také Šebeň a Bošela (2012) v Beskydech. Kulla a Šebeň (2012) se pokusil využít přirozenou obnovu v kombinaci s umělou obnovou. To se projevilo jako významná úspora nákladů. Stále však zůstává otevřená otázka adekvátní obnovy v adekvátním čase (Kulla a Šebeň, 2012).

Největší vliv na přirozenou obnovu mají věk porostu, síla zápoje a přítomnost dospělých stromů v mateřském porostu (Kulla a kol., 2009). Dále bylo zjištěno, že ostatní faktory jsou méně důležité a liší se v závislosti na druhu dřeviny. Důležitost uvolnění zápoje a dobrých světelných podmínek na lepší sukcesi dřevinných i bylinných druhů, dokládá také Zenahlíková a kol. (2011). Přitom dodává, že značný vliv na vývoj obnovy má stav stromového patra těsně před disturbancí.

Rammig a kol. (2007) uvádí, že na počátku obnovy je také důležitá hojnost zásoby semen v prvních pár letech, protože pak nastupují konkurenční vysoké byliny. A čím větší jsou rozestupy mezi semennými roky, tím déle trvá obnova. Vznik konkurenční ruderalní vegetace nastává brzy (do 2 let), po náhlém odstranění mateřského porostu (Kováč, 2011). Dále bylo zjištěno, že na plochách, kde dochází k vyžínání buřene, je menší hustota obnovy než na plochách, do kterých se nezasahuje. To může být způsobeno buď obecně tím, že jsou vyžínány lokality s nepříznivým stavem obnovy, nebo to také tím, že při vyžínání vzniká riziko neúmyslného odstranění jedinců přirozené obnovy (Kováč, 2011).

Fischer a kol. (2002) zkoumali, jaký vliv má ponechání či odvoz dřeva po disturbanci na následnou druhovou skladbu. Zjistili, že na ploše, na které bylo odvezeno dřevo, a přitom se narušil půdní povrch, se vyskytovaly pionýrské druhy. Naproti tomu plocha, kde neproběhl žádný zásah, se obnovovala směrem k hlavním cílovým dřevinám jedli a smrku. V dlouhodobém měřítku do jednoho století, se však očekává, že obě stanoviště budou mít nakonec stejnou skladbu. Svoboda a kol. (2010) zjistili, že ponechané mrtvé, popadané stromy mají dobrý vliv na obnovu smrku. Zielonka a Malcher (2009) udávají, že pro obnovu smrku jsou také výhodnější malé mezery v porostu na rozdíl od modřínu, kterému vyhovují světlé velké holiny.

Vliv přípravy půdy před ponecháním samovolnému vývoji zkoumala Žouželková (2015), která zkoumala hustotu dřevin na plochách bez přípravy, s chemickou přípravou a mechanickou přípravou. Zde měla nejvyšší hustotu dřevin plocha s mechanickou přípravou, zároveň však bylo zmlazení tvořeno pařezovými výmladky a ne náletem. Náletem byla nejvíce tvořena plocha, která byla ponechána samovývoji. Vysoká hustota náletu dřevin se vyskytuje na plochách, kde je menší pokryvnost konkurenčních druhů a také na plochách kde je vysoké půdní pH udává Kramer a kol.(2014).

Zenahlíková a kol. (2011) udávají, že nejvyšší hustota semenáčků byla zjištěna v nejnižší věkové kategorii, zde však také docházelo k nejvyšší mortalitě, obecně lze tedy říci, že s rostoucí výškou klesá mortalita. Šebeň a Bošela (2011) zkoumali vývoj přirozené obnovy v letech 2007 – 2010 ve Vysokých Tatrách. V roce 2007 bylo nejvíce semenáčků s výškou pod 50 cm (nálet), téměř polovinu tvořily semenáčky 50-130 cm (nárost). Další část tvořily stromy vyšší jak 130 cm (mlazina). V roce 2010 došlo k posunu ve výškových třídách. Nejvíce jedinců bylo v nárostu, dále v mlazině a v náletu semenáčků oproti roku 2007 ubylo. Druhová diverzita na lokalitě byla pestrá (16 druhů) především smrk a přípravné dřeviny. Oproti roku 2007 došlo k mírnému

poklesu počtu smrku, i tak ale byl vedoucí dřevinou (Šebeň a Bošela, 2011). Proti tomu stojí studie, která říká, že větší hustotu semenáčků lze předpokládat u pionýrských dřevin, u kterých ale také dochází k větší úmrtnosti (Fischer a Fischer, 2012). Zde je však potřeba nezapomenout na faktory, které ovlivňují obnovu a mohou ovlivnit i dřevinnou skladbu.

Poškození přirozené obnovy mohou být: mechanické poškození, poškození suchem a poškození zvěří (Kováč, 2011). Kováč dále uvádí, že nejvyšší výskyt má však poškození zvěří. Nejvíce trpí okusem měkké listnáče (pionýrské a přípravné dřeviny). Dřeviny jsou poškozovány zejména jeleny, srnci a zajíci (Kováč, 2011). Dopad na přirozenou obnovu okusem zvěře dokládá také výzkum Ambrože a kol. (2015), který zjistil, že limitujícím faktorem obnovy buku je vysoká zvěř. Ponechané popadané stromy mohou sloužit k ochraně semenáčků před okusem, protože ležící kmeny omezují pohyb kopytníků (Rammig a kol., 2007).

Mnoho výzkumů přirozené obnovy lesa na našem území přichází z oblasti smrkového lesa ze Šumavy (Zenahlíková a kol., 2011; Jonášová a Matějková, 2007; Svoboda a kol., 2010) a z dalších koutů horských smrčín. Tato práce se od ostatních liší svým výskytem v NPR Vývěry Punkvy, kde jsou jiné přírodní a klimatické podmínky, jiný mateřský porost a je tedy pravděpodobné, že průběh sukcese dřevin bude také probíhat jiným směrem než v ostatních výzkumech.

4. MATERIÁLY A METODIKA

Na základě cílů 1-5 (viz Cíl práce) byly zformulovány následující výzkumné otázky, na které by měl tento výzkum hledat odpovědi.

Ad 1 „Studium dynamiky porostu na TVP v letech 2013-2015 po větrné kalamitě“

Dochází na TVP k sukcesi? Jak k sukcesi dochází? Dochází k obsazování volných míst, nebo naopak dochází k mortalitě již existujících dřevin a vznikají tak další volná místa? Jaké dřeviny se na TVP prosazují?

Ad 2 „Výzkum vlivu druhové skladby mateřského porostu před kalamitou na skladbu přirozené obnovy“

Jaký vliv má původní mateřský porost na strukturu a skladbu obnovy dřevin?

Ad 3 „Analýza struktury přirozené obnovy v rámci celé holiny“

Jaká je struktura obnovy v rámci celé kalamitní holiny? Čím se liší jednotlivé části?

Ad 4 „Podrobná analýza prostorového rozmístění obnovy na dílčí části holiny (transektu)“

Jaké je prostorové rozlišení struktury obnovy v rámci TVP? Kde je na ploše nejméně obnovy? Kde je na ploše nejvíce obnovy?

Ad 5 „Detailní studie struktury přirozené obnovy“

Jaká je věková struktura v blízkosti TVP? Jak časté je poškození dřevin zvěří. Jaké dřeviny jsou nejčastěji poškozovány? Kterým dřevinám se daří odrůstat?

4.1. Materiály

Informace o zkoumaném území a jeho okolí jsou podrobně rozebrány v bakalářské práci Uplatnění spontánní sukcese při obnově lesa po větrné kalamitě na území NPR Vývěry Punkvy (Chaloupková, 2013), na kterou navazuje tato práce. Pro uvedení do problematiky jsou zde uvedeny nejdůležitější charakteristiky a historie území.

4.1.1. Umístění

Podle katastru nemovitostí (ČÚZK, 2004-2016), se území nachází v Jihomoravském kraji, nedaleko obce Blansko v k. ú. Lažánky u Blanska, na parcele 539/1. Tato parcela je vedena jako lesní pozemek a její celková výměra je 131,919 ha. Je ve vlastnictví České republiky, avšak právo hospodařit s majetkem mají Lesy České

republiky s. p. (ČÚZK, 2004-2016). Výzkumná plocha byla založená na této parcele na kalamitní holině (přibližně 2 ha), která vznikla po větrné smršti Antonín v roce 2010. Díky tomu, že se tato kalamitní holina nachází v 1. zóně CHKO, mohla být ponechána vědeckému zkoumání.

4.1.2. Charakteristika území

Území je součástí 1. zóny CHKO Moravský kras a leží přímo v Národní přírodní rezervaci Vývěry Punkvy. Plán péče na období 2010-2020 (Správa CHKO Moravský kras, 2009) uvádí, že stav lesních porostů a okolní přírody je ovlivněn dlouholetým provozem železáren, hutí a sléváren. Pro těžbu a pro získání pastvin se tu hojně těžilo dřevo, navíc se holiny po těžbě osazovaly výhradně smrkem. Pasečným způsobem hospodaření zde byla potlačena přirozená obnova původních dřevin a to zejména jedle. V současnosti jsou škody na porostech způsobovány okusem a vytloukáním spárkatou zvěří, další škody způsobuje také sucho na exponovaných skalních svazích (Správa CHKO Moravský kras, 2009).

Kalamitní holina se nachází na JJZ svahu se sklonem 15°-35° (AOPK ČR, 2012), nadmořská výška se pohybuje v rozmezí 400 – 430 m n. m. (Chaloupková, 2013). Území spadá do mírně teplé podnebné oblasti a je tu charakteristická teplotní a vegetační inverze, průměrný roční úhrn srážek činí až 700 mm a průměrná roční teplota se zde pohybuje kolem 6,5°C (Správa CHKO Moravský kras, 2009). Dle biogeografického členění (Culek, 1996) je podloží tvořeno vápenci. Půdy jsou mělké, štěrkové, chudé na vodu, bohaté na minerály (AOPK ČR, 2016).

Podle hospodářské knihy na období 1. 1. 2001 – 31. 12. 2011 (Lesprojekt a.s., 2001) zkoumané území spadá do přírodní lesní oblasti 30-Drahanská vrchovina, je součástí lesního hospodářského celku Rájec, revíru Macocha. Kalamitní holina se nachází v oddělení 822, dílci A, v souboru lesních typů 3J6 – lipová javořina (vápencová na rendzině)-viz Obr. 1. Jedná se o hospodářský soubor 3017 - překryv porostu ochranného lesa na mimořádně nepříznivých stanovištích a porostu lesa zvláštního určení - NPR Vývěry Punkvy a I. zóna CHKO Moravský kras.

Kalamitní holina spadá do 3. lvs, dle geobiocenologického pojetí (Buček, 1999) biocenózy náleží do potenciální přirozené vegetace *Corni-acereta fagi* – bukové dřínové javořiny. Výčet dřevin pro bukové dřínové javořiny je jmenován dle Bučka (1999):

Hlavní úroveň:

Javor mleč a klen	<i>Acer platanoides, Acer pseudoplatanus</i>
Buk lesní	<i>Fagus sylvatica</i>
Lípa srdčitá a velkolistá	<i>Tilia cordata, Tilia plathyphylos</i>
Dub zimní	<i>Quercus petraea</i>
Jasan ztepilý	<i>Fraxinus excelsior</i>
Jedle bělokorá	<i>Abies alba</i>

Podúroveň:

Habr obecný	<i>Carpinus betulus</i>
Javor babyka	<i>Acer campestre</i>
Jeřáb břek	<i>Sorbus torminalis</i>

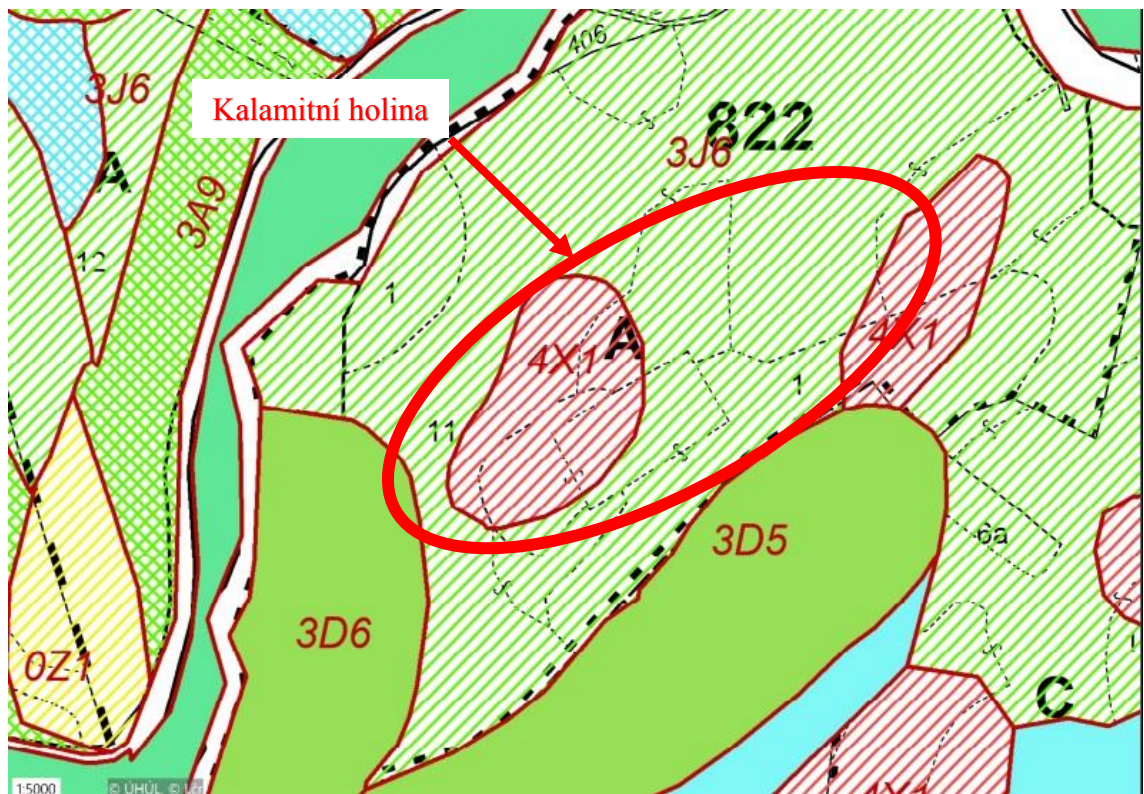
Keře:

Dřín obecný	<i>Cornus mas</i>
Dřišťál obecný	<i>Berberis vulgaris</i>
Klokoč zpeřený	<i>Staphyllea pinnata</i>
Brslen bradavičnatý	<i>Euonymus verrucosa</i>
Hloh jednosemenný, obecný	<i>Crataegus monogyna, Crataegus laevigata</i>
Líška obecná	<i>Corylus avellana</i>
Zimolez pýřitý	<i>Lonicera xylosteum</i>
Řešetlák počistivý	<i>Rhamnus catharticus</i>

4.1.3. Popis výzkumné plochy

Zkoumaná plocha je kalamitní holinou po větrném polomu Antonín v roce 2010 (Chaloupková, 2013). Celá kalamitní holina má přibližně 2,68 ha. Po polomu byly odvezeny kmeny a ponechány pařezy a větve. Větve byly sneseny na několik hromad. Na části plochy byly ještě před kalamitou vysázeny jedle a jsou pravidelně ošetřovány proti okusu zvěří (Chaloupková, 2013). Plocha je ponechána samovolnému vývoji.

V hospodářské knize (Lesprojekt a.s., 2001) se uvádí stáří předchozího porostu na 100 let. Jako hlavní dřeviny jsou zde uvedeny: smrk (40 %), buk (29 %) a habr (20 %). Jako příměs je lípa (3 %), jasan (2 %), keřové porosty (2 %), modřín (1 %), klen (1 %), borovice (1 %) a jedle (1 %). Dle mapové vrstvy stupeň přirozenosti lesa AOPK (2012) se jedná se o les přírodě blízký.



Obr. 1: Typologická mapa holiny a okolí (podklad: ÚHÚL)

4.2. Metodika

4.2.1. Studium dynamiky porostu na TVP v letech 2013–2015 po větrné kalamitě

Tato inventarizace navazuje na měření, která proběhla v roce 2012 a jsou popsána v bakalářské práci: Uplatnění spontánní sukcese při obnově lesa po větrné kalamitě na území NPR Vývěry Punkvy (Chaloupková, 2013).

Termíny měření

Po roce 2012 pokračovaly inventarizace pravidelně jednou ročně na podzim, vždy po ukončení vegetačního období, tedy přibližně ke konci října. Termíny byly určeny z důvodu již zakončeného přírůstu měřených dřevin za dané vegetační období. Dalším důvodem byla lepší přístupnost a přehlednost plochy, která díky své bezzásahovosti zarůstala buřením a ta v podzimním období už nebyla tak bujná. Pozdější termíny pak již nebyly vhodné z důvodů zhoršených klimatických podmínek pro měřiče.

Vytyčení plochy

Jak je uvedeno v bakalářské práci (Chaloupková, 2013), byla již v roce 2012 na kalamitní holině vybrána trvalá výzkumná plocha o velikosti 0,2 ha, na které bylo vytyčeno 80 bodů. Tyto body byly pravidelně rozmístěny a tvořily středy kruhových zkusných plošek o obsahu 1 m². Na kruhových zkusných ploškách probíhala celková inventarizace dřevin. Body jsou od sebe pravidelně vzdálené 5 m podle nákresu v Příloha 1, jsou trvale vyznačeny hřebíky a dočasně dřevěnými kolíky, které jsou zvýrazněny lesnickým sprejem pro lepší orientaci. Jednotlivé plošky byly dodatečně zaměřeny přístrojem Field-Map (Příloha2).

Měřené parametry a použité metody:

1. Počet a druh dřevin
2. Výška
3. Případné poznámky

Výše zmíněné parametry se určovaly na kruhových zkusných ploškách. Do terénního zápisníku byly zapsány veškeré dřeviny vyskytující se na ploškách. Současně byla každé zapsané dřevině změřena výška svinovacím metrem s přesností na 1 cm. Tyto výšky byly rozděleny do 5 výškových kategorií:

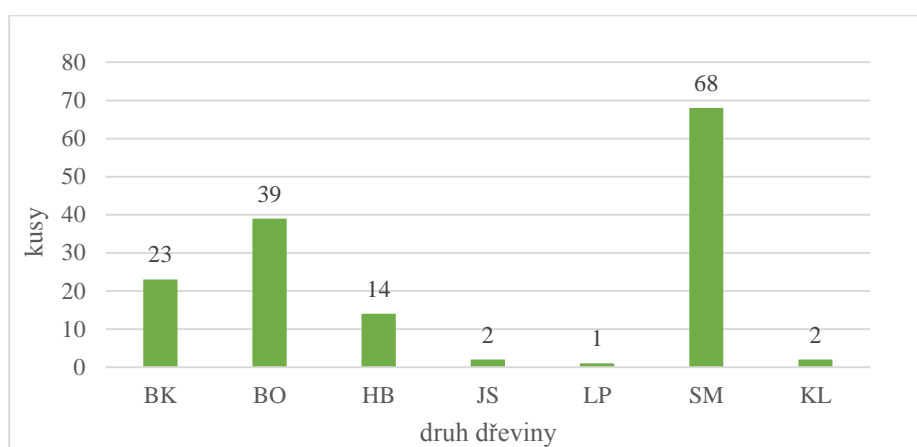
1. Letošní semenáček
2. Semenáčky do 20 cm (*„do 20 cm“*)
3. Semenáčky vysoké 21-50 cm (*„21-50 cm“*)
4. Semenáčky vysoké 51-130 cm (*„51-130 cm“*)
5. Semenáčky vyšší jak 131 cm včetně (*„nad 131 cm“*)

Do poznámek se zapisovaly zvláštnosti podkladu, okolí, dřevin apod.

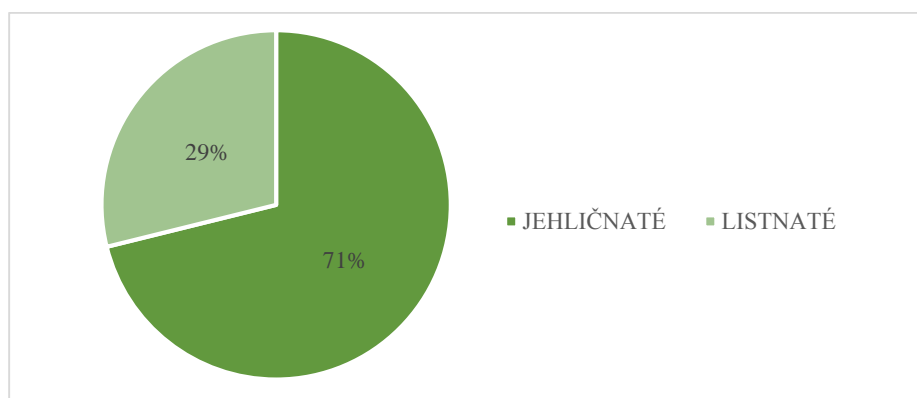
4.2.2. Výzkum vlivu druhové skladby mateřského porostu před kalamitou na skladbu přirozené obnovy

Z důvodu zkoumání vlivu mateřského porostu na přirozenou obnovu, na vytyčené TVP (viz Dynamika porostu po větrné kalamitě) byl proveden inventarizační průzkum pařezů. Pařezy byly zaměřeny na TVP (0,2 ha) a v její bezprostřední blízkosti (viz Příloha 2; Obr. 2, Obr. 3).

Kromě inventarizace pařezů byla provedena na celé kalamitní holině (tedy na ploše přibližně 2,68 ha) inventarizace všech dospělých živých stromů, kteří přežili vichřici Antonín v roce 2010 (Příloha 2, Příloha 3; Obr. 2, Obr. 3).



Obr. 2: Počet druhů původního porostu, pařezy i zbylé stromy



Obr. 3: Zastoupení jehličnatých a listnatých dřevin původního porostu

Měřené parametry a použité metody:

U stromů byly zjištěny tyto parametry:

- Druh
- Výška
- Průměr kmene
- Prostorové rozmístění
- Poznámka

U pařezů byly zjištěny tyto parametry:

- Druh dřeviny
- Průměr kmene na pařezu
- Prostorové rozmístění

Měření výšky zbylých stromů probíhalo pomocí výškoměru a současně bylo do poznámek připsáno případné poškození stromu (Příloha 3). Průměr kmene byl zjištěn pomocí pásma výpočtem přes obvod. Průměr pařezů byl určen pomocí svinovacího metru (Příloha 4). Na prostorové rozmístění a současně zaměření do zeměpisných souřadnic byla použita technologie Field-Map. Následné zpracování dat probíhalo pomocí programů ArcMap (Příloha2Příloha2) a Excel.

Na základě inventarizace pařezů a zbylých dřevin byla plocha rozdělena podle vlivu mateřského porostu na 2 části podle zastoupení jehličnatých a listnatých stromů. První část, smíšená, zabírá území plošek 1 – 40. Druhá část, jehličnatá, zasahuje do plošek 41 – 80 (viz Příloha2).

4.2.3. Analýza struktury přirozené obnovy v rámci celé holiny

Na celé kalamitní holině o velikosti 2,68 ha proběhla celoplošná analýza struktury přirozené obnovy. Cílem této analýzy bylo přiblížení variability ve struktuře obnovy.

Postup měření:

Zaměřování plochy probíhalo technologií Field-Map. Nejdříve se zaměřily hranice plochy, které byly určeny porostním okrajem. Po zaměření hranic holiny následovalo její optické rozdělení do polygonů, které měly podobnou strukturu obnovy případně stanovištní podmínky. Tyto polygony byly rovněž zaměřeny.

Měřené parametry a použité metody:

U každého polygonu se určovaly tyto parametry:

- Zastoupení dřevin
- průměrnou výšku (každého druhu stanoveno odhadem)
- Hustotu porostu (každého druhu – stanoveno odhadem)
- Poznámka

V rámci celoplošné analýzy struktury přirozené obnovy byla holina rozdělena na 35 polygonů a na nich byla určena skladba, hustota a výška dřevin. Hustota byla určena v rozmezí 0 – 10, kdy 10 je největší hustota porostu a 0 je žádná.

4.2.4. Podrobná analýza prostorového rozmístění obnovy na dílčí části holiny (transektu)

Za účelem analýzy prostorového rozmístění obnovy byl na kalamitní holině založen transekt, který zabírá 0,05 ha. Na něm, proběhla celoplošná inventarizace dřevin nad 20 cm. Každá z dřevin byla opatřena identifikačním štítkem. Pokud se vyskytovaly husté porostní skupiny, nejvyšší dřevina porostní skupiny dostala štítek a ostatní dřeviny byly zaevidovány pod stejné číslo. Navíc byla změřena jejich vzdálenost od nejvyšší dřeviny se štítkem. Stromy se štítkem byly také zaměřeny technologií Field-Map.

Transekt je dlouhý 50 m, široký 10 m a více jak z poloviny zasahuje do TVP (viz) začíná u plošky č. 50, která společně s dalšími ploškami (55, 58, 63, 66, 71, 74, 79) tvoří pomyslnou jihovýchodní hranici transektu. Z protější strany vzdálené 10 m je transekt ohraničen ploškami č. 52, 53, 60, 61, 68, 69, 76, 77. Od plošek 77 a 79 ještě pokračuje 12,5 m za TVP.

Dalšími účely transektu může být porovnání vhodnosti použitých metod (inventarizace plošek a inventarizace v transektu) a možné vylišení velikosti mezer v nově vznikajícím porostu.

Měřené parametry a metody měření:

- Druh
- Výška
- Vzdálenost od stromu se štítkem (v případě husté skupiny dřevin)
- Poškození zvěří

Byly zapsány dřeviny, které vykazovaly zřejmé znaky okusu zvěří (ztráta terminálního pupenu, zakrslý růst do stran).

4.2.5. Detailní studie struktury přirozené obnovy

Pro přesnější určení přibližného stáří porostu měřeného na TVP byla na podzim v roce 2015 provedena věková analýza. Na 20 plochách kruhového tvaru o průměru 2 m² byly vysekány veškeré dřeviny. Plochy byly vybrány tak, aby nezasahovaly do TVP a současně aby reprezentovaly stanovištní a porostní podmínky i potenciální věk obnovy jaký byl na TVP. Plochy byly rozmístěny v pravidelné síti 2,5 m za hranicí TVP a pokračovaly v ose kruhových zkusných plošek, viz Příloha 1.

Dřeviny byly po odřezání převezeny do laboratoře, kde byly určeny tyto parametry:

Měřené parametry a metody měření:

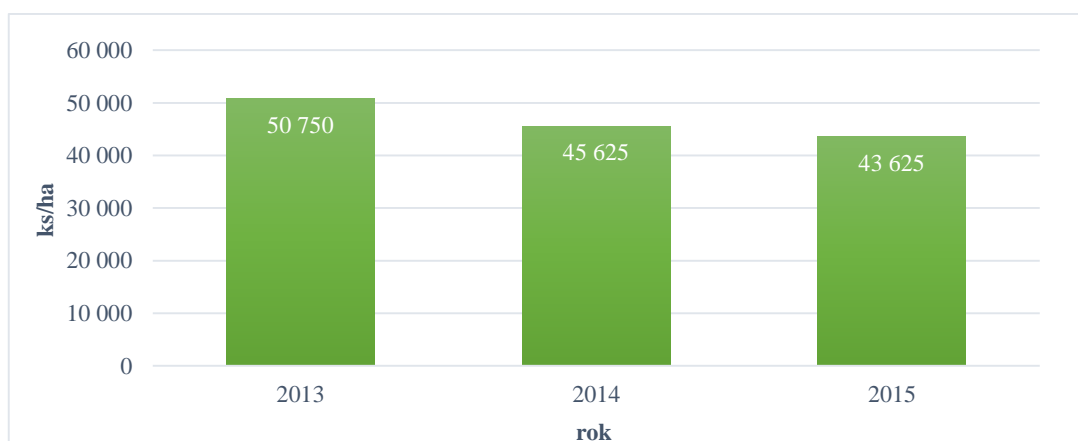
- Druh
- Délka nadzemní části
- Tloušťka kořenového krčku
- Délka posledního výhonu
- Okus
- Věk

Druh dřeviny byl určen podle charakteristických znaků dané dřeviny. Délka nadzemní části byla měřena od kořenového krčku po terminální pupen pomocí výsuvného metru. Tloušťka kořenového krčku byla měřena za pomoci posuvného měřidla s přesností na 1 mm. Délka posledního výhonu byla měřena pomocí pravítka. Okus zvěří, byl určen vizuálně, dle viditelného poškození, či nápadných změn v typické stavbě růstu. Věk byl určen specializovanou laboratoří ústavu Hospodářské úpravy a geoinformačních technologií. Pro určení věku bylo z celkového vzorku všech dřevin náhodně vybráno 50 ks jasanu, 45 ks habru (tzn. všechny vzorky habru) a 34 ks buku (tzn. všechny vzorky buku).

5. VÝSLEDKY

5.1. Studium dynamiky porostu na TVP v letech 2013–2015 po větrné kalamitě

Na 80 ploškách na TVP byly provedeny během let 2013-2015 tři inventarizace všech dřevin. V roce 2013 bylo nalezeno 406 ks (v průměru na jednu výzkumnou plošku vychází $M=5,075$ ks; $SD=6,55$ ks). V roce 2014 uhynulo 41 dřevin a celkový počet se tak snížil na 365 ks ($M=4,56$ ks, $SD=5,87$ ks). V roce 2015 došlo také k úhynu ale pouze o 16 ks, celkem jich tedy bylo v roce 2015 349 ks ($M=4,36$ ks; $SD=5,55$ ks). V přepočtu na hektar se během všech tří let pohybujeme řádově v desetitisících (viz Obr. 4), je zde však mírná sestupná tendence. Že se celkový vzorek dřevin za jeden rok, během let 2013-2015 mění a klesá, lze vidět i v Příloha 13. Rozložení v jednotlivých letech je podobné – je zde jeden extrém a 4 odlehlé hodnoty.



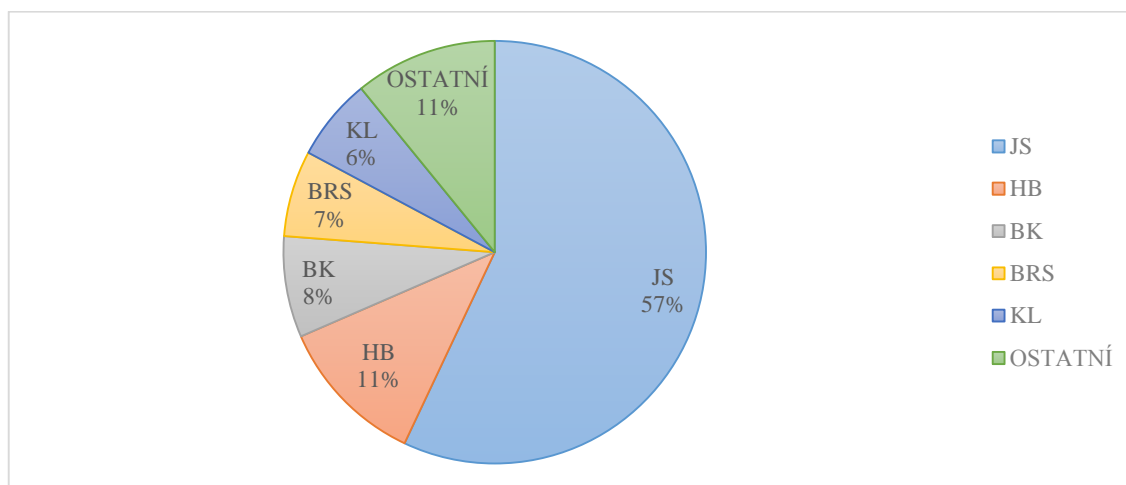
Obr. 4: Vývoj počtu ks/ha za 3 roky

5.1.1. Druhové zastoupení

Diverzita dřevin na zkušných ploškách je poměrně široká. V roce 2013 bylo určeno 18 druhů dřevin. V roce 2014 došlo k úhynu bezu, který byl v roce 2013 zastoupený 0,49 % v celém vzorku. Počet druhů tak klesl na 17 a zůstal stejný i v roce 2015.

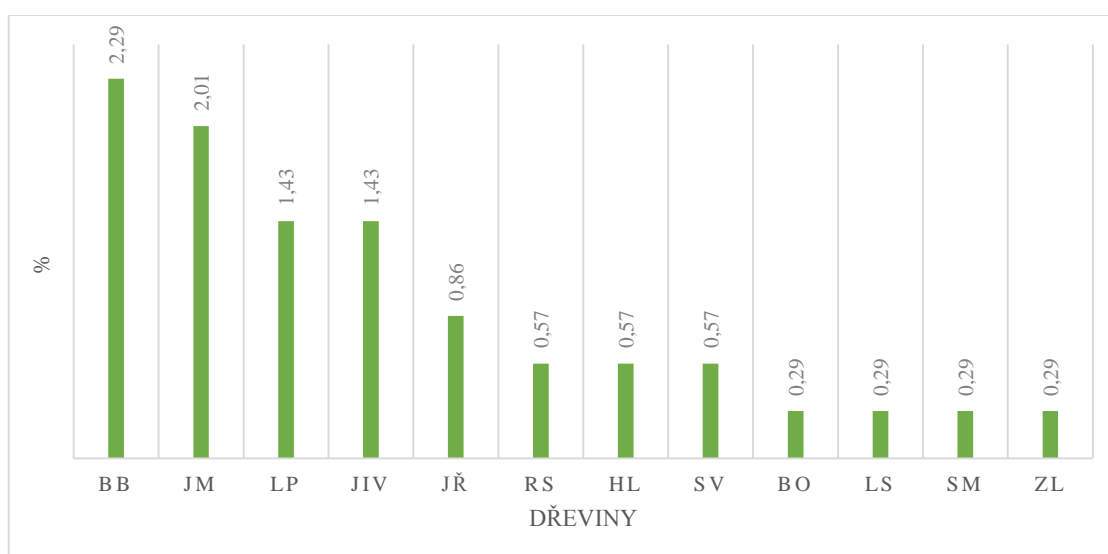
Co se týká poměru rozložení jednotlivých druhů dřevin, tak se v průběhu těchto 3 měření významně nemění, maximálně o 1 % mezi jednotlivými druhy. V roce 2015 (Obr. 5) je nejčetnější dřevinou jasan (*Fraxinus excelsior*), který zabírá 57 % (199 ks) z celkového počtu dřevin. Následuje habr (*Carpinus betulus*) zastoupený 11% (40 ks), pak buk (*Fagus sylvatica*) 8 % (27 ks), brslen (*Euonymus verrucosa*) 7% (23 ks) a klen

(*Acer pseudoplatanus*) s 6% (22 ks). V předchozích letech je procentuální rozdělení druhů v podstatě téměř shodné, tudíž není potřeba jednotlivé roky vypisovat.



Obr. 5: Zastoupení dřevin v roce 2015

Dřeviny, které jsou zastoupeny méně jak 5 %, byly zařazeny do kategorie *Ostatní*. Tato kategorie se v průběhu let také významně nemění. Dohromady do kategorie *Ostatní* patří 12 druhů dřevin (v roce 2013 to bylo 13 druhů), které jsou v porostu zastoupeny maximálně 11 kusy, a minimálně 1 kusem. V roce 2015 v kategorii *Ostatní* (dohromady 11%) patří mezi často zastoupené dřeviny babyka (*Acer campestre*) 2,29 %, jilm (*Ulmus sp.*) 2,01%, lípa (*Tilia sp.*) 1,43 % a jíva (*Salix caprea*) 1,43 %. Jeřáb (*Sorbus sp.*), hloh (*Crataegus sp.*), svída (*Cornus sanguinea*), borovice (*Pinus sylvestris*), líska (*Corylus avellana*), smrk (*Picea abies*) a zimolez (*Lonicera xylosteum*) jsou zastoupeny na zkusných ploškách méně, jak jedním procentem viz Obr. 6.



Obr. 6: Zastoupení dřevin v kategorii *Ostatní* v roce 2015

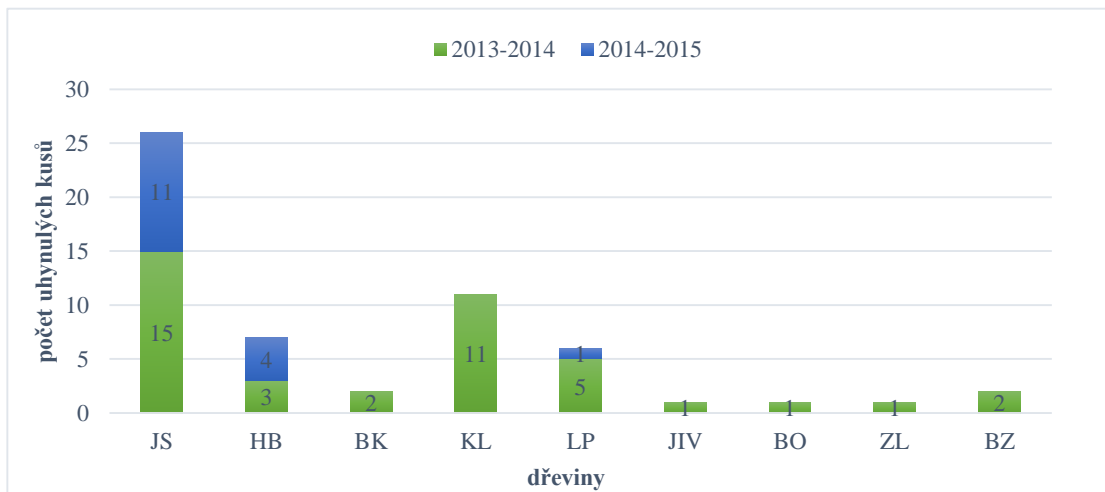
5.1.2. Vývoj četnosti dřevin

Vývoj tří nejčetněji zastoupených dřevin, jasanu, habru a buku, má klesající tendenci (viz Obr. 7). Nedochozí k natalitě, pořadí jednotlivých dřevin v počtu jedinců se nemění. Nejvyšší počet jedinců a zároveň i ztrát má jasan, druhý nejvyšší počet jedinců i ztrát má habr, nejnižší počet jedinců má buk. U buku došlo sice v roce 2014 k úhynu přibližně 7 % semenáčků, v roce 2015 však nedošlo k žádným ztrátám na rozdíl od předchozích dvou druhů. Nejvyšší ztráty v % má habr, celkem téměř 15%.



Obr. 7: Vývoj tří nejčetnějších dřevin 2013 - 2015

Mortalitu jednotlivých druhů dřevin během let 2013 – 2015 vystihuje Obr. 8. Mezi roky 2013 a 2014 došlo k úhynu většího množství jedinců (celkem 41), než mezi roky 2014 a 2015 (celkem 16). V intervalu 2013 - 2014 došlo také k mortalitě mezi více druhy (dohromady 9) oproti intervalu 2014 – 2015 (dohromady u 3 druhů). Úplně ze zkusných plošek vymizel pouze jeden druh v roce 2013-2014 a to bez černý (*Sambucus nigra*). Nejvyšší ztráty byly zaznamenány u jasanu, následoval klen, habr a lípa. Buk, bez, jíva, borovice a zimolez ztratily 1-2 kusy.

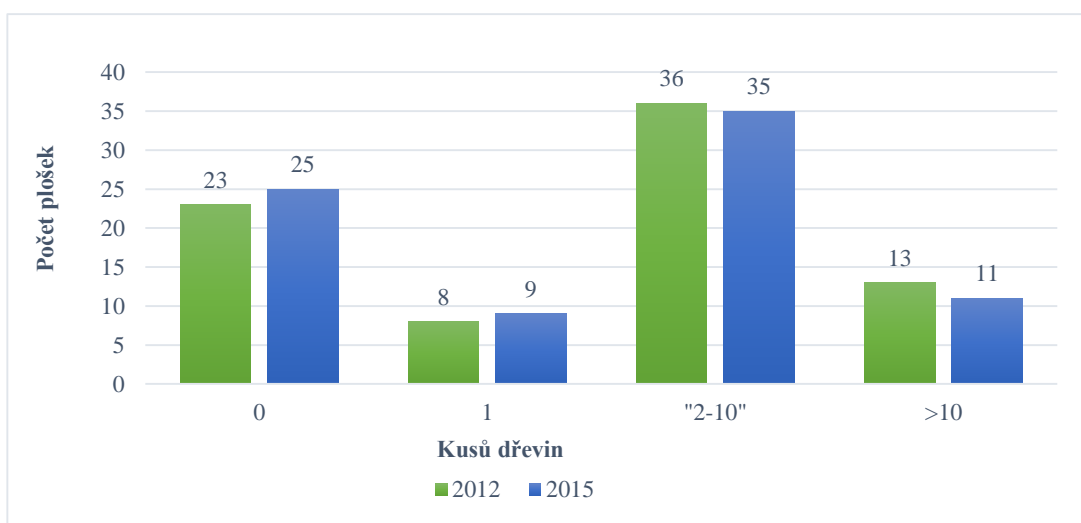


Obr. 8 : Mortalita druhů v letech 2013-2015

Mortalita jedinců se také projevila v distribuci dřevin na jednotlivých ploškách (Obr. 9). Plošky byly rozděleny podle zjištěného počtu dřevin do 4 skupin:

1. Plošky s nulovou obnovou
2. Plošky s 1 dřevinou
3. Plošky s 2 až 10 dřevinami
4. Plošky s více jak 10 dřevinami (bez 10)

Nejčastěji se vyskytují plošky s obnovou 2-10 jedinců. Nejméně často se vyskytují plošky s jedním jedincem. Toto rozdělení je stejné jak v roce 2012, tak v roce 2015. V roce 2015 však oproti roku 2012 přibýlo plošek bez obnovy, nebo s pouhou 1 dřevinou, tudíž došlo k úbytku v kategoriích „2-10“ a „>10“. Plošná distribuce dřevin v roce 2015 (viz Příloha 6) naznačuje, že více plošek bez obnovy se nachází ve druhé, tedy jihozápadní, části svahu, na které se nahází TVP. Nejvíce plošek obsazenými více jak 10 dřevinami se nachází spíše v horní a středové severovýchodní části.

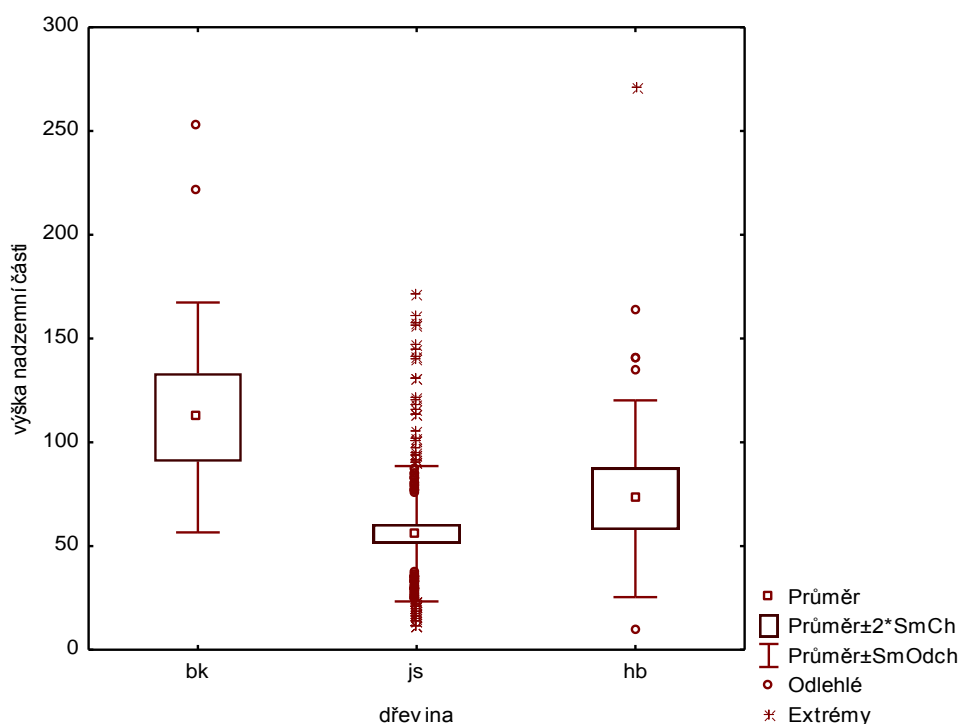


Obr. 9: Obsazenost plošek dřevinami během let 2012 - 2015

5.1.3. Vývoj výšky porostu

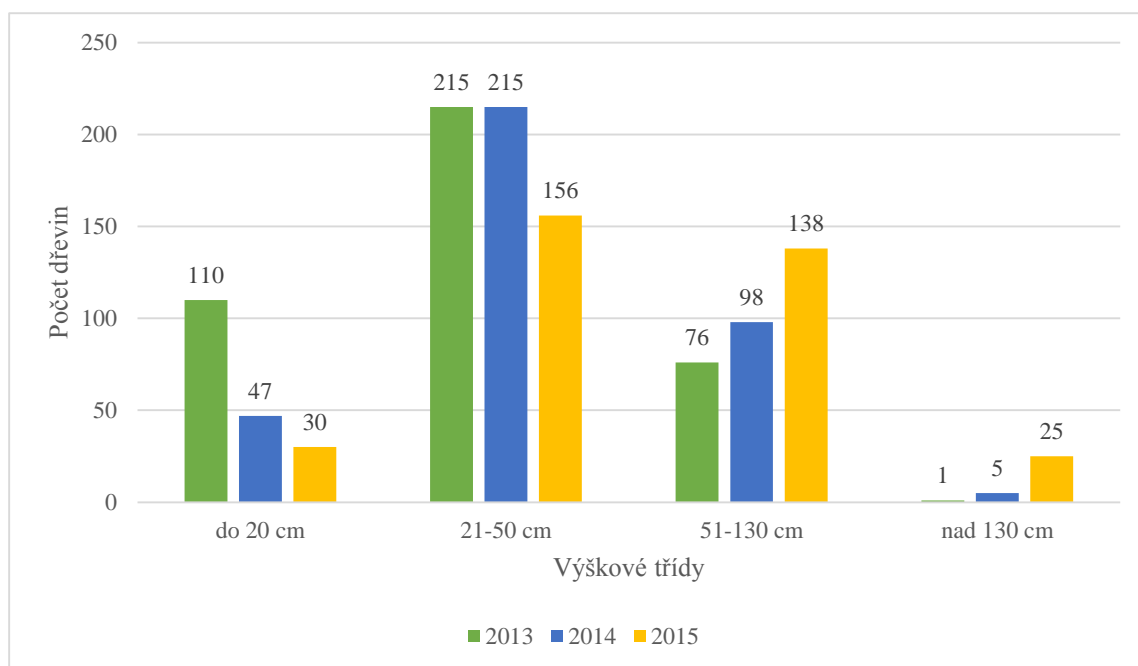
Průměrná výška všech dřevin v roce 2013 se pohybovala kolem $M=35$ cm, $SD=21,92$ cm (viz Příloha 7). V roce 2014 se zvýšila o 10 cm a v roce 2015 dokonce téměř o 15 cm na celkovou průměrnou výšku $M=59,9$ cm, $SD=39,27$ cm. V rámci tří nejčtetnějších cílových dřevin, tedy jasanu, habru a buku byly v roce 2013 naměřeny tyto hodnoty průměrné výšky: jasan $M=31,6$ cm, $SD=17,85$ cm, habr $M=42,7$ cm, $SD=19,02$, buk $M=67,6$ cm, $SD=31,97$ cm. V roce 2015 lze pozorovat značný přírůst u všech tří dřevin, největší nárůst průměrné výšky má však za poslední dva roky buk (o 44 cm), habr o 30 cm a jasan pouze o 24 cm (viz Příloha 8).

Hodnoty výšek buku z roku 2015 (Obr. 10) mají málo odlehlých hodnot a žádný extrém. Jasan oproti tomu má hodně extrémních i odlehlých hodnot. Habr má odlehlé hodnoty a také jednu extrémní.



Obr. 10 : Krabicový graf výšek nejčtetnějších cílových dřevin

Vývoj výškových tříd lze vidět na Obr. 11. Nejčastěji zastoupená výšková kategorie byla „21-50 cm“ a to během všech tří let. V roce 2015 však v této kategorii došlo k výraznému poklesu díky přesunu do kategorie „51-130 cm“. Tento rok zaznamenala nárůst také kategorie „nad 131 cm“. V roce 2013 byla druhou nejčastější kategorií „do 20 cm“ v této kategorii však došlo jak v roce 2014, tak v roce 2015 k poklesu a nové semenáčky nepřibývají.

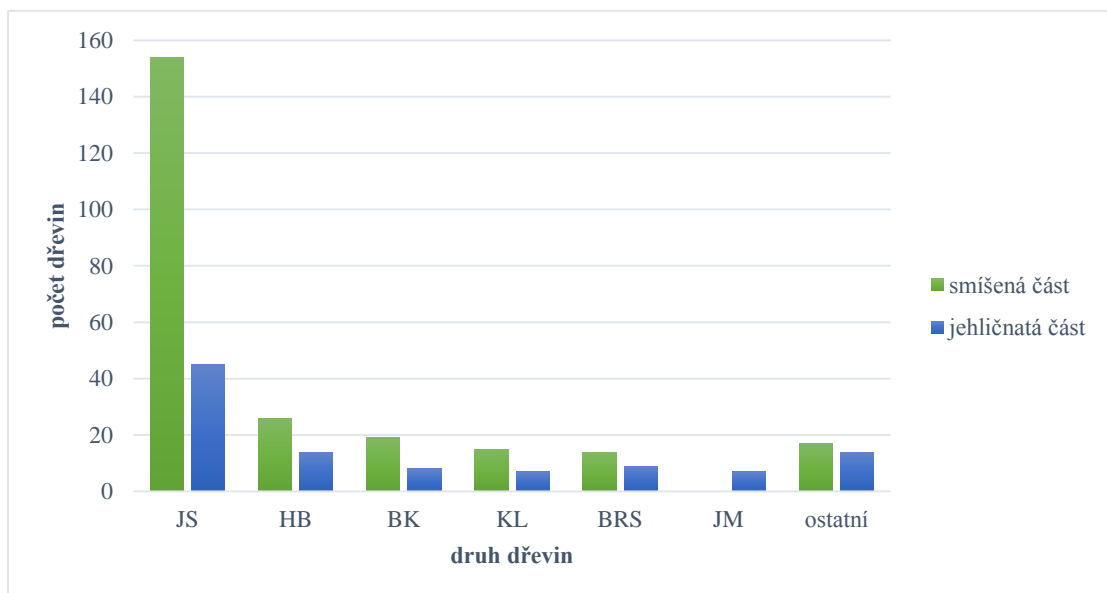


Obr. 11: Vývoj výškových tříd v letech 2013-2015

5.2. Výzkum vlivu druhové skladby mateřského porostu před kalamitou na skladbu přirozené obnovy

Ve smíšené části se nachází celkem 245 ks dřevin (v průměru na jednu výzkumnou plošku to je $M=6,125$ ks; $SD=6,313$ ks), což je přepočteno na hektar 61 250 ks/ha. Vzhledem k celkovému počtu dřevin na celé TVP se jedná o 70,2 % porostu. Jehličnatá část disponuje 104 ks dřevin (v průměru na jednu výzkumnou plošku $M=2,6$ ks; $SD=4,0$ ks), tedy zabírá 29,8 % porostu na celé TVP. Jehličnatá část přepočtená na hektar je 26 000 ks/ha.

Zastoupení dřevin, které mají 5 % a více je poměrově v obou částech podobné (Obr. 12 **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**). Ve smíšené části převládá jasan se 154 ks (63 %), dále habr s 26 ks (10 %), buk s 19 ks (8 %), klen s 15 ks (6 %), a brslen se 14 ks (6%). Skupina „Ostatní“ se 17 ks zabírá také značná procenta (7 %). V jehličnaté části je také na prvním místě jasan 45 ks (43 %), dále habr 14 ks (13 %), brslen 9 ks (9 %), buk 8 ks (8 %), klen 7 ks (7%) a jilm 7 ks (7%). Skupina „Ostatní“ zabírá se 14 ks v jehličnaté části dokonce 13 %. Přepočítané kusy na hektar obou částí uvádí Tabulka 1 a Tabulka 2. Pouze u jasanu a to jak ve smíšené, tak jehličnaté části se pohybujeme řádově v desetitisících. Poměrně vyšších čísel v přepočtu na hektar se dosahuje také u habru, brslenu, buku a kleny.



Obr. 12: Zastoupení dřevin ve smíšené a jehličnaté části v roce 2015

Tabulka 1: Smíšená část - počty dřevin na hektar

Druh dřeviny	JS	HB	BRS	BK	LP	BB	KL
Počet kusů na hektar	38500	6500	3500	4750	250	1250	3750
Druh dřeviny	RS	JŘ	HL	JIV	SV	ZL	
Počet kusů na hektar	250	750	500	500	500	250	

Tabulka 2: Jehličnatá část počty dřevin na hektar

Druh dřeviny	JS	HB	BRS	BK	LP	BB	KL
Počet kusů na hektar	11250	3500	2250	2000	1000	750	1750
Druh dřeviny	RS	JIV	BO	LS	JM	SM	
Počet kusů na hektar	250	750	250	250	1750	250	

Ve smíšené i jehličnaté části se nachází 13 druhů dřevin. Toto druhové zastoupení se však v několika případech liší. Obě části se shodují v zastoupení 9 druhů dřevin a to: jasan, habr, brslen, buk, lípa, babyka, klen, šípková růže a jíva. Ve smíšené části se oproti jehličnaté vyskytuje jeřáb, hloh, zimolez a svída. Jehličnatá část obsahuje navíc smrk, borovici, jilm a lísku.

5.3. Analýza struktury přirozené obnovy v rámci celé holiny

Porost dřevin se nachází na celé holině, různě se však liší distribuce jeho průměrné hustoty (viz Příloha 9). Větší hustota je při okrajích kalamitní holiny, menší hustota spíše v centrální části, směrem na jih. Nejmenší hustota je na polygonu č. 16, dále na polygonu č. 35, 5, 3 a dalších. Nejvyšší hustota (9) je na polygonu č. 15, který se nachází v severozápadní části holiny.

Druhové zastoupení na holině je široké. Hlavní dřeviny s nejčtetnějším výskytem jsou buk, habr a jasan (Příloha 10). K těmto hlavním dřevinám se připojují další dřeviny: lípa, topol, jíva, klen, líska či dříšťál. Dohromady bylo při celoplošné analýze určeno tedy 9 druhů převažujících dřevin. Všechny zmíněné dřeviny se na holině různě mísí. V severní části převažuje téměř samotný jasan (hnědá barva), směrem na západ se k němu připojuje buk (zelená barva). Na severním až východním okraji si lze všimnout ostrůvkovitého výskytu ploch, kde k jasanu přibývají i další dřeviny jako líska a dříšťál, nebo lípa. Severozápadní okraj se směrem na západ mění z porostu tvořeného jasanem a bukem na převážně bukový. Na jihozápadním cípu se opět přidává k buku i jasan. Jihovýchodní okraj kalamitní holiny je více druhově variabilní. Vyskytují se tu plochy i s habrem, vrbou, topolem či klenem.

Kalamitní holina se vyznačuje výškovou variabilitou - viz Příloha 11. V severovýchodní polovině směrem ke středu převažují nižší porosty. V jihovýchodní polovině je porost obecně vyšší, obzvláště, čím blíže je okraji holiny. Nejvyšší průměrná výška porostu (167 cm) se však nachází na kraji severní části. Nejnižší průměrná výška (30 cm) je oproti tomu na jižním okraji holiny.

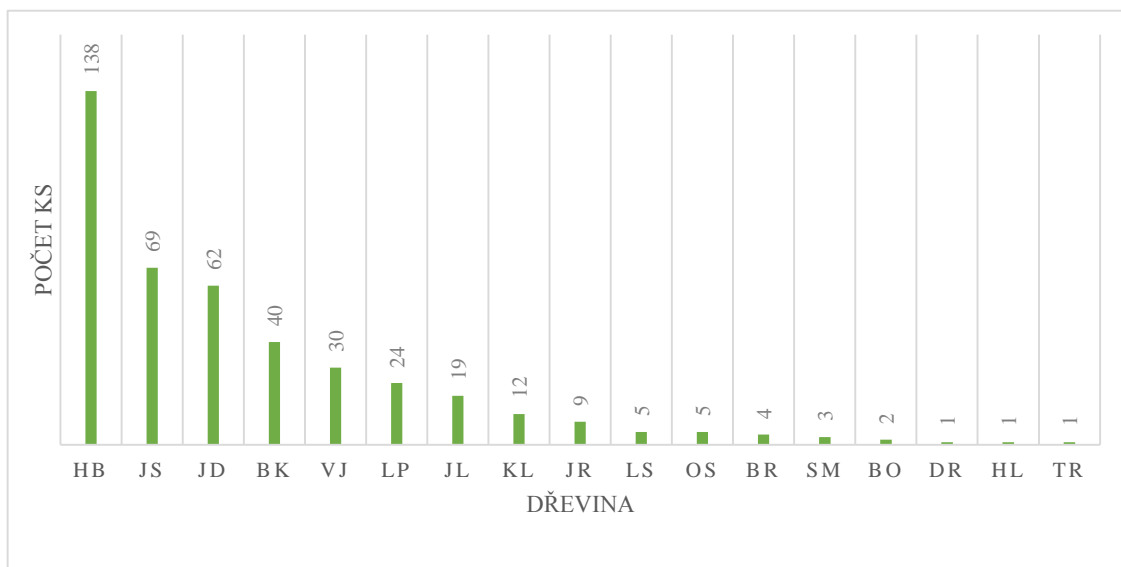
5.4. Podrobná analýza prostorového rozmístění obnovy na dílčí části holiny (transektu)

Počty druhů na transektu vidíme na Obr. 13. Nejvyšší zastoupení měl habr 138 ks (32,5 %), poté jasan 69 ks (16,2 %), jedle 62 ks (14,6 %), buk 40 ks (9,4%), jíva 30 ks (7,1 %), lípa 24 ks (5,6 %). Mezi 5 % - 1% výskytu byly dále – jilm 19 ks, klen 12 ks, jeřáb 9 ks, líska 5 ks a osika 5 ks. V malém množství pod 1 % se vyskytovaly bříza 4 ks, smrk 3 ks, borovice 2 ks. Dřišťál, hloh a třešeň se vyskytoval každý pouze jeden. Určených dřevinných druhů na transektu bylo 17 a celkem všech dřevin 425 ks, což je přepočteno na hektar 8 500 ks/ha (viz Tabulka 3: Přepočty ks/ha jednotlivých dřevin na transektu).

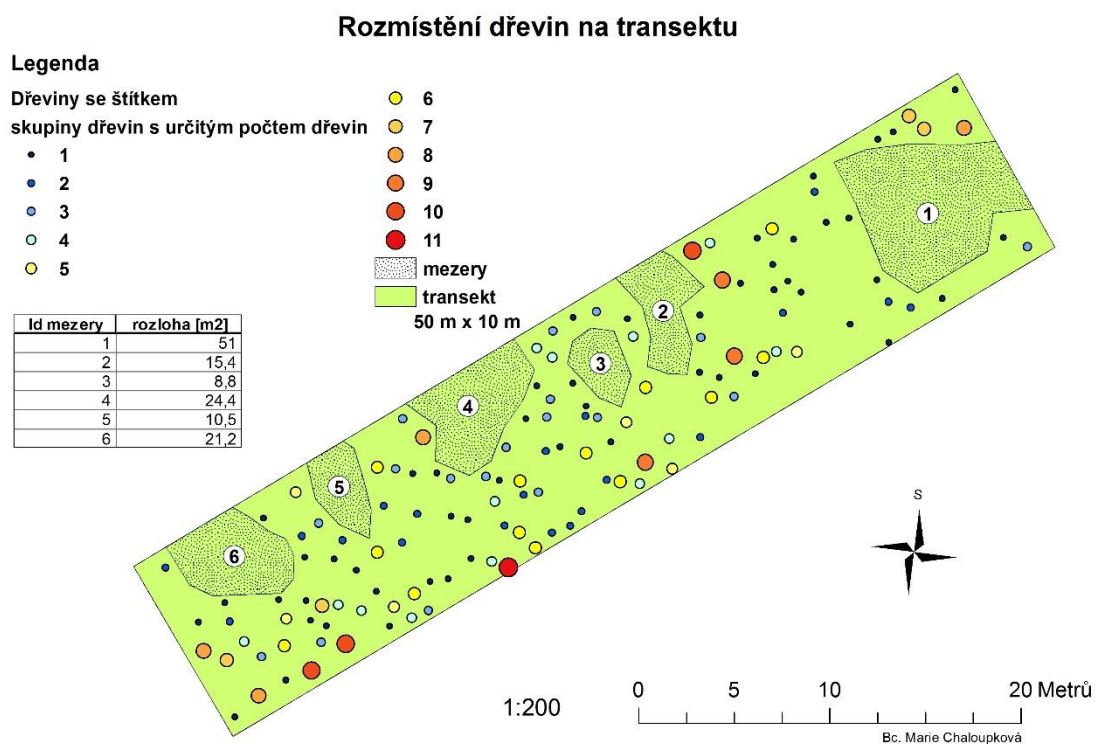
Tabulka 3: Přepočty ks/ha jednotlivých dřevin na transektu

DŘEVINA	HB	JS	JD	BK	VJ	LP	JL	KL	JR
POČET KS/HA	2760	1380	1240	800	600	480	380	240	180
DŘEVINA	LS	OS	BR	SM	BO	DR	HL	TR	Celkový součet
POČET KS/HA	100	100	80	60	40	20	20	20	8500

Prostorové rozmístění četnosti všech dřevin je znázorněné na Obr. 14. V severovýchodní části, kam ještě zčásti zasahuje také TVP, je méně dřevin. Lze si také všimnout menších mezer různě rozmístěných po transektu. Výraznějších ezer je vyznačeno celkem 6. Největší mezer se nachází na severovýchodě a koresponduje zároveň ještě s TVP, má 51 m². Druhá největší mezer je číslo 4, a nachází se v druhé polovině transektu, zabírá 24,4 m². Nejmenší mezer je mezer číslo 3 s rozlohou 8,8 m². Mezery se projevují více na severozápadní straně.



Obr. 13: Četnost druhů na transektu¹



Obr. 14: Prostorové rozmístění dřevin na transektu²

¹ Jedle je započítaná mezi stromy, ale jednalo se o umělou podsadbu ne o přirozený nálet

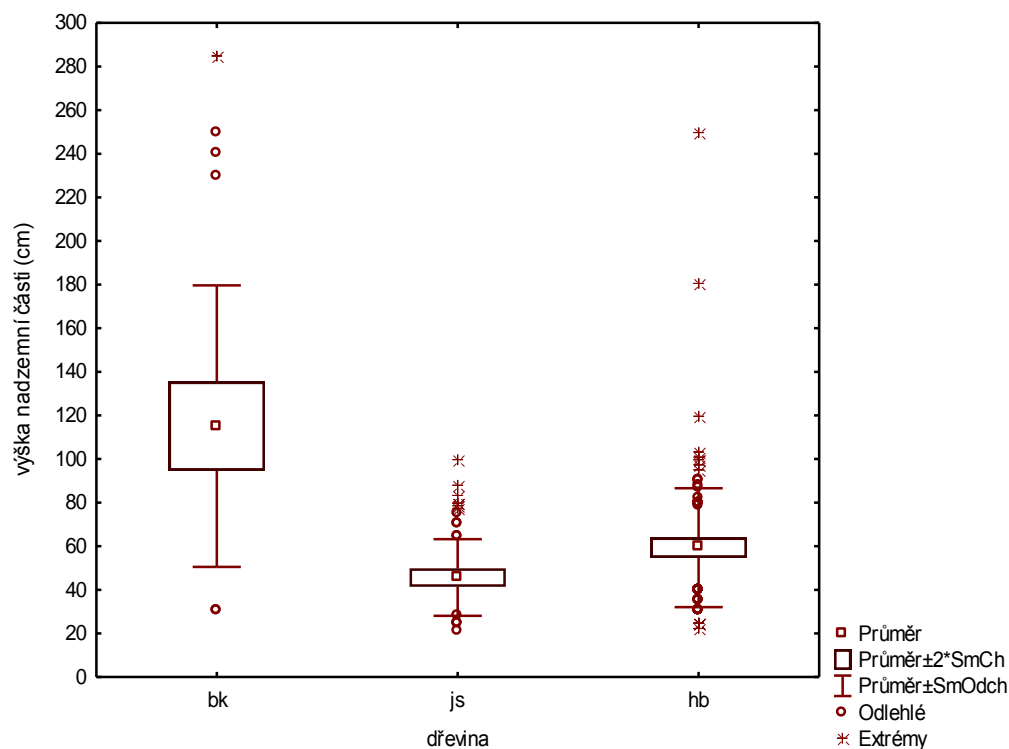
² Čísla u jednotlivých barevných bodů znamenají, kolik stromů se nachází ve skupině 1=1 strom, 5=5 stromů apod.

Průměrná výška celého porostu se pohybuje kolem 61,36 cm. Průměrnou výšku jednotlivých dřevin vidíme na Obr. 15. Nejvyšších hodnot, a to průměrných výšek větších jak 1 m, dosahuje bříza, dříšťál a buk. Nejnižší hodnoty, které se pohybují kolem 31 cm má borovice, poté následují dřeviny, které mají 40 - 46 cm a jsou to smrk, jedle třešeň a jasan.



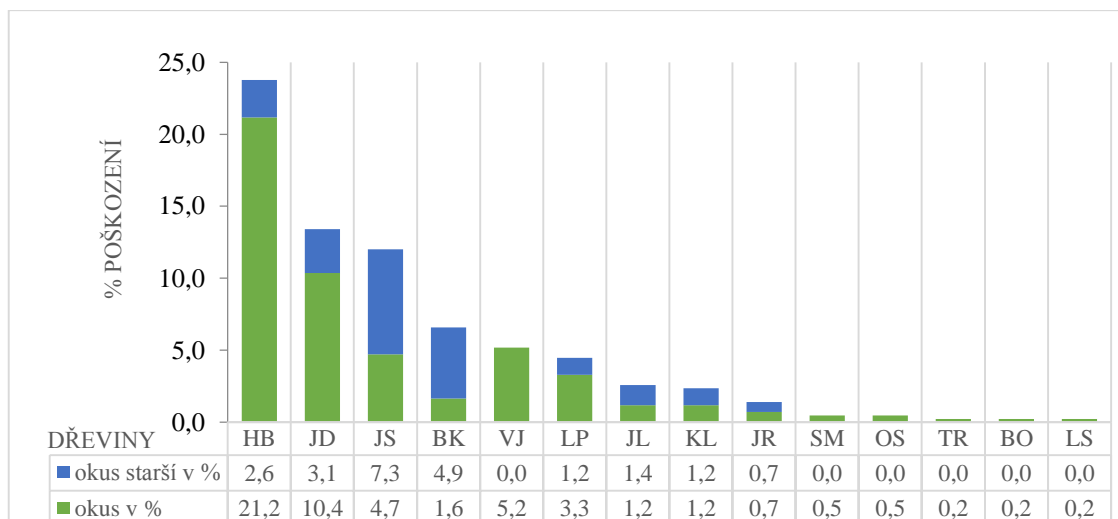
Obr. 15: Průměrné výšky dřevin na transektu

Pro jasan, habr a buk byly také zpracovány popisné statistky výšky (viz Příloha 12). Nejvyšší průměrnou výšku měl buk ($M=115,08$ cm, $SD=64,56$ cm), průměrná výška habru se pohybovala kolem půl metru ($M=59,34$ cm $SD=27,28$ cm). Jasan se vyskytoval ještě v nižších dimenzích ($M=45,64$ cm, $SD=17,60$). Všechna data obsahují extrémní a odlehlé hodnoty, relativně nejméně jich však obsahuje buk (1 extrémní hodnota) viz Obr. 16.



Obr. 16: Krabicový graf výšek buku, habru a jasanu na transektu v roce 2015

Poškození zvěří, ať už v minulosti („okus starší“), nebo současnosti („okus“), se projevilo na 73,4 % veškerého porostu. Nejoblíbenější dřevinou pro okus byl habr (23,8 %), dále jedle (13,5 %), jasan (12 %), buk (6,5 %), vrba (5,2 %), lípa (4,5 %), jilm (2,6 %), klen (2,4 %), jeřáb (1,4 %) viz Obr. 17. Smrk, osika, třešeň, borovice a líska měli evidováno poškození pod 1 %. Ze 17 druhů dřeviny nebyly vůbec poškozeny tři druhy - bříza, dříšťál a hloh. Oblibě u zvěře, jak v předchozích letech, tak tento rok se těší: habr, jasan, jedle, buk, lípa, jilm, klen a jeřáb. Tento rok však přibýlo poškození na nových druzích, jako jsou smrk, osika, třešeň apod., zejména však na vrbě.



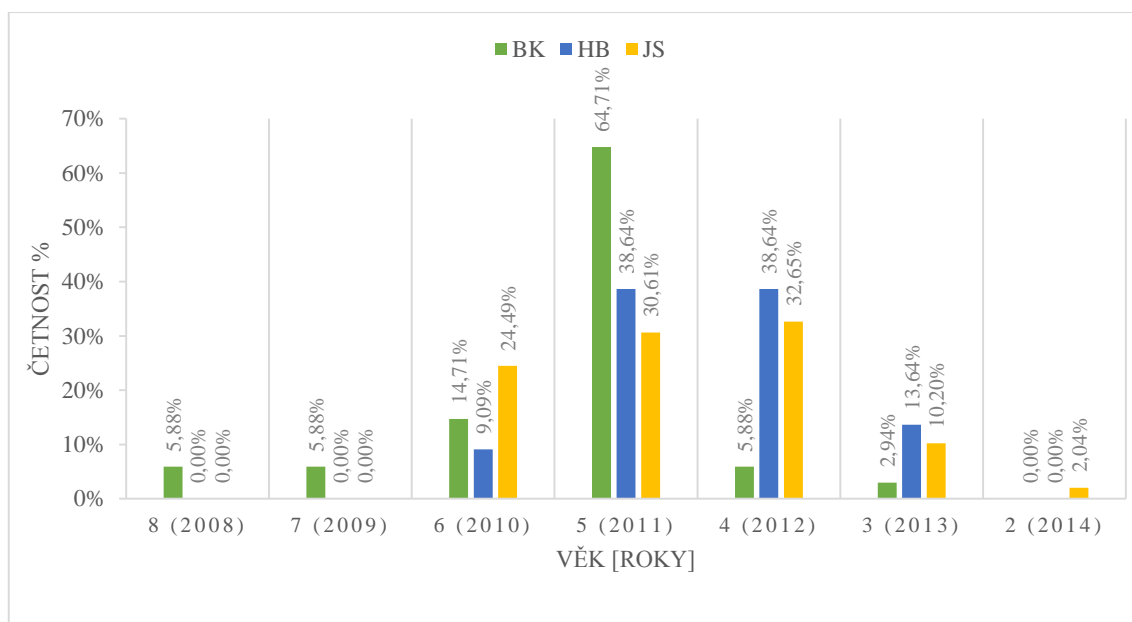
Obr. 17: Počty dřevin poškozených okusem³

³ „Okus starší“ - znamená okus, který proběhl v minulých letech. „Okus“ - vyjadřuje současné poškození dřeviny

5.5. Detailní studie struktury přirozené obnovy

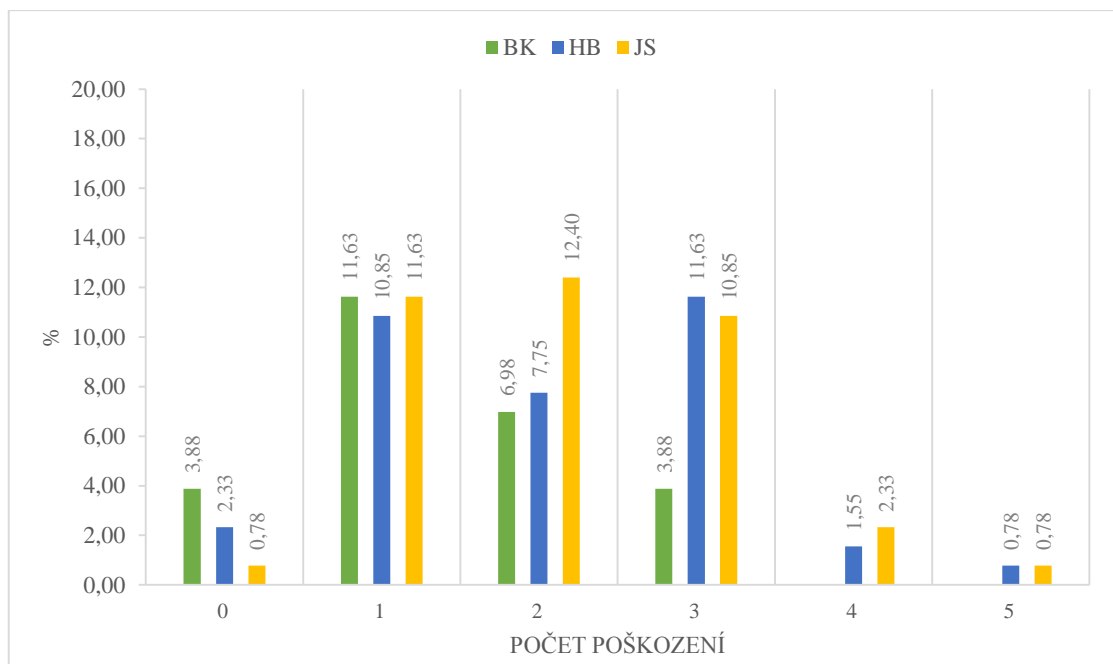
Věk dřevin se pohyboval v rozmezí 2 – 8 let (viz Obr. 18). Nejvíce dřevin bylo 5 letých, tedy největší výskyt semenáčků byl v roce 2011. Nejstarší dřevinou z věkové analýzy je buk, který se na ploše vyskytoval už 1-2 roky před výskytem ostatních dřevin. Jediným druhem, který se v této analýze vyskytoval na kalamitní holině i v roce 2014 je jasan, a tudíž je nejmladší dřevinou.

Při pohledu na jednotlivé dřeviny se ukazuje, že nové semenáčky u habru nalétávaly během nejkratšího časového rozmezí a to od roku 2010 do roku 2013. Habr má tedy semenáčky staré 6, 5, 4 a 3 roky, přičemž nejhojnější výskyt jsou 5 leté a 4 leté semenáčky. Jasan se na ploše objevuje od roku 2010 až do roku 2014. Nejčastější výskyt mají 4 leté a 5 leté semenáčky podobně jako u habru. Nutno však zmínit, že už v roce 2010 má jasan docela vysoké zastoupení (24,49 % z celkového vzorku jasanů). Buk má nejširší věkové rozpětí a to od roku 2008 do roku 2013. Nejčetnější výskyt měl v roce 2011, nejčastější věk buku je tedy 5 let. V následujících letech však produkce semenáčků výrazně klesla.



Obr. 18: Četnost druhů v různém věku⁴

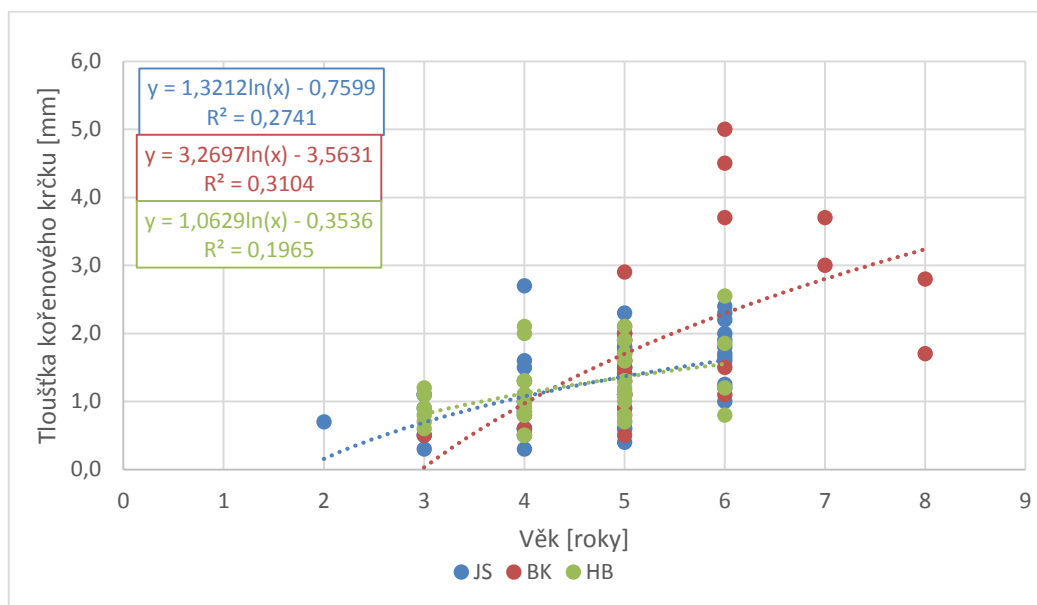
⁴ Údaj uvedený v závorce je rok, od kdy se dřeviny na ploše vyskytují



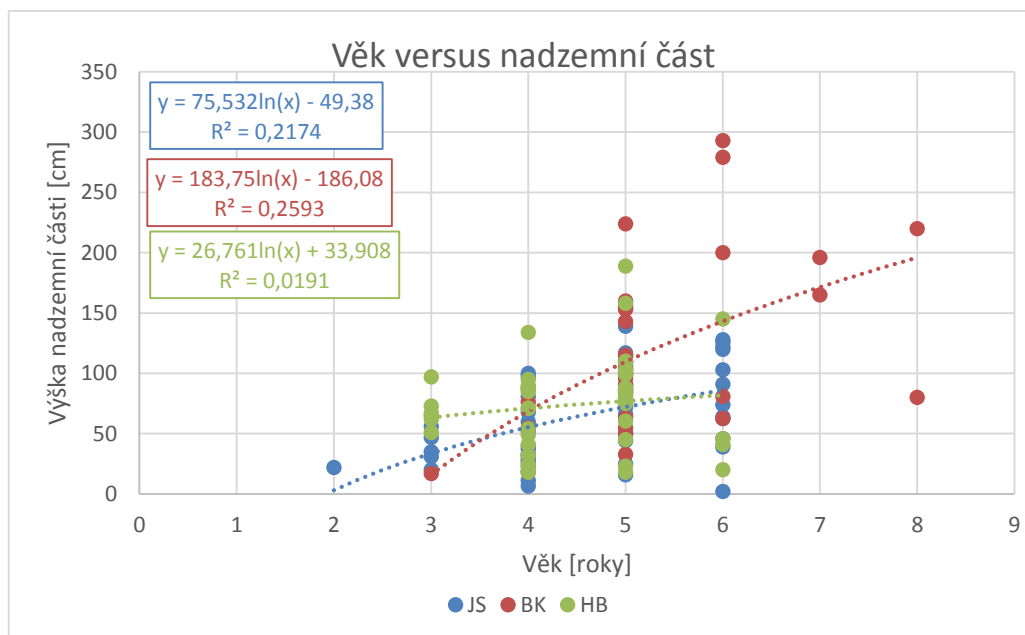
Obr. 19: Poškození buku, habru a jasanu

Ze vzorku odebraného na věkovou analýzu bylo 6,99 % nepoškozeno, viz Obr. 19. Zbytek, tedy 93,01%, byl alespoň jednou poškozen okusem zvěře. Nejméně často, maximálně 3x, byl poškozený buk (22,49 %). Habr a jasan jsou podobnou měrou atakovány zvěří, vyšší poškození má však jasan (dohromady 37,99 %). Poškození habru tvoří 32,36 % vzorku. Nejčastěji jsou semenáčky poškozeny jednou až dvakrát.

Graf závislosti tloušťky kořenového krčku na věku dřeviny (viz Obr. 20) prozrazuje poměrně velkou variabilitu dat. Souvislost tloušťky kořenového krčku a věku je nejpatrnější u buku ($R^2 = 0,314$) u habru a jasanu je tento však tento vztah slabší. Podobné je to u grafu závislosti výšky nadzemní části a věku (viz Obr. 21). Nejpatrnější dynamika odrůstání je opět u buku ($R^2=0,2593$). Jasan nabývá nižších, ale podobných hodnot. Habr nemá téměř žádnou prokazatelnou závislost.



Obr. 20: Závislost tloušťky kořenového krčku na věku dřeviny



Obr. 21: Závislost výšky nadzemní části dřeviny na jejím věku

6. DISKUSE

Průběh sukcese na holině NPR Vývěry Punkvy odpovídá probíhající sukcesi výrazně klimaxového typu (viz kapitola 3.1 *Ekologická stabilita a sukcese*). Téměř se zde nevyskytují typické pionýrské dřeviny jako břízy, vrby, olše a pokud, tak jen v zanedbatelném množství. I když byly popadané stromy z kalamitní holiny odvezeny a zůstaly zde pouze vývraty a pařezy, tak se porost obnovuje spíše směrem k cílovým dřevinám (zde buk, habr, jasan), což se dostává do rozporu s výzkumem Fischera a kol. (2002), který udává, že na ploše, kde bylo dřevo odstraněné, se obnovují hlavně pionýrské dřeviny na rozdíl od plochy, na které popadané stromy zůstaly. Tato tendence směrem k cílovým dřevinám by mohla být však způsobena tím, že přirozená obnova existovala již částečně pod mateřským porostem před tím, než byl zasažen větrnou kalamitou. Dalším možným vysvětlením jsou také jiné přírodní podmínky.

Charakter pionýrské dřeviny, tu na stranu druhou, může plnit jasan, což také odpovídá popisu Polena a Vacka (2009), že je jasan vitální dřevina, snášejší v mládí jak vysoký zástin, tak podmínky holiny a je částečně pionýrskou dřevinou. Převažující přítomnost jasanu sebou přináší i několik rizik. Jedná se o hrozbu tzv. „zajasaněním“, kterou popisují Vacek, Podrázský a Souček (cit. podle Poleno a Vacek, 2009) jako stav, kdy je jasan schopen vytlačit ze směsi ostatní cílové dřeviny a ovládnout celou plochu. V této práci je jasan výrazně převažující dřevinou zejména na TVP (*část 5.1 Studium dynamiky porostu na TVP v letech 2013–2015 po větrné kalamitě*) a mohlo by se zdát, že tato lokalita může „zajasanění“ podlehnout. Pokud se však podíváme na výsledky druhového zastoupení v další části této práce: *5.4 Podrobná analýza prostorového rozmístění obnovy na dílčí části holiny (transektu)*, uvidíme, že zde převažuje habr, buk a i další dřeviny zde mají poměrně vysoké zastoupení. V části: *5.3 Analýza struktury přirozené obnovy v rámci celé holiny*, pak můžeme vidět, že jasanové porosty se rozkládají spíše k severovýchodní části holiny, což odpovídá části holiny, která je více kamenitá a tudíž méně přívětivá jiným druhům a vápencovým podložím vhodná pro jasan.

Na stranu druhou, další riziko sebou přináší jasan v podobě chřadnutí jasanů způsobeného patogenní houbou *Chalara fraxinea*. Jeden z prvních výskytů této nekrózy v České republice byl dokonce identifikován nedaleko NPR Vývěry Punkvy, u Jedovnic v arboretu Křtiny (Jankovský a Holdenrieder, 2009). Jasany na holině nejsou zatím výrazně ovlivněni chřadnutím, ale výskyt patogenu *Chalara fraxinea* byl již u některých

jedinců zaznamenan, proto by bylo vhodné porost pravidelně monitorovat a dělat případná potřebná opatření.

Podobné sledování, vývoje kalamitní holiny po disturbanci, bylo založeno ve stejné době kromě NPR Vývěry Punkvy také na dalších lokalitách. Na lokalitě Tipeček u Jedovnic (Dobrovolný a kol., 2011), dále u Vranova (Květoň, 2014) a na lokalitě u Soběšic (Žouželková, 2015). Průměrné počty ks/ha se na Vývěrech pohybovaly v řádech desetitisíců (v roce 2013 to bylo 50 750 ks/ha), naproti tomu na ostatních holinách byly počty řádově výrazně nižší. Např. dle Květoně (2014) byla v roce 2013 hustota zmlazení na ploše Vranov 8 571 ks/ha. Důvodem výrazně nižšího počtu jedinců budou odlišné stanovištní i porostní podmínky. Plocha *Tipeček* i *Soběšice* vznikla po stanovištně nepůvodních stejnověkových jehličnatých porostech (Žouželková 2011; Dobrovolný a kol., 2011). V případě Vranova se sice jednalo o převážně bukový porost, ale bez výrazně rozvinuté obnovy a pestré porostní struktury. V případě všech výše uvedených lokalit se přitom jednalo o živná stanoviště, kde rychlý nástup buřeně znemožňuje obnovu většiny dřevin.

Z části práce, kde byla řešena podrobná struktura přirozené obnovy (viz 5.5 *Detailní studie struktury přirozené obnovy*), se ukázalo, že část dřevin na holině existovala pod porostem již před vichřicí. Nejstarší dřeviny (BK) měly dokonce 8 let. Semenáčky, které naletěly v roce 2010, tedy v roce kdy proběhla na území vichřice, tato vichřice ještě neovlivnila. Až následující rok (2011), byly ovlivněny uvolněným zápojem. Předpoklad, že přirozená obnova existovala již pod mateřským porostem, dokládá také druhová skladba holiny složená spíše z cílových, než pionýrských dřevin.

Vliv mateřského porostu (Zenahlíková a kol., 2011; Kulla a kol., 2009) a stanovištních podmínek na obnovu (Kramer a kol., 2014) potvrzuje i prostorové rozložení obnovy na holině. Centrální část holiny je nejméně obsazena obnovou, což je s velkou pravděpodobností způsobeno živnějším stanovištěm, které umožňuje rozvoj travinných společenstev. V uvedené části holiny byla současně před kalamitou odlišná dřevinná skladba původního porostu (viz 5.2 *Výzkum vlivu druhové skladby mateřského porostu před kalamitou na skladbu přirozené obnovy*). Vyšší hustota obnovy ve smíšené části v porovnání s jehličnatou tak souvisí jak s podkladem tak dřevinou skladbou.

Na živných stanovištích (po jehličnatých porostech) dochází k vytváření silného drnu, přes který se těžko dostávají lehká semena pionýrských dřevin do minerální půdy (Petříček, 1999). Až když se drn naruší, mají šanci se uchytit. Zde by mohla mít zajímavý dopad spárkatá zvěř, zejména prasata, která svým rytím travní drn narušují,

tudíž uvolňují povrch pro uchycení případných pionýrských dřevin. Bohužel s narušením travního drnu jde ruku v ruce poškození již vzešlých semenáčků a úbytek některých semen, které prasatům slouží jako potrava.

Transekt, jež byl vytyčen v rámci *Podrobná analýza prostorového rozmístění obnovy na dílčí části holiny (transektu)*, byl vybrán tak, aby pokrýval oblast s nejnižší hustotou obnovy. I přes výběr takového území s nízkou až nulovou hustotou na některých místech, se však ukázalo, že dřeviny se vyskytují i zde. Tyto výsledky by mohly podpořit i závěry z výzkumu Kováče (2012), který poukazoval na to, že plochy s buření, které byly vyžínány, měly menší hustotu porostu, než plochy kde se buřeň nevyžínala.

Při sledování počtu dřevin na transektu (část: *Podrobná analýza prostorového rozmístění obnovy na dílčí části holiny (transektu)*), se došlo k výrazně nižším počtům ks/ha (8 500 ks/ha v roce 2015) než na TVP (43 625 ks/ha v roce 2015). Zde je však nutné si uvědomit, že transekt byl vybrán tak, aby přiblížil obnovu v místě, kde zdánlivě žádná obnova není. Druhým důležitým faktorem nižšího počtu je fakt, že se braly v úvahu semenáčky, které byly vyšší jak 20 cm. Otázku, zda hustota daného porostu stačí na zajištění holiny, nelze úplně jednoduše zodpovědět. Místo, kde bylo nejméně obnovy má, 8 500 ks/ha všech dřevin. Pokud by se jednalo o les hospodářský, tak by daný počet musel být pro cílovou dřevinu, aby se jednalo o porost zajištěný. Jelikož jsme však v lese zvláštního určení s překryvem ochranného lesa, není tu prioritou ekonomický výnos lesa a dané počty stačí na zajištění holiny. Zvláště když v jiných částech dosahuje obnova mnoho-násobně vyšších hodnot. Pokud bychom byli v lese hospodářském, museli bychom přirozenou obnovu doplnit do dostatečného počtu cílovými dřevinami. I při doplnění umělou obnovou by však byly celkové náklady na obnovu porostu nižší.

Během monitorování dřevin byla na ploše několikrát pozorována spárkatá zvěř (prase, srnec) a i její pobytové znaky. I přes pravidelný okus, se však daří dřevinám odolávat a přirůstat, zřejmě díky velké početnosti semenáčků. Nevýhoda ovšem je, že jsou atakovány i druhy, které se na ploše téměř nevyskytují a mají důležitý význam pro NPR Vývěry Punkvy (JD, KL, JM, JR). Problémy s ochranou těchto druhů a poškození zvěří popisuje také plán péče NPR Vývěry Punkvy (Správa CHKO Moravský kras, 2009). Řešením by pro naše území mohla být individuální ochrana těchto téměř chybějících druhů a současně podpora vývoje ostatních, ne tak vzácných druhů, které mohou také sloužit jako zásobárna potravy pro zvěř.

Při sledování vývoje porostu za poslední tři roky na TVP, lze sledovat mírný sestupný trend v počtu semenáčků. Nepřibývají žádné nové (letošní semenáčky) – natalita je tudíž nulová a naopak již rostoucích na ploše ubývá. Nulová natalita může být způsobena stanovištními podmínkami – vytvořeným travním drnem, přes který se nedostávají semena k minerální půdě (Petříček, 1999), nebo také absencí semenných let (Poleno a Vacek, 2009).

K úbytku semenáčků může docházet z několika příčin. Jednak zde mohou konkurenčně působit ostatní dřeviny (na hustě obsazené ploše) a způsobovat tak samoproředování (autoredukci), nebo také nevhodné stanovištní podmínky, jako silná buřeň mohou způsobit až úhyn jedinců. Obr. 9 **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**, na kterém je graf vývoje počtu dřevin na ploškách, může dokládat výše zmíněné domněnky. Ubylo plošek s „>10“ jedinci – tudíž na těchto ploškách dochází pravděpodobně k samoproředování, a zároveň přibylo plošek bez obnovy – zde je pravděpodobné, že se sem přesunuly plošky, na kterých byla pouze 1 dřevina. Malé zastoupení dřevin na těchto ploškách signalizuje horší stanovištní podmínky pro obnovu. Úbytek semenáčků kromě zmíněných faktorů může být také způsoben zvěří nebo značně nepříznivými abiotickými podmínkami (mráz, sucho).

Ze sledování let 2013-2015 můžeme konstatovat, že se porostu daří přirůstat. Největší přírůsty má buk, který nejspíš dobře reaguje na uvolnění zápoje. Dalším důvodem dynamického vývoje buku může být také to, že se na kalamitní holině vyskytoval již před větrnou kalamitou, a daří se mu teď tedy lépe odrůstat.

Celková distribuce dřevin po celé ploše zachycená v kapitole 5.3 *Analýza struktury přirozené obnovy v rámci celé holiny* ukazuje, že porost na celé kalamitní holině je výškově i hustotou rozrůzněný a obsahuje i malé porostní mezery (viz 5.4 *Podrobná analýza prostorového rozmístění obnovy na dílčí části holiny (transektu)*), což je z hlediska stability lesa žádaný pozitivní jev, který může zvýšit stabilitu porostu i druhovou diverzitu. Důležitou součástí zvyšování stability porostů je také péče o porostní okraj (Míchal, 1992). Jeden z cílů NPR Vývěry Punkvy je: „...zachování a podpora předmětu ochrany, lesy na celém území NPR by měly časem dosáhnout přibližně přirozené skladby...“ (Správa CHKO Moravský kras, 2009). Co se týká celkového druhového složení, lze konstatovat, že koresponduje s potenciální dřevinnou vegetací *Corni-acereta fagi* – bukové dřínové javořiny (Buček, 1999), (viz také 4.1.3 *Popis výzkumné plochy*) a přibližuje se také přirozené druhové skladbě. Plán péče NPR (Správa CHKO Moravský kras, 2009) uvádí navíc chybějící dřeviny, které je nutno do

přirozené skladby dodávat a jsou to JD, DB, KL, JL. Jilm i klen se na holině v menším množství nachází, ale jedle ani dub se tu přirozeně neobnovují. Jedle zde byla vysázena před vznikem holiny formou podsadby a bylo by dobré uvažovat i o vhodném doplnění dubu.

Dohromady bylo zaznamenáno až 17 druhů dřevin, což svědčí o vysoké biologické diverzitě. Lze však předpokládat, že druhová diverzita bude klesat s postupujícím vývojem směrem ke klimaxovému společenstvu.

7. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo prohloubit a navázat na výzkum, jenž proběhl v rámci bakalářské práce: Uplatnění spontánní sukcese při obnově lesa po větrné kalamitě na území NPR Vývěry Punkvy (Chaloupková, 2013).

V rámci této práce byla zkoumána dynamika vývoje porostu v letech 2013-2015 na TVP (0,2 ha z kalamitní holiny) a vliv mateřského porostu na TVP. Dále byla provedena celoplošná analýza struktury přirozené obnovy, a analýza prostorového rozmístění dřevin na transektu, který byl umístěn na části holiny, kde byla opticky nejnižší hustota obnovy. Poslední částí této práce je podrobná studie struktury obnovy, která měla přiblížit zejména věkové složení porostu.

Kalamitní holina NPR Vývěry Punkvy se nachází ve 3. lesním vegetačním stupni, na JJZ svahu v nadmořské výšce 400 – 430 m n. m. Podklad je vápencový. Původní porost byl stoletý, složený zejména ze smrku (40 %), buku (29 %) a habru (20 %). Potenciální přirozená vegetace je *Corni-acereta fagi* – bukové dřínové javořiny.

Na kalamitní holině dochází, vzhledem ke stanovišti a druhové skladbě, k sukcesí výrazně klimaxového typu. V současnosti však nedochází k obsazování nových míst, s největší pravděpodobností z důvodu nepropustného travního drnu. V roce 2013 nalezeno 402 semenáčků v přepočtu 50 750 ks/ha. Do roku 2015 došlo k úhynu 57 semenáčků, a tudíž snížení celkového počtu na hektar na 43 625 ks/ha. K mortalitě dochází jak z důvodu samoproředování, tak z důvodu stanovištních podmínek. Výzkum dále ukazuje, že přibylo několik plošek, na kterých není obnova – zřejmě z důvodu silné konkurence travin. Na TVP se nejvíce prosazuje jasan a své prvenství si drží i v roce 2015, dále to jsou habr, buk, brslen, klen, a ostatní dřeviny, které zabírají méně jak 5 % z celkového porostu. Dynamika obnovy je patrná také z vývoje výšek nadzemní části vyskytujících se dřevin. V roce 2015, už oproti ostatním letem přibylo dřevin, které jsou vyšší jak 51 cm. Největší nárůst výšky byl zaznamenán u buku. Výzkum vlivu mateřského porostu na TVP na *skladbu* si kladl otázku, do jaké míry měl původní mateřský porost vliv na současnou strukturu a skladbu dřevin. Bylo zjištěno, že původní mateřský porost byl více k severovýchodu smíšený a více k jihozápadu jehličnatý. Jehličnatá část má výrazně nižší počet dřevin (jen 29,8 % celkového porostu). Důvodem budou jak podmínky porostní, tak stanovištní poměry. Obě části se ve skladbě dřevin mnoho neliší – 9 druhů mají shodných a ve 3 druzích se liší. Listnatá část má navíc keře (jeřáb, hloh, zimolez a svída), v jehličnaté je navíc smrk, borovice, jilm a líska. I přesto,

že byl původní porost tvořen ze 40 % smrkem, tak se tu vyskytuje jen v jehličnaté části a to navíc méně jak jedním procentem.

Celoplošná analýza struktury přirozené obnovy na holině měla přiblížit rozdíly ve struktuře obnovy v rámci celé kalamitní holiny. Ukázalo se, že hustota přirozené obnovy je poměrně vysoká v rámci celé holiny. Jen v centrální části, kde převažují traviny je hustota nižší. Dále bylo zjištěno, že směrem k okrajům holiny se zvyšuje hustota. Na holině převažují zejména dvě dřeviny, v severovýchodní části jasan a k jihozápadu buk. Porosty buku i jasanu jsou doplňovány směsí listnatých keřů a stromů. Obecně je struktura obnovy mozaikovitá s malými mezerami. Nese předpoklady k vytvoření druhově, věkově i prostorově bohatého porostu, který by v budoucnu mohl být vysoce ekologicky stabilní.

Analýza prostorového rozmístění obnovy na určeném transektu byla prováděna za účelem prostorového rozlišení obnovy v rámci založené TVP. Vytyčený transekt (50 x 10 m) zasahoval částečně do TVP a částečně mimo. V části, kde zasahoval do TVP, bylo menší množství dřevin než ve zbývající části. Dohromady bylo na transektu 425 ks, což je přepočteno 8 500 ks/ha s průměrnou výškou 61,36 cm. Většina druhů dřevin na transektu byla poškozena okusem zvěří, nejčastěji však jasan. Na transektu bylo vylišeno 6 mezer, přičemž největší měla 51 m² a zasahoval do TVP. Nejmenší mezera zabírala přibližně 8,8 m².

Podrobná studie struktury obnovy byla provedena, aby se pokusila odpovědět na otázky jaká je věková struktura v blízkosti TVP, jak časté je poškození dřevin zvěří a jaké dřeviny jsou nejčastěji poškozovány, a kterým dřevinám se daří odrůstat. V blízkosti TVP se nejčastěji vyskytují semenáčky ve stáří 5 let, tedy ty které se zde obnovily v roce 2011, rok po větrné kalamitě. Poměrně vysoké zastoupení mají však i semenáčky, které nalétly rok před tím. Nejstarší semenáčky jsou osmileté (pouze buk) a nejmladší dvouleté (pouze jasan). Některé dřeviny jsou poškozeny okusem až 5 krát, ale nejčastěji se vyskytují dřeviny s jedním nebo dvěma okusy. Okusem bylo poškozeno přibližně 83 % vzorku. Z dřevin nejlépe přirůstal buk.

Zjištěná druhová skladba je široká a tvořena cílovými dřevinami, podobná potenciální vegetaci. Jako diskutabilní lze vidět jednak absenci zmlazení jedle a dubu a jednak vysokým výskytem jasanu. Ten je ohrožen patogenní houbou *Chalara fraxinea* a mohlo by při nákaze dojít k masivní mortalitě jasanu na holině. Dalším limitujícím faktorem je také zvěř, která okusuje většinu dřevin. Zde by bylo vhodné opatření - individuální ochrana dřevin, které se nedaří v porostu zmlazovat (jedle a dub). Ostatní

semenáčky, i když trpí okusem, jsou schopny přirůstat. Na závěr je důležité upozornit, že se jedná o ochranný les, a les zvláštního určení v národní přírodní rezervaci, kde je hlavním cílem snaha sledování přírodních procesů a návratu k původní dřevinné vegetaci ne hospodářský výnos.

8. SUMMARY

This work was conducted in order to study the development of natural regeneration, which is one of possible ways how to achieve ecologically stable forest ecosystems which is simultaneously economically and ecologically advantageous. Natural regeneration has a variety of forms in different environments. In this work was studied a process of natural regeneration after windthrow disaster in National Nature Reservation (NNR) Vývěry Punkvy. Gale-disaster area is approx. 2,68 hectares and is situated in 3rd forest altitudinal zone and lies on limestone subsoil, potential natural vegetation of the area is *Cornus acereta fagi*. After windthrow calamity there was done salvage logging on the area and only a few piles of branches were left there.

Main aim of this study was to deepen the research conducted in 2012. Other research goals were to study the vegetation dynamics, examine the influence of maternal vegetation before the calamity, analysis of natural regeneration structure, analysis of spatial distribution on sub-section of the cleared area and to study the structure of natural vegetation.

To study the vegetation dynamics there was created permanent research area (PRA) on part of the calamity area in 2012 which consisted of circular sample plots where during 2012-2015 tree vegetation was monitored.

Original maternal vegetation on PRA was examined through analysis of stump species. The area was divided into coniferous and mixed stand areas based on results of this analysis.

Analysis of natural vegetation structure was done using the field-map technology. Whole calamity area was divided into polygons with certain average density and species representation and average height.

Analysis of spatial distribution was made on mapped out transect (0,05 hectare), there were marked all trees higher than 20 cm, which were assessed on species type, height and damage.

Study of natural regeneration structure was done near the PRA where were taken tree samples for age analysis.

Results show sufficient natural regeneration (43 625 pcs per hectare) and species structure corresponding to potential tree vegetation. Prevailing regenerated tree is ash but fir and oak regeneration is absent. During years 2012-2015 there can be seen mild decrease in natural regeneration. Natural regeneration was present on the area also

before the windthrow calamity. Greatest increase of new seedlings was observed in 2011, which was a year after the windthrow. Coniferous part of the PRA has significantly lower tree frequency (29,8%) in contrast to mixed stand area (79,02%). Regeneration structure on the cleared area is diverse with little gaps. Regeneration is more dense on the edges of the cleared area. In area seeming to be lacking the regeneration is actually regenerated with density of 8 500 pcs per hectare. Trees are damaged by wildlife yet i tis capable of growing out. Results show potential of natural regeneration.

9. SEZNAM LITERATURY

AMBROŽ, Robin, Stanislav VACEK, Zdeněk VACEK, Jan KRÁL a Igor ŠTEFANČÍK. 2015. Current and simulated structure, growth parameters and regeneration of beech forests with different game management in the Lány Game Enclosure / Struktura, růstové parametry, obnova a modelový vývoj bukových. *Forestry Journal (03231046)* [online]. **61**(2), 78-88 [cit. 2016-04-13]. DOI: 10.1515/forj-2015-0016. ISSN 03231046.

AOPK ČR. 2012. Vrstva Přírodní poměry: Výškopis. AOPK ČR. MapoMat: [elektronická georeferencovaná databáze] [online]. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: <http://mapy.nature.cz/>

AOPK ČR. 2016. Charakteristika oblasti: Pedologie. AOPK ČR: Správa CHKO Moravský kras [online]. [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: <http://moravskykras.ochranaprirody.cz/charakteristika-oblasti/pedologie/>

BAZZAZ, F. 1996. Plants in changing environments. *New York: Cambridge University Press*. ISBN 0521398436.

BUČEK, Antonín a Jan LACINA. 1999. Geobiocenologie. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. ISBN 8071574171.

CULEK, Martin (ed.). 1996. Biogeografické členění České republiky. 1. Praha: Enigma. ISBN 80-853-6880-3.

ČÚZK. 2004-2016. *Nahlížení do katastru nemovitostí. Státní správa zeměměřictví a katastru* [online]. Praha: ČÚZK [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://nahlizeniidokn.cuzk.cz/>

DOBROVOLNÝ, Lumír, Václav HURT a Antonín MARTINÍK. 2011. Založení experimentální plochy s různými způsoby obnovy lesa na ploše po větrné kalamitě. In: *Stabilizace funkcí lesa v antropogenně narušených a měnících se podmínkách prostředí* [online]. Proceedings of Central European Silviculture – 12th International Conference [cit.2016-04-02]. Dostupné z: http://vulhm.opocno.cz/download/sbornik4/pces_2011_04_dobrovolny_et_al.pdf

FISCHER, Anton, Clemens ABS, Marcus LINDNER a Petra LASCH. 2002. Vegetation dynamics in central european forest ecosystems (near-natural as well as managed) after storm events. *Folia Geobotanica* [online]. **37**(1), 17-32 [cit. 2016-04-13]. ISSN 12119520.

FISCHER, A. a H.S. FISCHER. 2012. Individual-based analysis of tree establishment and forest stand development within 25 years after wind throw. *European Journal of Forest Research* [online]. **131**(2), 493 - 501 [cit. 2016-04-13]. DOI: 10.1007/s10342-011-0524-2. ISSN 16124669

CHALOUPKOVÁ, Marie. 2013. Uplatnění spontánní sukcese při obnově lesa po větrné kalamitě na území NPR Vývěry Punkvy. Brno. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně.

JANKOVSKY, L. a O. HOLDENRIEDER. 2009. Chalara fraxinea - ash dieback in the Czech Republic. *Plant Protection Science - UZEI (Czech Republic)* [online]. **45**(2), 74 [cit. 2016-04-16]. ISSN 12122580

JONÁŠOVÁ, Magda a Ivona MATĚJKOVÁ. 2007. Natural regeneration and vegetation changes in wet spruce forests after natural and artificial disturbances. *Canadian Journal of Forest Research* [online]. **37**(10), 1907-1913 [cit. 2016-04-12]. DOI: 10.1139/X07-062. ISSN 00455067.

KENDER, Jan. 2000. Teoretické a praktické *aspekty* ekologie krajiny. 1. Praha: Ministerstvo životního prostředí. ISBN 8072121480.

KOŠULIČ, Milan. 2010. *Cesta k přírodě blízkému hospodářskému lesu*. 1. vyd. Brno: FSC Česká republika - Forest Stewardship Council. ISBN 978-80-254-6434-2.

KOVÁČ, Jozef a (eds.). 2011. Vyhodnotenie škod způsobených zverou na výsadbách a porastoch na kalamitných plochách trvalých výskumných ploch VSaM ŠL TANAPu v roku 2010. In: TUŽINSKÝ, Ladislav a Juraj GREGOR. *Veterná kalamita a smrekové ekosystémy*. Zvole: Technická univerzita vo Zvolene, s. 141-152. ISBN 9788022822527.

KRAMER, Kathrin, Peter BRANG, Hansheinrich BACHOFEN, Harald BUGMANN a Thomas WOHLGEMUTH. 2014. Site factors are more important than salvage logging for tree regeneration after wind disturbance in Central European forests. *Forest Ecology*

and Management [online]. **331**, 116-128 [cit. 2016-04-13]. DOI: 10.1016/j.foreco.2014.08.002. ISSN 03781127.

KULLA, L., J. MERGANIC a R. MARUSAK. 2009. Analysis of natural regeneration in declining spruce forests on the Slovak part of the Beskydy Mts. *Beskydy* [online]. **2**(1), 51 [cit. 2016-04-13]. ISSN 18032451.

KULLA, Ladislav a Vladimír ŠEBEŇ. 2012. Pokus s uplatněním neceloplošnej umelej obnovy kalamitnej holiny na demonštračnom objekte Husárik/An Experiment with Non-Whole-Area Reforestation of Calamity Clearing on the Demonstration Area Husárik. *Lesnický casopis-Forestry Journal*. **58**(3), 171-180.

KVĚTOŇ, Lukáš. 2014. *Potenciál využití sukcese při obnově kalamitní holiny*. Brno. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. Vedoucí práce Lumír Dobrovolný.

LESPROJEKT BRNO, A.S. 2001. Hospodářská kniha; LHC Rájec; platnost 1.1.2001 - 31.12.2011: Revír Macocha.

MARTINÍK, Antonín. 2015. Od zajištění lesního porostu k zajištěnému lesu. *Lesnická práce: časopis vydávaný Čs.maticí lesnickou a věnovaný lesnické vědě a praxi*. **94**(9), 24-25.

MÍCHAL, Igor. 1983. Dynamika přírodního lesa I - VI. *Živa*. **31**, (1):8-13.(2):48-51.(3):85-88.(4)128-133.(5):163-168.(6):233-238. ISSN 00444812.

MÍCHAL, Igor. 1992. *Obnova ekologické stability lesů*. Vyd. 1. Praha: Academia. ISBN 8085368234.

ODENTHAL-KAHABKA, J. 2005. Handreichung Sturmschadenbewältigung. Utgiven av Landesforstverwaltung Baden-Württemberg und Landesforsten Rheinland-Pfalz. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt. Baden-Wurtemberg. Freiburg in Breisgau.

ODUM, Eugene 1977. *Základy ekologie*. 1. Praha: Academia.

PETŘÍČEK, Václav a Igor MÍCHAL. 1999. *Péče o chráněná území*. 1. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. ISBN 808606414X.

POLENO, Zdeněk a Stanislav VACEK a kol. 2009. *Pěstování lesů III: Praktické postupy pěstování lesů*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. ISBN 978-80-87154-34-2.

POLENO, Zdeněk a Stanislav VACEK A KOL. 2011. Pěstování lesů I.: Ekologické základy pěstování lesů. 2., upr. a dopl. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. ISBN 978-80-87154-99-1.

RAMMIG, Anja, Lorenz FAHSE, Peter BEBI a Harald BUGMANN. 2007. Wind disturbance in mountain forests: Simulating the impact of management strategies, seed supply, and ungulate browsing on forest succession. *Forest Ecology and Management* [online]. **242**(2), 142-154 [cit. 2016-04-13]. DOI: 10.1016/j.foreco.2007.01.036. ISSN 03781127.

RICHTER, Fritz (ed.) a Milan SANIGA (ed.). 2006. Štruktúra prechodného lesa v jeho záverečnej fáze v Badinskom pralese. In: JURÁSEK, Antonín, Jiří NOVÁK a Marian SLODIČÁK. *Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností*. Opočno: VÚLHM VS Opočno, s. 239-247. ISBN 808646171.

SAMEC, Pavel (ed.). 2008. Změny klimatu a lesnictví. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí. ISBN 978-80-213-1841-0.

SAMEC, Pavel a Pavel TUČEK. 2012. *Modelování růstových podmínek lesů v České republice*. 2. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci pro katedru geoinformatiky. ISBN 9788024429908.

SIMANOV, Vladimír. 2013. Nahodilé těžby. *Lesnická práce: časopis vydávaný Čs.maticí lesnickou a věnovaný lesnické vědě a praxi*. **92**(11), 22-24. ISSN 0322-9254.

SPRÁVA CHKO MORAVSKÝ KRAS. 2009. *Plán péče o NPR Vývěry Punkvy na období 2010-2020*. 1. Blansko: Správa CHKO Moravský kras.

SVOBODA, Miroslav, Shawn FRAVER, Pavel JANDA, Radek BAČE a Jitka ZENÁHLÍKOVÁ. 2010. Natural development and regeneration of a Central European montane spruce forest. *Forest Ecology and Management* [online]. **260**(5), 707-714 [cit. 2016-04-13]. DOI: 10.1016/j.foreco.2010.05.027. ISSN 03781127.

ŠEBEŇ, Vladimír a Michal BOŠELA (eds.). 2011. Zmeny v obnove lesa na kalamitisku zistené v monitorovacej sieti procesu revitalizácie (2007 - 2010). In: TUŽINSKÝ, Ladislav a Juraj GREGOR. *Veterná kalamita a smrekové ekosystémy*. Zvole: Technická univerzita vo Zvolene, s. 163-172. ISBN 9788022822527.

TKADLEC, Emil. 2013. *Populační ekologie*. 2. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 9788024433851.

VACEK, Stanislav, Jaroslav SIMON a Jiří REMEŠ. 2007. *Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. ISBN 9788086386997.

VACEK, Stanislav, Zdeněk VACEK, Otakar SCHWARZ, et al. 2010. Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v bilaterální biosférické rezervaci Krkonoše/Karkonosze. *Opera Corcontica* [online]. **47**, 167-178 [cit. 2016-04-12]. ISSN 0139925X.

VRŠKA, Tomáš. 2012. *Dynamika vývoje pralesovitých rezervací v České republice*. Vyd. 1. Praha: Academia. ISBN 80-200-0908-6.

Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon) § 2. In: . Dostupné také z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100051761.html>

ZENAHLÍKOVÁ, Jitka, Miroslav SVOBODA a Jan WILD. 2011. 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*. **17**(1), 37-54.

ZIELONKA, Tomasz a Piotr MALCHER. 2009. Dynamics of a mountain mixed forest under wind disturbances in the Tatra Mountains, central Europe — a dendroecological reconstruction. *Canadian journal of forest research* [online]. , **39**, no. **11**(11) [cit. 2016-04-13]. ISSN 00455067.

ŽOUŽELKOVÁ, Lenka. 2015. *Průběh sukcese lesa na kalamitní holině Soběšice*. Brno: 2015. Dostupné také z: <http://is.mendelu.cz/zp/index.pl?podrobnosti=49697>. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně. Vedoucí práce Lumír Dobrovolný.

10. SEZNAM ZKRATEK

AOPK – Agentura ochrany přírody a krajiny

BB – javor babyka

BK – buk

BO – borovice

DR – dříšťál

HB – habr

HL – hloh

CHKO – Chráněná krajinná oblast

ČÚZK – Český úřad zeměměřičský a katastrální

JD – jedle

JIV – vrba jíva

JM – jilm

JŘ – jeřáb

JS – jasan

k. ú. – katastrální území

KL – javor klen

LP – lípa

LS – líska

lvs – lesní vegetační stupeň

M – aritmetický průměr

m. n. m. – metry nad mořem

NPR – národní přírodní rezervace

RS – růže šípková

s. p.- státní podnik

SD – směrodatná odchylka

SM – smrk

SV – svída

TR – třešeň

TVP – trvalá výzkumná plocha

ZL – zimolez

ÚHÚL – ústav pro hospodářskou úpravu lesů

11. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Smíšená část - počty dřevin na hektar	40
Tabulka 2: Jehličnatá část počty dřevin na hektar	40
Tabulka 3: Přepočty ks/ha jednotlivých dřevin na transektu	42

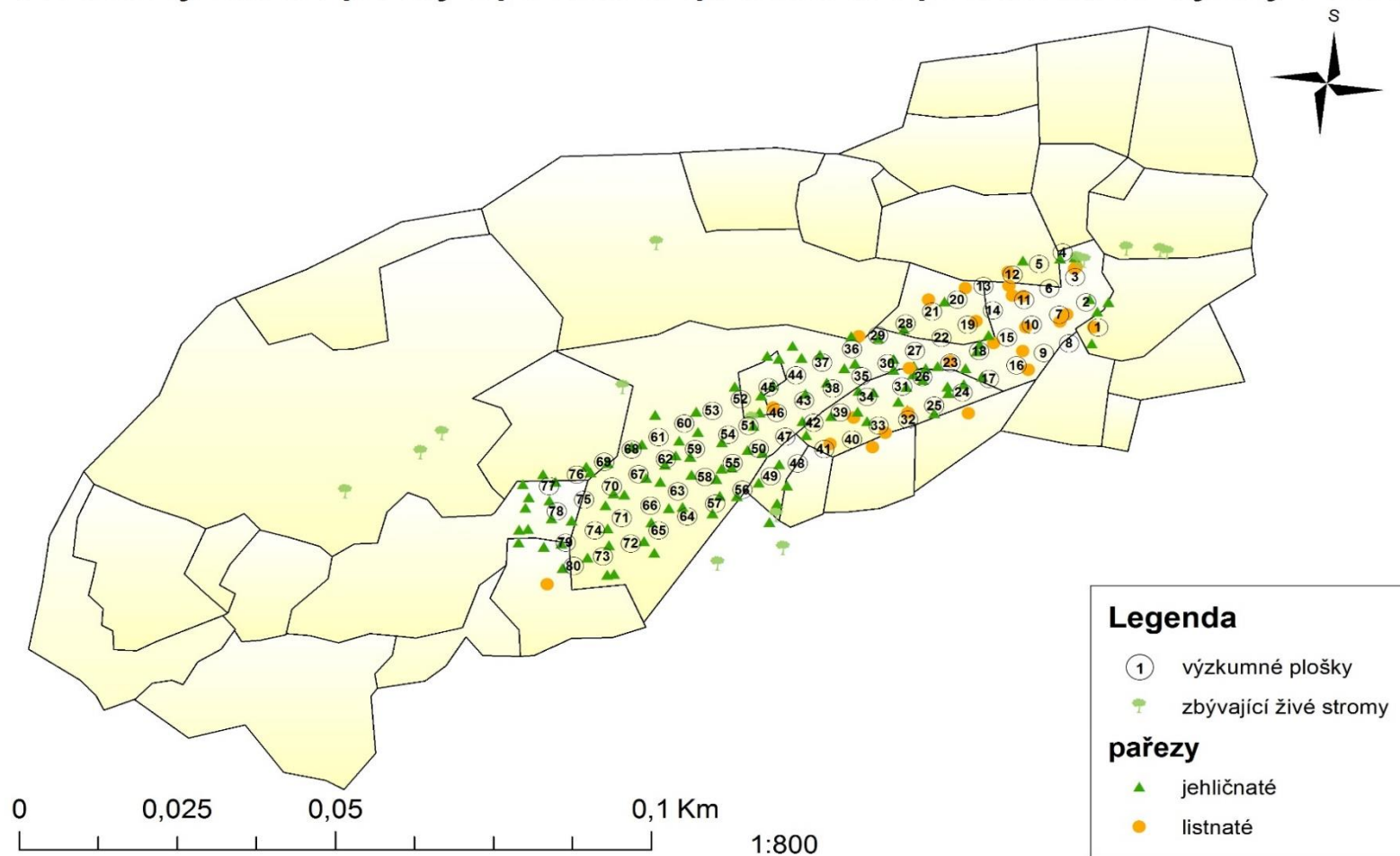
12. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Typologická mapa holiny a okolí (podklad: ÚHÚL)	25
Obr. 2: Počet druhů původního porostu, pařezy i zbylé stromy	28
Obr. 3: Zastoupení jehličnatých a listnatých dřevin původního porostu	28
Obr. 4: Vývoj počtu ks/ha za 3 roky	33
Obr. 5: Zastoupení dřevin v roce 2015	34
Obr. 6: Zastoupení dřevin v kategorii <i>Ostatní</i> v roce 2015	34
Obr. 7: Vývoj tří nejčtenějších dřevin 2013 - 2015	35
Obr. 8 : Mortalita druhů v letech 2013-2015	36
Obr. 9: Obsazenost plošek dřevinami během let 2012 - 2015	36
Obr. 10 : Krabicový graf výšek nejčtenějších cílových dřevin.....	37
Obr. 11: Vývoj výškových tříd v letech 2013-2015	38
Obr. 12: Zastoupení dřevin ve smíšené a jehličnaté části v roce 2015	39
Obr. 13: Četnost druhů na transektu	43
Obr. 14: Prostorové rozmístění dřevin na transektu	43
Obr. 15: Průměrné výšky dřevin na transektu	44
Obr. 16: Krabicový graf výšek buku, habru a jasanu na transektu v roce 2015	45
Obr. 17: Počty dřevin poškozených okusem	46
Obr. 18: Četnost druhů v různém věku.....	47
Obr. 19: Poškození buku, habru a jasanu.....	48
Obr. 20: Závislost tloušťky kořenového krčku na věku dřeviny	49
Obr. 21: Závislost výšky nadzemní části dřeviny na jejím věku	49

13. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Nákres TVP	69
Příloha 2: Schéma kalamitní holiny s TVP, pařezy a zbylými stromy	70
Příloha 3: Výčet zbylých žijících stromů na kalamitní holině.....	71
Příloha 4: Četnost průměru pařezů	71
Příloha 5: Umístění transektu	72
Příloha 6: Počty dřevin na zkusných ploškách	73
Příloha 7: Průměrná výška celého porostu na TVP v letech 2013 - 2015	73
Příloha 8: Popisné statistiky výšky jasanu, habru a buku na TVP během let 2013-2015	75
Příloha 9: Hustota porostu na kalamitní holině	76
Příloha 10: Struktura převládajících druhů na kalamitní holině.....	77
Příloha 11: Průměrná výška na holině 2015	78
Příloha 12: Popisná statistika výšky habru jasanu a buku na transektu v roce 2015.....	79
Příloha 13: Krabicový graf vývoje počtu dřevin na TVP	79
Příloha 14: Fotodokumentace	80

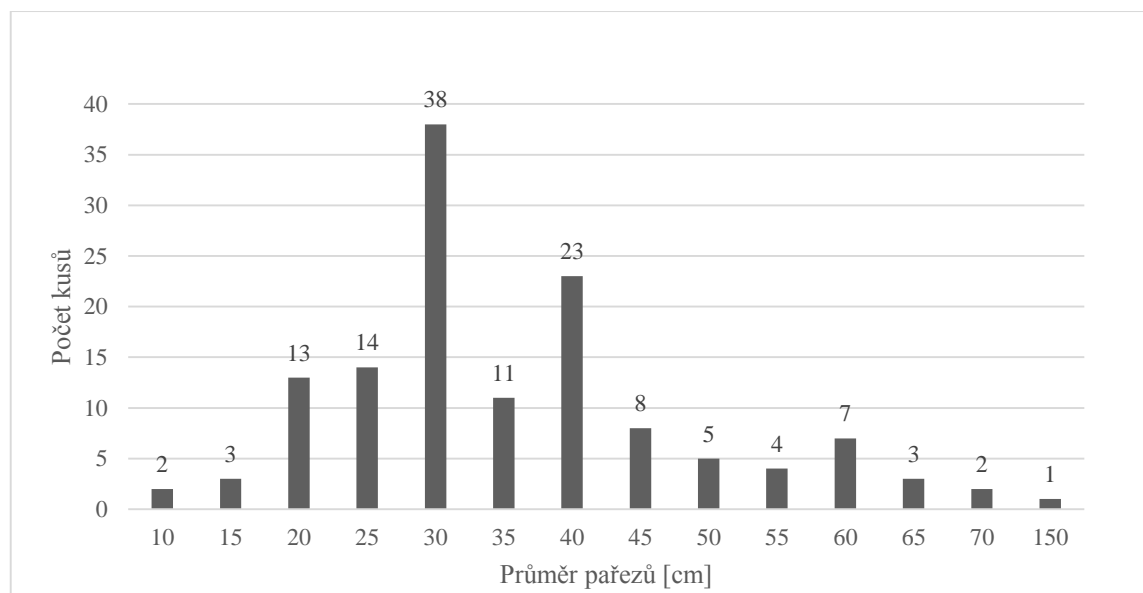
Schéma výzkumné plochy a pozůstatků předchozího porostu na VP Vývěry Punkvy



Příloha 3: Výčet zbylých žijících stromů na kalamitní holině

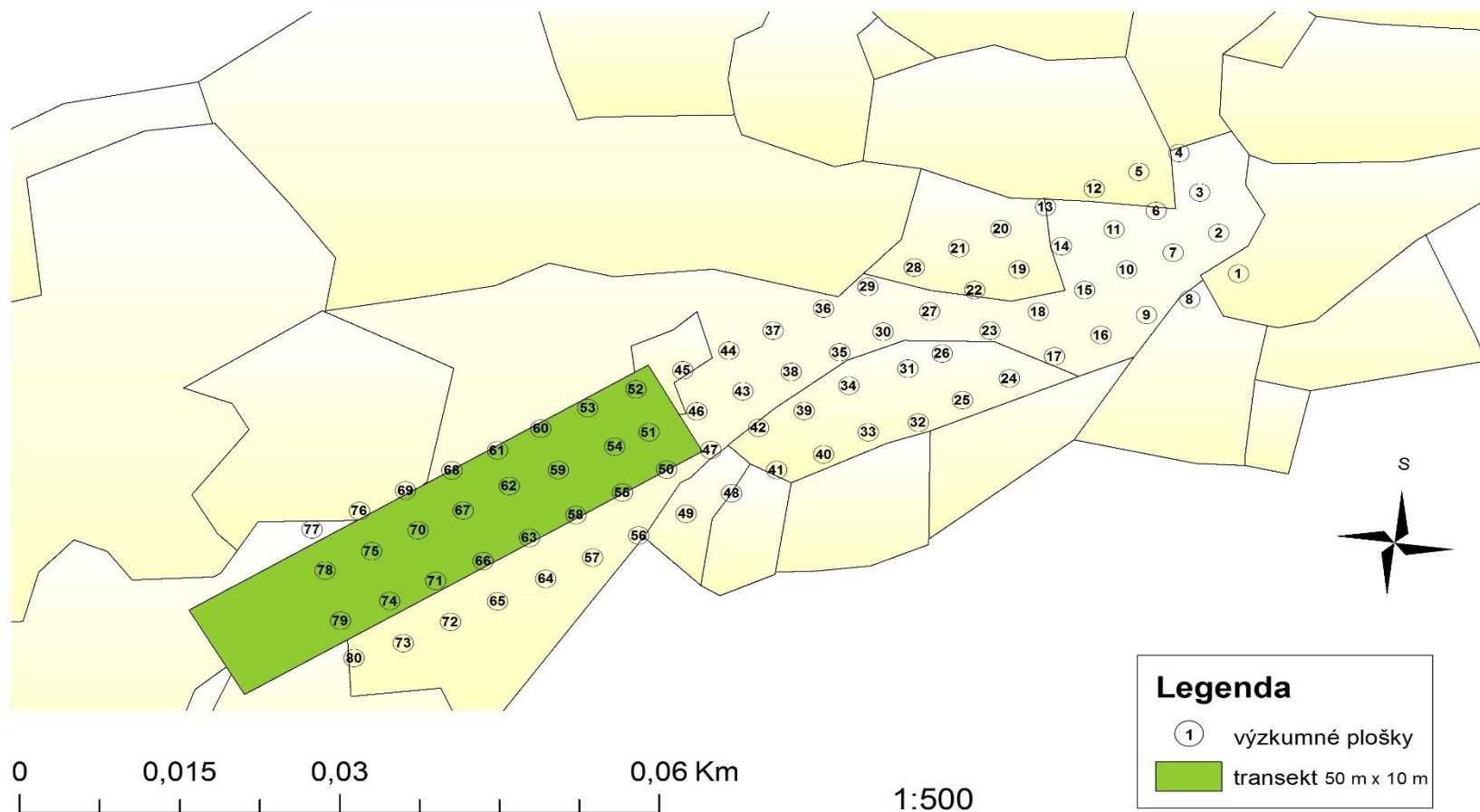
ID	druh	Průměr kmene v prsní výšce [mm]	VÝŠKA [m]	POZNÁMKA
1	HB	250	25	
2	BK	300	30	
3	HB	200	8	
4	HB	200	15	
5	BK	250	20	
6	HB	400	10	zlom
7	BK	70		dvoják
8	BK	50	18	suchý zlom
9	BK	250	15	
11	HB	200	12	zlom
12	LP	50	5	
13	KL	100	5	zlom
14	HB	100	5	
15	HB	200	6	zlom
16	KL	100	5	zlom

Příloha 4: Četnost průměru pařezů



Příloha 5: Umístění transektu

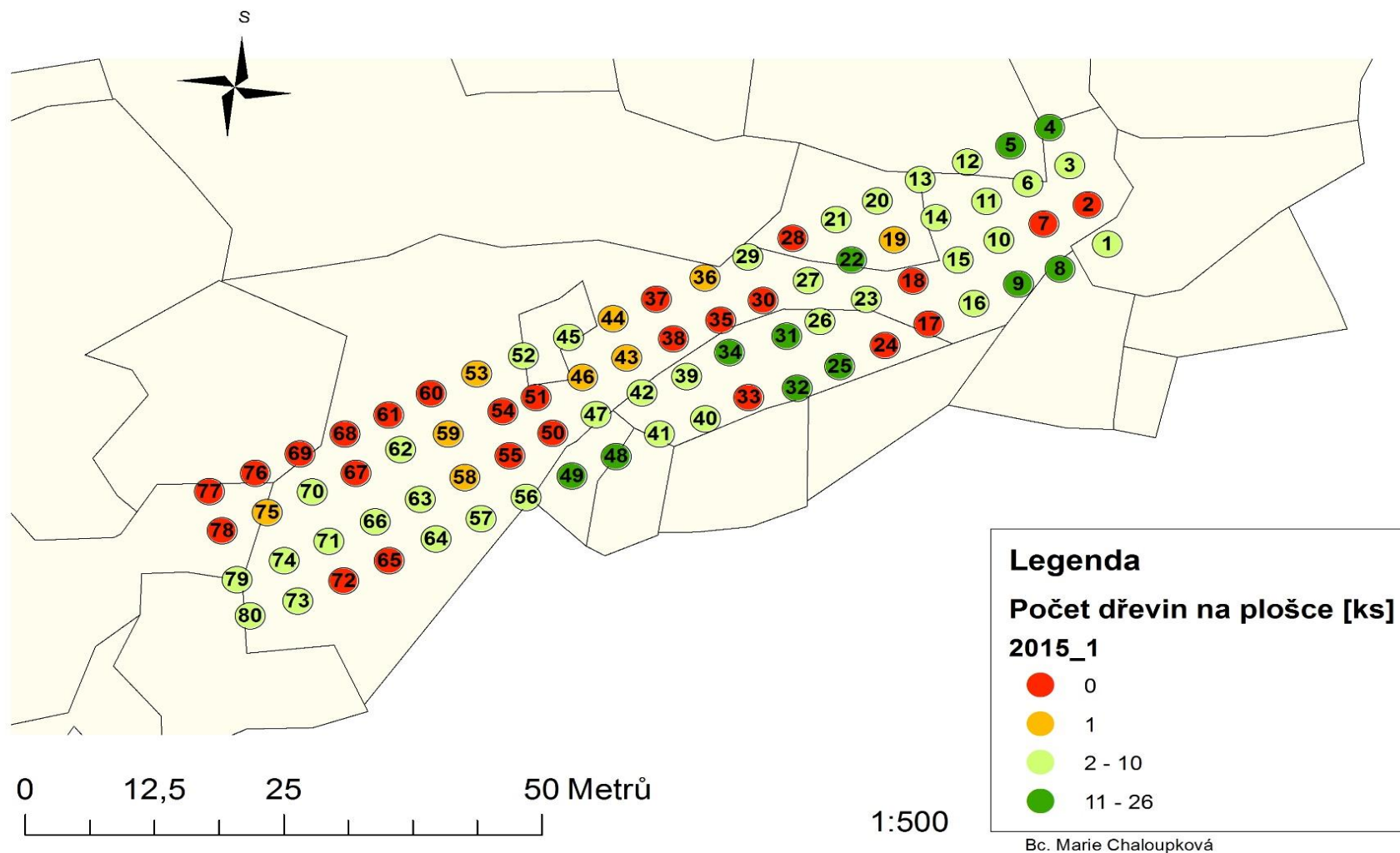
Umístění transektu na výzkumné ploše



Bc. Marie Chaloupková

Příloha 6: Počty dřevin na zkusných ploškách

Výskyt dřevin na TVP v roce 2015



Příloha 7: Průměrná výška celého porostu na TVP v letech 2013 - 2015

<i>Popisná statistika výšky všech dřevin dohromady</i>	2013	2014	2015
Střední hodnota (průměr)	35,78358	45,03014	59,90544
Chyba střední hodnoty	1,093092	1,439734	2,102207
Medián	30	38	49
Modus	20	32	50
Směrodatná odchylka	21,91642	27,50608	39,27247
Rozptyl výběru	480,3296	756,5843	1542,327
Špičatost	2,691644	4,733644	4,543429
Šikmost	1,552495	1,805941	1,773822
Rozdíl max-min	125	193	262
Minimum	8	9	9
Maximum	133	202	271
Součet	14385	16436	20907
Počet	402	365	349
Největší (1)	133	202	271
Nejmenší (1)	8	9	9
Hladina spolehlivosti (95,0%)	2,148906	2,83124	4,13463

Příloha 8: Popisné statistiky výšky jasanu, habru a buku na TVP během let 2013-2015

Popisné statistiky výšky [cm] 3 nejčtenějších cílových dřevin	2013			2014			2015		
	JS	HB	BK	JS	HB	BK	JS	HB	BK
Střední hodnota (Průměr)	31,60	42,74	67,62	41,45	50,14	82,52	55,90	72,78	111,96
Chyba střední hodnoty	1,19	2,77	5,94	1,56	4,69	7,58	2,31	7,50	10,66
Medián	27,00	40,00	71,00	36,00	47,50	87,00	47,00	61,50	116,00
Modus	26,00	41,00	95,00	43,00	73,00	116,00	50,00	56,00	140,00
Směrodatná odchylka	17,85	19,02	31,97	22,66	31,09	39,37	32,64	47,42	55,38
Rozptyl výběru	318,74	361,80	1021,89	513,38	966,35	1549,87	1065,08	2248,23	3066,50
Špičatost	2,22	4,01	-1,09	2,13	12,58	-0,60	1,62	6,94	0,45
Šikmost	1,48	1,57	0,30	1,36	2,83	0,17	1,27	2,21	0,68
Rozdíl max- min	90,00	100,00	109,00	122,00	193,00	149,00	160,00	262,00	221,00
Minimum	8,00	18,00	24,00	9,00	9,00	21,00	12,00	9,00	32,00
Maximum	98,00	118,00	133,00	131,00	202,00	170,00	172,00	271,00	253,00
Součet	7111,00	2009,00	1961,00	8705,00	2206,00	2228,00	11125,00	2911,00	3023,00
Počet	225,00	47,00	29,00	210,00	44,00	27,00	199,00	40,00	27,00
Největší (1)	98,00	118,00	133,00	131,00	202,00	170,00	172,00	271,00	253,00
Nejmenší (1)	8,00	18,00	24,00	9,00	9,00	21,00	12,00	9,00	32,00
Hladina spolehlivosti (95,0%)	2,35	5,58	12,16	3,08	9,45	15,57	4,56	15,16	21,91

Příloha 9: Hustota porostu na kalamitní holině

- příloha 9 představuje grafický výstup, kde barevné body znázorňují průměrnou hustotu porostu. Průměrná hustota se vztahuje vždy k danému polygonu. Jeden bod = 0,01 hustota.

Průměrná hustota na polygonech v roce 2015

Legenda

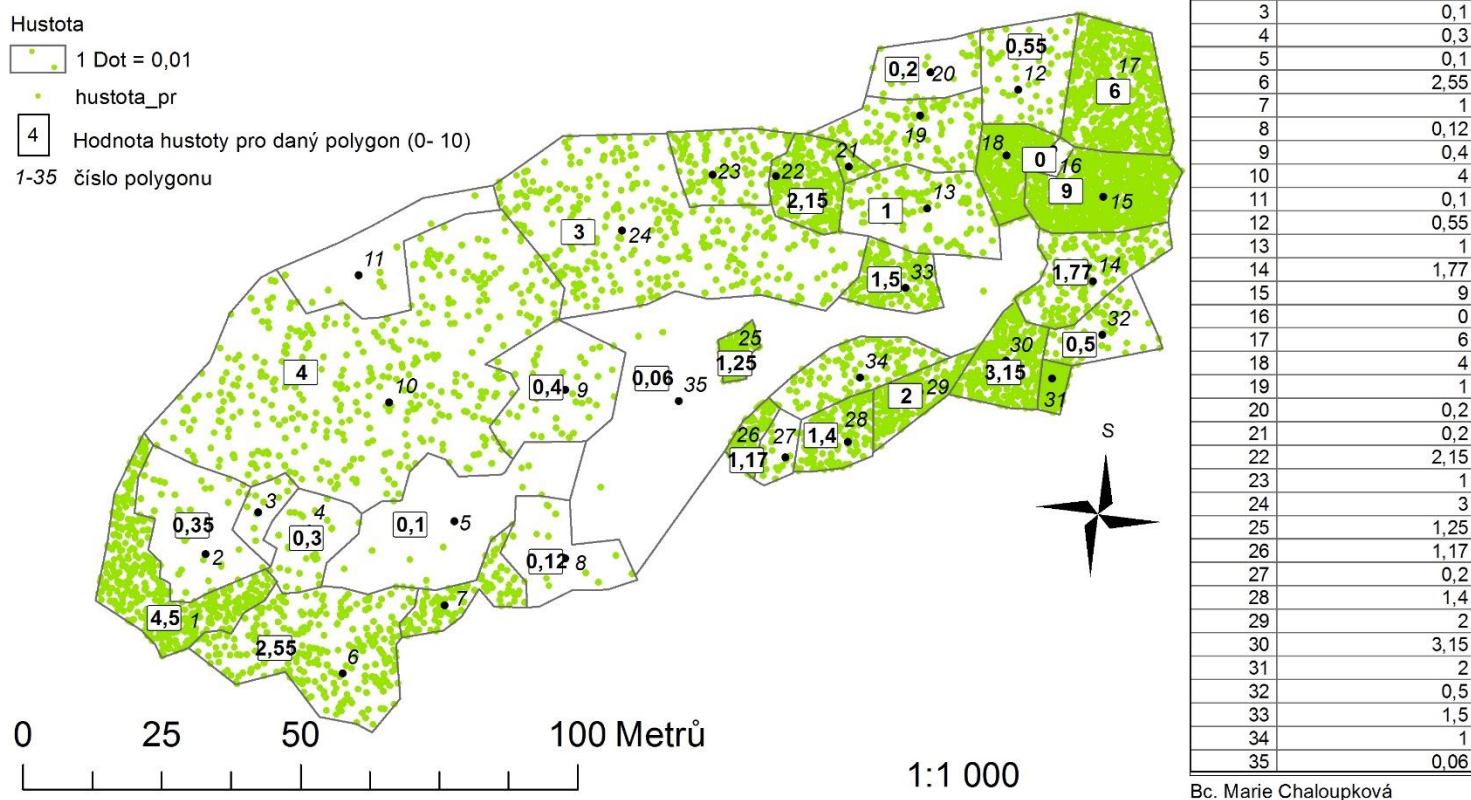
Hustota

1 Dot = 0,01

• hustota_pr

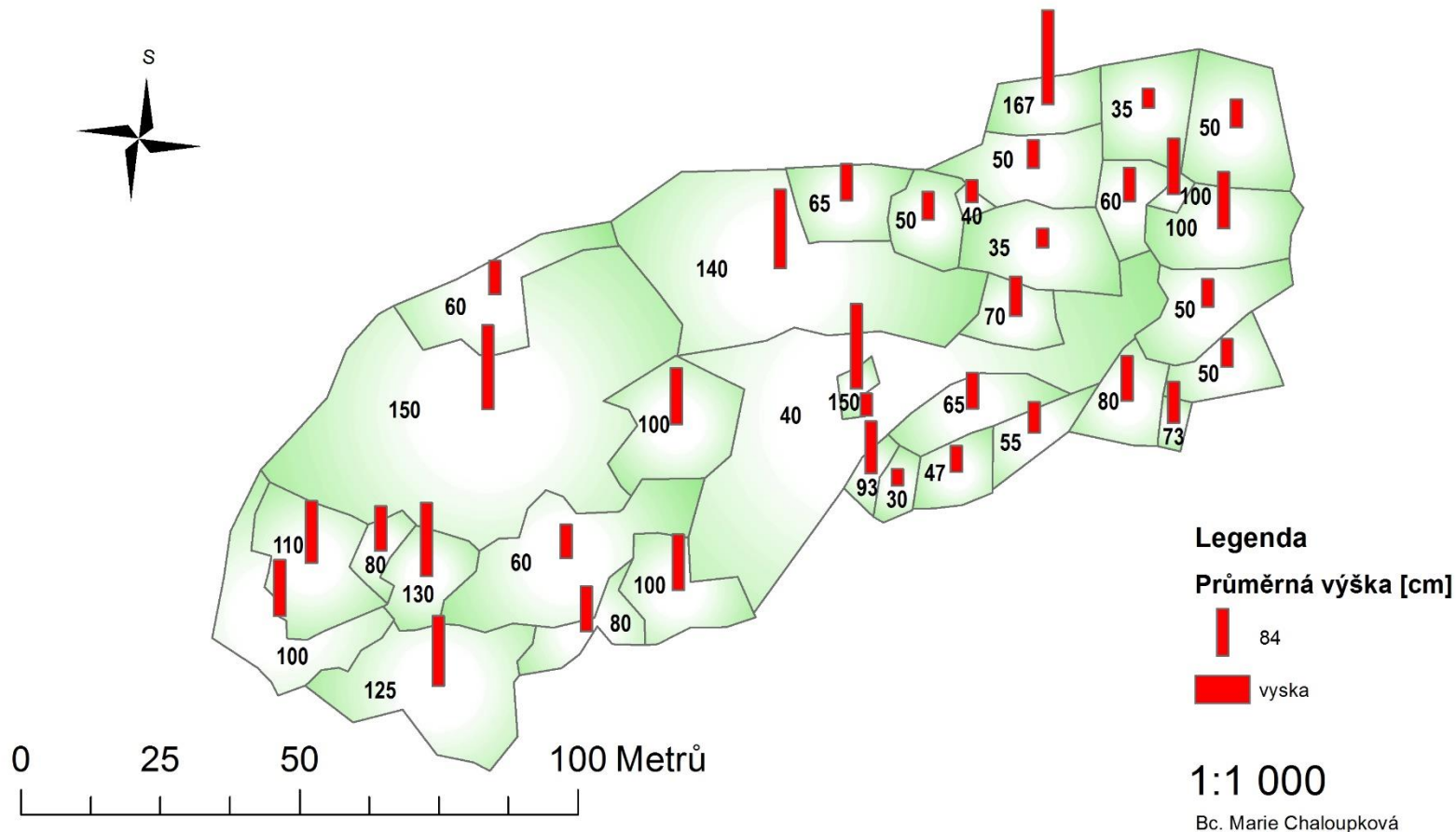
4 Hodnota hustoty pro daný polygon (0- 10)

1-35 číslo polygonu



Bc. Marie Chaloupková

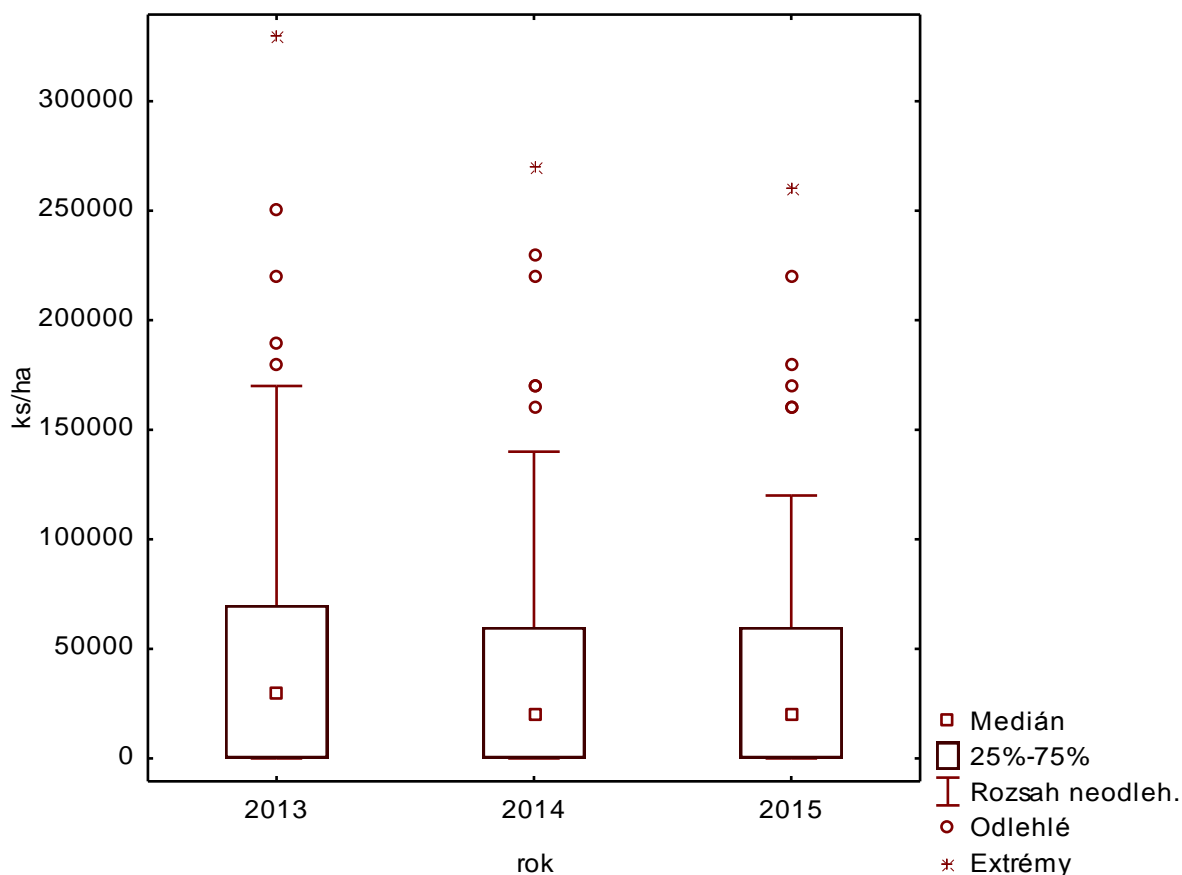
Průměrná výška na polygonech v roce 2015



Příloha 12: Popisná statistika výšky habru jasanu a buku na transektu v roce 2015

Popisná statistika výšky [cm]	BK	JS	HB
Střední hodnota (průměr)	115,08	45,64	59,34
Chyba střední hodnoty	10,21	2,12	2,32
Medián	100,00	40,00	55,00
Modus	170,00	40,00	40,00
Směrodatná odchylka	64,56	17,60	27,28
Rozptyl výběru	4167,40	309,73	744,26
Špičatost	0,14	0,65	18,79
Šikmost	0,86	1,14	3,24
Rozdíl max-min	255,00	79,00	228,00
Minimum	30,00	21,00	22,00
Maximum	285,00	100,00	250,00
Součet	4603,00	3149,00	8189,00
Počet	40,00	69,00	138,00
Největší (1)	285,00	100,00	250,00
Nejmenší (1)	30,00	21,00	22,00
Hladina spolehlivosti (95,0%)	20,65	4,23	4,59

Příloha 13: Krabicový graf vývoje počtu dřevin na TVP



Příloha 14: Fotodokumentace

<i>foto 1: jihozápadní část kalamitní holiny, březen 2012, (autor: vlastní)</i>	81
<i>foto 2: jihozápadní část holiny, květen 2013 (autor: vlastní)</i>	81
<i>foto 3: pohled ze severovýchodu na jihozápad, říjen 2013, (autor: vlastní)</i>	82
<i>foto 4: pohled ze severovýchodu na jihozápad, květen 2014 (autor: vlastní)</i>	82
<i>foto 5: pohled ze severovýchodu na jihozápad, říjen 2015, (autor: vlastní)</i>	83
<i>foto 6: severovýchodní část holiny, březen 2013, (autor: vlastní)</i>	83
<i>foto 7: severovýchodní část holiny, květen 2013 (autor: vlastní)</i>	84
<i>foto 8: severovýchodní část holiny, říjen 2013, (autor: vlastní)</i>	84
<i>foto 9: značení kruhových zkusných plošek na TVP (autor: vlastní)</i>	85
<i>foto 10: poškození na jedli, březen 2013, (autor: vlastní)</i>	85
<i>foto 11: Poškozené semenáčky od zvěře, (autor: vlastní)</i>	86
<i>foto 12: vzorek z plochy č. 6 odebraný na věkovou analýzu (autor: vlastní)</i>	86
<i>foto 13: Pomůcky k měření, (autor: vlastní)</i>	87
<i>foto 14: vzorky nachystané na věkovou analýzu (autor:vlastní)</i>	87



foto 1: jihozápadní část kalamitní holiny, březen 2012, (autor: vlastní)



foto 2: jihozápadní část holiny, květen 2013 (autor: vlastní)



foto 3: pohled ze severovýchodu na jihozápad, říjen 2013, (autor: vlastní)



foto 4: pohled ze severovýchodu na jihozápad, květen 2014 (autor: vlastní)



foto 5: pohled ze severovýchodu na jihu západ, říjen 2015, (autor: vlastní)



foto 6: severovýchodní část holiny, březen 2013, (autor: vlastní)



foto 7: severovýchodní část holiny, květen 2013 (autor: vlastní)



foto 8: severovýchodní část holiny, říjen 2013, (autor: vlastní)



foto 9: značení kruhových zkusných plošek na TVP (autor: vlastní)



foto 10: poškození na jedli, březen 2013, (autor: vlastní)



foto 11: Poškozené semenáčky od zvěře, (autor: vlastní)



foto 12: vzorek z plochy č. 6 odebraný na věkovou analýzu (autor: vlastní)



foto 13: Pomůcky k měření, (autor: vlastní)



foto 14: vzorky nachystané na věkovou analýzu (autor: vlastní)