

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra hospodářské úpravy lesa

**Analýza vlivu vybraných porostních charakteristik na pokryvnost
a produkci brusnice borůvky na území obecních lesů Chrást**

Diplomová práce

Autor: Helena Bartošová

Vedoucí práce: Ing. Jan Kašpar, Ph.D.

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Helena Bartošová

Lesní inženýrství

Název práce

Analýza vlivu vybraných porostních charakteristik na pokryvnost a produkci brusnice borůvky na území obecních lesů Chrást

Název anglicky

Analysis of the influence of selected stand characteristics on the coverage and production of blueberries in the municipal forests Chrást

Cíle práce

Cílem práce je zjištění vlivu porostních údajů dostupných z lesního hospodářského plánu na pokryvnost a potenciální produkci brusnice borůvky. Tyto údaje mohou být v budoucnosti využity jako další důležitý vstupní údaj pro plánování hospodářských zásahů v porostech pro zvýšení a podporu rekreační funkce obecních lesů.

Metodika

V průběhu sezóny budou založeny ve vybraných lesních porostech zkusné plochy, na kterých bude odhadnuta pokryvnost brusnice borůvky a budou spočítány nezralé plody. Z pokryvnosti a počtu nezralých plodů bude následně odhadnuta potenciální produkce borůvek. Současně bude v každém porostu změřena výčetní kruhová základna. Následně bude pomocí statistických metod zhodnocen vliv porostních charakteristik k na zjištěné údaje ze zkusných ploch.

Harmonogram

Duben – srpen 2019 – založení zkusných ploch, sběr dat

Září – prosinec 2019 – statistické zhodnocení dat ze zkusných ploch

Leden 2020 – předložení literární rešerše a zpracovaných dat ke kontrole

Březen 2020 – předložení zhodnocení výsledků a diskuze diplomové práce

Doporučený rozsah práce

40-50 stran

Klíčová slova

nedřevní produkty, ekosystémové služby, plánování

Doporučené zdroje informací

DAVIS, LS. *Forest management: to sustain ecological, economic, and social values*. Boston: McGraw Hill, 2005. ISBN 0-07-032694-0.

PRIESOL, A. – POLÁK, L. *Hospodářská úprava lesov*. BRATISLAVA: PRÍRODA, 1991.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Jan Kašpar, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra hospodářské úpravy lesů

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

Ing. Peter Surový, PhD.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 08. 06. 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Analýza vlivu vybraných porostních charakteristik na pokryvnost a produkci brusnice borůvky na území obecních lesů Chrást vypracovala samostatně, pod vedením Ing. Jana Kašpara, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědoma, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Chrástu 12.6. 2020

.....

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala Ing. Janu Kašparovi Ph.D. za cenné rady a připomínky a také za jeho ochotu a čas, který mi věnoval během konzultací. Rovněž chci poděkovat Mikku Kurttilovi, který je členem institutu přírodních zdrojů ve Finsku a poskytl cenné podklady uplatněné v této diplomové práci.

Poděkování patří také Ing. Karlovi Kuželkovi Ph.D. za pomoc se statistickým zpracováním dat a mojí rodině za podporu.

V Chrástu 12. 6. 2020

.....

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá hodnocením vlivu vybraných porostních charakteristik na pokryvnost a produkci brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus L.*) na území obecních lesů Chrást.

Význam nedřevních produktů a ekosystémových služeb stále stoupá. Bohužel v České republice není problematika týkající se faktorů, které mají vliv na výskyt, množství a kvalitu nedřevních lesních produktů, především bobulovin a hub propracovaná jako ve Finsku. V České republice je od roku 1994 vedena statistika o množství lesních plodů spotřebovaných za rok, ale doposud nebylo zkoumáno, jaké faktory mají na množství plodů dopad.

Výsledky jsou v souladu s předchozími výzkumy a dokládají, že na produkci bobulí má vliv druhová skladba dřevin porostu. Nejvíce zralých plodů brusnice borůvky se vyskytuje v porostech, kde je zastoupen modřín opadavý (*Larix decidua*). Dále bylo zjištěno, že na pokryvnost, a tedy i úrodnost brusnice borůvky má dopad nadmořská výška. V případě této diplomové práce bylo založeno 7 zkusných ploch, přičemž plocha s největším počtem zralých bobulí se nacházela v nejvyšší nadmořské výšce a nejméně úrodná plocha v nejnižší nadmořské výšce. Lze tedy mluvit o pozitivním vlivu nadmořské výšky.

Klíčová slova

nedřevní produkty, ekosystémové služby, lesní plody, externality, lesní ekonomika, hodnocení netržních funkcí, predikční modely, modely předpokládaného výnosu z bobulovin

Abstract

This diploma thesis follows up the influence evaluation of selected vegetation characteristics on the coverage and production of blueberry (*Vaccinium myrtillus L.*) in the municipal forests of Chrást.

The importance of ecosystem and non-wood products is growing. Unfortunately, in the Czech Republic, the issue of factors that affect the occurrence, quantity and quality of non-wood forest products, especially berries and mushrooms, is not elaborated as in Finland. Many statistics of forest fruit consumed per year have been kept since 1994 in the Czech Republic. But there has not been examined what factors have an impact on the amount of fruit, yet.

The results are in line with previous research and they show that the generic composition of tree species has an effect on berry production. Most ripe blueberry fruit occur in growth where larch (*Larix decidua*) is represented. Furthermore, there was found that altitude has an impact of the coverage and so that the blueberries fertility too. Seven experimental plots were set up in this diploma thesis. The area with the largest number of ripe berries was located at the highest altitude and the least fertile area was located at the lowest altitude. Therefore, we can talk about the positive effect of altitude.

Keywords

non-wood products, ecosystem services, forest fruits, externalities, forest economics, non-market functions evaluation, prediction models, models of expected berries yield

Obsah

1 Úvod	11
2 Cíle	14
3 Nedřevní lesní produkty	15
3.1 Příklady nedřevních produktů	16
3.1.1 Matsutake (Pine mushrooms)	16
3.1.2 Nedřevní produkty v Kamerunu.....	16
3.1.3 Nedřevní produkty v Turecku	17
3.1.4 Mnohočetné použití nedřevních produktů z borovice	17
4 Sběr plodů brusnice borůvky v ČR	18
5 Sběr plodů brusnice borůvky ve Finsku	21
5.1 Houby a lesní plody ve Finsku.....	23
5.2 Studie zaměřená na výnosy bobulovin ve Finsku	24
6 Finské modely sloužící pro odhady výnosů z bobulovin	25
6.1 Expertní modelování	27
6.2 Modelování pokryvnosti a meziročních rozdílů ve Finsku.....	28
7 Metodika	31
7.1 Brusnice borůvka (<i>Vaccinium myrtillus L.</i>)	31
7.2 Zakládání zkusných ploch.....	32
7.3 Výběr porostů.....	34
7.4 Lokalizace zkusných ploch	36
7.5 Sběr dat.....	37
7.6 Statistické zpracování dat.....	37
8 Výsledky	39
9 Diskuze	52
10 Závěr	60
11 Seznam použité literatury a použitých zdrojů	62
12 Seznam příloh	66
13 Přílohy	67

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Tab. 1: *Objemy prodeje a výnosy z lesních plodů ve Finsku za rok 2018*

Tab. 2: *Objemy obchodu s borůvkami ve Finsku za roky 2010-2018*

Tab. 3: *Ceny bobulí brusnice borůvky v €/kg ve Finsku*

Tab. 4: *Vybrané porosty a jejich charakteristiky z LHP*

Tab. 5: *Přehled o dozrávání plodů brusnice borůvky*

Tab. 6: *Údaje o zkusné ploše 1*

Tab. 7: *Údaje o zkusné ploše 2*

Tab. 8: *Údaje o zkusné ploše 3*

Tab. 9: *Údaje o zkusné ploše 4*

Tab. 10: *Údaje o zkusné ploše 5*

Tab. 11: *Údaje o zkusné ploše 6*

Tab. 12: *Údaje o zkusné ploše 7*

Tab. 13: *Souhrn počtu plodů ze zkusných ploch*

Obr. 1: *Rozložení zkusných ploch v porostech*

Obr. 2: *Vytyčené pole na zkusné ploše*

Obr. 3: *Tyčky k vytyčení zkusných ploch*

Obr. 4: *Sada Geobrčko*

Obr. 5: *Lokalizace zkusných ploch na mapě*

Obr. 6: *Zkusná plocha 1*

Obr. 7: *Zkusná plocha 2*

Obr. 8: *Zkusná plocha 3*

Obr. 9: *Zkusná plocha 4*

Obr. 10: *Zkusná plocha 5*

Obr. 11: *Zkusná plocha 6*

Obr. 12: *Zkusná plocha 7*

Obr. 13: *Korelace mezi porostními charakteristikami a množstvím plodů*

Graf 1: *Sběr plodů brusnice borůvky v ČR – celkový roční sběr (tis. t) a spotřeba domácnostmi (kg/domácnost)*

Graf 2: *Sběr plodů brusnice borůvky v ČR – roční výnos (mil. Kč)*

Graf 3: *Objemy obchodu s borůvkami ve Finsku za období let 1990-2009*

Graf 4: *Počty plodů brusnice borůvky na zkusných plochách*

Graf 5: *Hmotnost zralých bobulí a závislost na lesním typu*

Graf 6: *Vliv věku porostu na pokryvnost brusnice borůvky*

Graf 7: *Zastoupení modřínu opadavého a počty zralých bobulí*

Graf 8: *Vliv nadmořské výšky na počty zralých bobulí*

Seznam použitých zkratk

BO – borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

DBZ – dub zimní (*Quercus petrae*)

ENTFP – edible non-timber forest products (jedlé nedřevní lesní produkty)

KÚ – katastrální území

LHC – lesní hospodářský celek

LHP – lesní hospodářský plán

LO – lesní oblast

LT – lesní typ

LVS – lesní vegetační stupeň

MD – modřín opadavý (*Larix decidua*)

NLP – nedřevní lesní produkt

OL – obecní lesy

SM – smrk lesní (*Picea abies*)

ZP – zkusná plocha

1 Úvod

Ekosystémové služby lesa jsou výhody, které ekosystém nabízí lidem. V minulosti si lidé příliš neuvědomovali důležitost těchto služeb, protože žili v domněnání, že služby jsou samozřejmostí a nelze je vyčerpat. Dnes už je těmto benefitům věnována větší pozornost a začínáme si jich více vážit, neboť v důsledku globálního narušení přírody dochází i ke snížení pozitivních dopadů, které nám ekosystémy poskytují.

Příkladem jsou ekosystémové služby lesa, který čistí vodu a reguluje její množství v období větších srážek, tím chrání i půdu proti erozi. Les je zdrojem uhlíku, stromy ho zachytávají a zůstává v nich uložen. Je potřeba si uvědomit, že benefitem je i samotná existence porostu, který se podílí na utváření krajinného rázu, zároveň je prostředím, kam si lidé chodí psychicky odpočinout (Evropská komise, 2015). Autoři knihy *Ecosystems and human well-being* definují ekosystémové služby následovně: „*Ekosystémové služby zahrnují produkty, jako jsou potraviny, palivo a vláknina; regulační služby, jako je regulace klimatu a kontrola nemocí; a nemateriální výhody, jako například duševní pohoda nebo estetika.*“ (Ecosystems and human well-being. 2003, s.3).

Ekosystémové služby je možno rozdělit na 4 kategorie:

- Služby poskytující (vše co nám les dává: produkty sloužící jako potrava, různé materiály, nejen dřevo, ale i hedvábí, konopí, lýková vlákna)
- Služby usměrňující (eroze, vítr, hladina vody, čištění vzduchu, zmírnění klima, ...)
- Služby kulturní (rekreace, psychický odpočinek, vzdělávání, sběr hub, sportovní aktivity)
- Služby podpůrné, nezbytné pro fungování ostatních ekosystémů – nemají na lidi přímý dopad, nebo pouze krátkodobý (např. vliv na tvorbu půdy návštěvníky lesa přímo neovlivní, ale následná produkce lesních plodin, závislá na stavu půdy už ano)

(Millenium Ecosystem Assessment, 2003).

Ekosystémové služby byly dříve označovány jako mimoprodukční funkce lesa a rozlišovaly se jako: sociální, zdravotně-hygienické, léčebné, rekreační, krajinnotvorné, estetické, přírodovědné, výchovné a vzdělávací, meditační a spirituální (Hrib a kol., 2009). Lesníci po řadu generací žili v domnění, že produkcí dřeva a řádnou péčí o les, jsou samovolně poskytovány i mimoprodukční účinky, dnes nazývané jako ekosystémové služby. Se změnou životního stylu a úrovně lidí došlo ke zvýšení nároků na ekosystémové služby lesa (Poleno a kol., 2009).

Zvýšení nároků s sebou přináší i ekosystémový přístup k lesu. Vztah člověka a lesa je v ekosystémovém pojetí chápán jako životadárný a záchovný zdroj pro celou společnost. Pomocí ekosystémového přístupu k hodnocení lesů je snadnější analyzovat přírodu a krajinu. Krajina je vyšší geobiocenózou, která se skládá z mnoha ekosystémů (lesní, luční, polní...). Každý ekosystém je rozdělen na řadu podsystémů, proto lesy, a tedy i lesníci svojí aktivitou ovlivňují socioekonomické a přírodní vazby v krajině (Schneider a kol., 2016). Z ekosystémového přístupu je patrné, že jakákoli těžba v lese hluboce ovlivňuje řadu funkcí krajinného ekosystému. Z toho důvodu představuje moderní hospodaření v lesích kompromis mezi produkcí dřevní suroviny a péčí o ostatní, víceúčelové funkce lesních porostů (Poleno a kol., 2007a). S ohledem na narůstající sociální funkce lesů je všeobecným pěstebním cílem mít ekologicky stabilní a zdravé porosty, které budou dosahovat trvalé a co nejvyšší produkce kvalitního dřeva, ale i dalších lesních produktů (Vacek a kol., 2007). Vzestup požadavků na veřejně prospěšné funkce lesa byl impulsem ke změně tradičních představ lesníků a spolu s tím byl zaveden pojem funkčně integrované lesní hospodářství. Funkční integrace spočívá v řešení problémů nejen v oblasti produkce dřeva, ale také využíváním lesů ve veřejném zájmu (Poleno a kol., 2009).

Návštěvy lesa za účelem sběru nedřevních produktů, jako jsou lesní plody, rostliny s léčivými účinky a houby, mají v českých lesích tradici (Šišák a kol., 2016). Lesní plody, především houby a bobuloviny sbírá téměř každá domácnost, což dokazuje, že veřejný význam lesů z tohoto hlediska je vysoký. Produkty nasbírané v lese nahrazují jiné zboží podobného charakteru, které by si domácnost koupila na trhu, sběr má tedy ekonomickou, ale také rekreační funkci. Přestože produkce lesních plodů není účetně vykazována, má reálný dopad na trh (Poleno a kol., 2007b).

Natural Resources Institute Finland (LUKE) ve spolupráci se svým předchůdcem Finským lesním výzkumným ústavem, již od 90. let monitorují výnosy nedřevních produktů lesa. Na základě monitoringu poskytují sběračům informace o nejproduktivnějších místech lesních plodů ve formě digitalizovaných map. Cenné monitorovací informace poskytují i sami sběrači. Výnosy lesních plodů se liší rok od roku, a proto jsou nutná každoroční pozorování ve všech částech Finska z co nejvíce lokalit. Pozorování je snadné a může ho provádět v podstatě kdokoli. Na základě všech pozorování institut vytvoří prognózy sklizně (LUKE).

Mezi základní faktory, které ovlivňují výnosnost bobulí patří půda, její typ, množství živin a vlhkost, dále množství světla a konkurence mezi druhy na dané lokalitě (Gaitanis, 1999).

2 Cíle

Cílem této diplomové práce je zjistit vliv běžně dostupných porostních charakteristik na plodnost a pokryvnost brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus L.*).

Sběr dat proběhne v obecních lesích (OL), kde budou v několika různých porostech založeny zkusné plochy, založení zkusných ploch bude probíhat dle metodiky uplatňované ve Finsku. Na zkusných plochách bude odhadnuta pokryvnost brusnice borůvky a dále budou spočítány nezralé i zralé plody brusnice borůvky. Následně budou zjištěná data a jejich korelace s porostními charakteristikami vyhodnocena pomocí statistických metod.

Podobné závislosti se ve Finsku používají jako podklad pro plánování v porostech. Více prací podobných této by v budoucnu mohlo být použito jako podklad pro plánování hospodářských zásahů v našich lesích. Vyšší produkci plodů brusnice borůvky bude podpořena rekreační funkce obecních lesů.

3 Nedřevní lesní produkty

Nedřevní lesní produkty (NLP) jsou organismy, vázané na lesní prostředí. NLP se řadí do kategorie veřejných lesních statků. Autoři 25letého výzkumu nedřevních lesních produktů z Fakulty lesnické a dřevařské v Praze, rozlišují NLP na:

- Houby (jedlé i nejedlé)
- Lesní plodiny s využitelnými plody (bobuloviny)
- Okrasné rostliny
- Léčivé rostliny
- Některé druhy keřů (použití řemeslné)
- Ostatní produkty (využití ve farmaceutickém průmyslu-mechy, lišejníky)

(Riedl a kol. 2019).

V ČR i téměř ve všech okolních státech je les volně přístupný pro veřejnost. S volným vstupem do lesa je obvykle spojena i možnost sběru lesních plodin, bylin a klestu. Výjimkou je Polsko, kde má vlastník soukromého lesa právo zakázat vstup do lesa. Volný přístup do lesa lze vyloučit i v sousedních státech, ale je časově omezen a podléhá úřednímu schválení. Lesní právo v Rakousku umožňuje sbírat lesní plody pro vlastní potřebu (max 2 kg), ovšem kontrolovatelnost tohoto ustanovení zákona je obtížná až nekontrolovatelná (Riedl a kol., 2019).

V zahraniční literatuře se používá zkratka NTFP (Non Timber Food Products), v překladu to znamená nedřevní jedlé produkty. NTFP jsou zmiňovány v souvislosti s udržitelným rozvojem a snižováním chudoby. Snižování chudoby má klíčový význam ve venkovských oblastech. V důsledku současné klimatické změny důležitost NTFP nepřetržitě stoupá, v některých částech světa představují tyto produkty téměř jediný způsob obživy. Slouží jako důležitá součást stravy i jako předmět pro obchodování. Obživu ve venkovských oblastech představuje zemědělství, sběr divokých plodů a chov zvířat. Pro vlastní potřebu nebo obchod nachází uplatnění vše, co je v přírodě dostupné. Například divoké ovoce, ořechy, jedlé kořeny, med, léčivé rostliny, palmy, ovšem důležitou složkou je i živočišná potrava jako ryby, drobní savci, zvěř (Pullanikkatil, Shackleton, 2019).

3.1 Příklady nedřevních produktů

V následujících podkapitolách jsou uvedeny příklady nedřevních produktů poskytovaných prostřednictvím lesa. Pro představu byly vybrány odlišné produkty z několika různých zemí. Nedřevních lesních produktů je více, zde byly zvoleny produkty, které jsou v současné době nejvyužívanější. Tento výběr ilustruje pestrost a důležitost nedřevních produktů pro různé národy.

3.1.1 Matsutake (Pine mushrooms)

Hitem posledních let se stala Matsutake, houba s výrazným aroma a delikátní chutí, známá jako velká houba, protože její klobouk dosahuje průměru až 20 cm. Nejběžněji roste v severním Finsku, její výskyt je spjat s borovicí (Arctic flavour association, 2015).

V Japonsku byla tato houba proslulá již před tisíci lety, už tehdy byla velmi vyhledávanou lahůdkou.

Ideální podmínky nachází houba i v nejseverněji osídlené provincii Finska, v Laponsku, kde se jí daří díky velmi tenké vrstvě organické hmoty (Palmén, 2016).

3.1.2 Nedřevní produkty v Kamerunu

V souvislosti se snižováním chudoby a snahou zlepšit výživu a zdraví obyvatel Kamerunu se zvýšil zájem o nedřevní lesní produkty a s tím úzce spojené trvale udržitelné hospodaření s lesními zdroji. Druhý největší les na světě, les v Kongu, nabízí velké množství jedlých nedřevních produktů. Tyto produkty jsou zdrojem léků a potravy pro více než 65 miliónů obyvatel lesa a vesničany žijících v blízkosti lesa. V Kamerunu je rozmanitost jedlých produktů jakožto alternativního zdroje potravy obrovská. Jedlé produkty mohou mít různou podobu: listy, stonky, pupeny, kůra, semena, ovoce, ořechy, cibule, palmové víno, oddenky, jedlé houby a hlízy. Na trhu Evropské unie se vyskytují nejčastěji ve formě koření (Djuegap a kol., 2019).

Obchod s nedřevními produkty přináší Kamerunu nemalé roční příjmy. Produkce těchto jedlých nedřevních produktů (ENTFP) by mohla zajistit vyšší průměrný příjem lidí, žijících v lesních zónách a venkovských oblastech (Djuegap a kol., 2019).

3.1.3 Nedřevní produkty v Turecku

V Turecku byl prováděn výzkum, do něhož bylo zapojeno 150 respondentů, studentů university aplikovaných věd. Cílem bylo zjistit, které nedřevní produkty lesa jsou preferovány. Výsledky ukázaly, že nejoblíbenější jsou ořechy, mandle, lipové produkty, šalvěj a kaštiny. Nejméně atraktivní byly plody hlohu, pryskyřice myrhovníku a šafrán (Sarikaya, 2019).

3.1.4 Mnohočetné použití nedřevních produktů z borovice

Borovice je nejdůležitější dřevinou pro průmyslové sektory, poskytuje širokou škálu použití na celém světě. Nejpoužívanějším nedřevním borovým produktem je pryskyřice, která obsahuje terpeny, požívané na výrobu léčiv, chemikálií a potravin. Pryskyřičné produkty nově nachází použití při výrobě zelených plastů a baterií, které jsou biologicky odbouratelné. Další variantou využití borovice je uplatnění jehličí, šišek a kůry na terénní úpravy anebo se používají jako substrát pro květiny. Pryskyřice je vyhledávanou přísadou i v průmyslových podnicích, které se zaměřují na výrobu vláknité lepenky. Při výrobě těžkých kovů slouží terpeny jako bio sorpční látka (Franciele a kol., 2019).

4 Sběr plodů brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus L.*) v ČR

V rámci obecného užívání lesů je v zákoně uvedeno, že každý občan má právo vstupovat na vlastní nebezpečí do lesa a sbírat tam pro vlastní potřebu lesní plody (Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů – lesní zákon). Při každoročním zjišťování stavu lesa a lesního hospodářství v České republice se mimo jiné shromažďují informace o netržní produkci lesa a návštěvnosti lesa.

V České republice je vedena statistika o sběru lesních plodů a návštěvnosti lesa již 26 let, ostatní země v Evropě takto propracovanou, systematickou statistiku nemají. Finové sice také shromažďují data o sběru hlavních lesních plodin, ale ne v tak dlouhém časovém horizontu (Rychlík, 2014).

Agentura StemMark s.r.o. sbírá podklady a primární data prostřednictvím proškolených tazatelů. Pro dotazování je používána metoda face to face neboli přímé dotazování tváří v tvář. První šetření proběhlo v roce 1994 (Ministerstvo zemědělství, 2019).

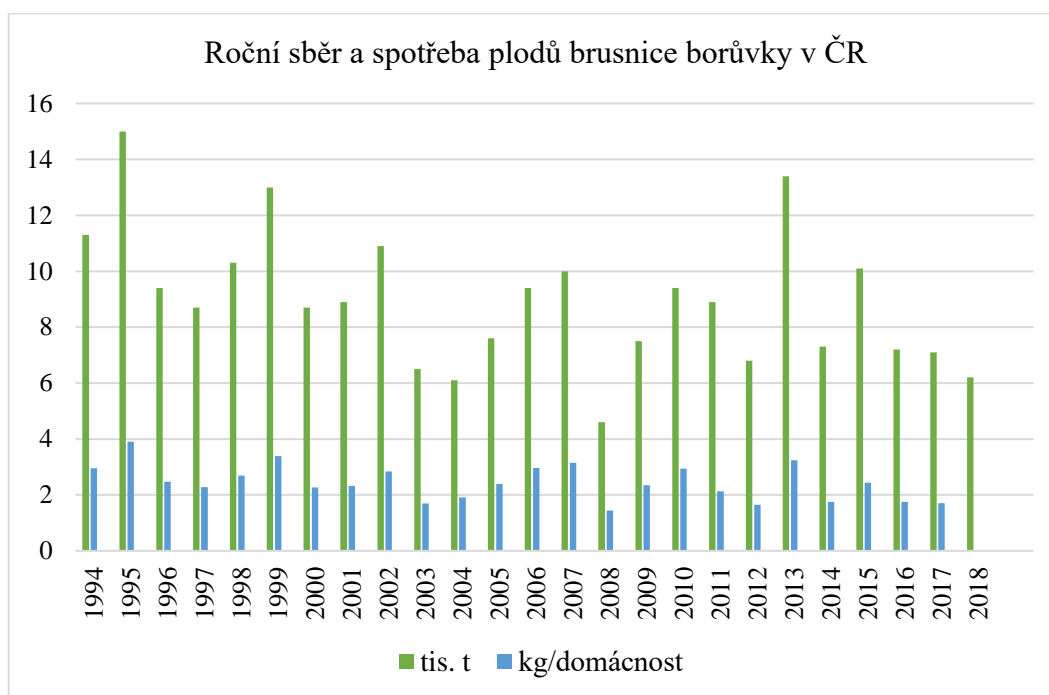
Poslední dostupná data, která jsou z roku 2018, poukazují na to, že v porovnání s předchozími lety byl rok 2018 v objemu sesbíraných hub a lesních plodů podprůměrný. Dlouhodobý průměr celkového množství nasbíraných lesních plodů je 39 tis. tun, v roce 2018 bylo nasbíráno pouze 27,9 tis. tun (Ministerstvo zemědělství, 2019). Z výzkumu agentury StemMark, která každoročně spolupracuje s Českou zemědělskou univerzitou v Praze, vyplývá, že Češi za rok 2018 nasbírali lesní plodiny za 4,57 miliardy korun (Petrášek, 2019).

Vlivem ekonomických a přírodních faktorů dochází k velkému meziročnímu kolísání v produkci a množství lesních plodů. Počty nasbíraných lesních plodů a četnost návštěvníků lesa se značně liší i mezi jednotlivými kraji (přírodní podmínky, počty domácností apod.). Středočeský kraj je v porovnání s průměrem v ČR nadprůměrný v počtech nasbíraných plodů na jednotku plochy, také návštěvnost je oproti jiným krajům vyšší. Příčinou jsou příjíždějící obyvatelé z Prahy (Ministerstvo zemědělství, 2019).

Ačkoli návštěvnost lesa je velmi rozrůzněná v důsledku atraktivnosti místa, lesnatosti a výskytu lesních plodů, stále se drží v dlouhodobém průměru 20 návštěv na obyvatele za rok (Ministerstvo zemědělství, 2019).

Grafické znázornění celkového sesbíraného množství plodů brusnice borůvky za jednotlivé roky (hmotnost v tis. t) a roční spotřeba v rámci jedné domácnosti (kg/domácnost) je zanesena v grafu 1.

Graf 1: *Sběr plodů brusnice borůvky v ČR – celkový roční sběr (tis. t) a spotřeba domácnostmi (kg/domácnost)*

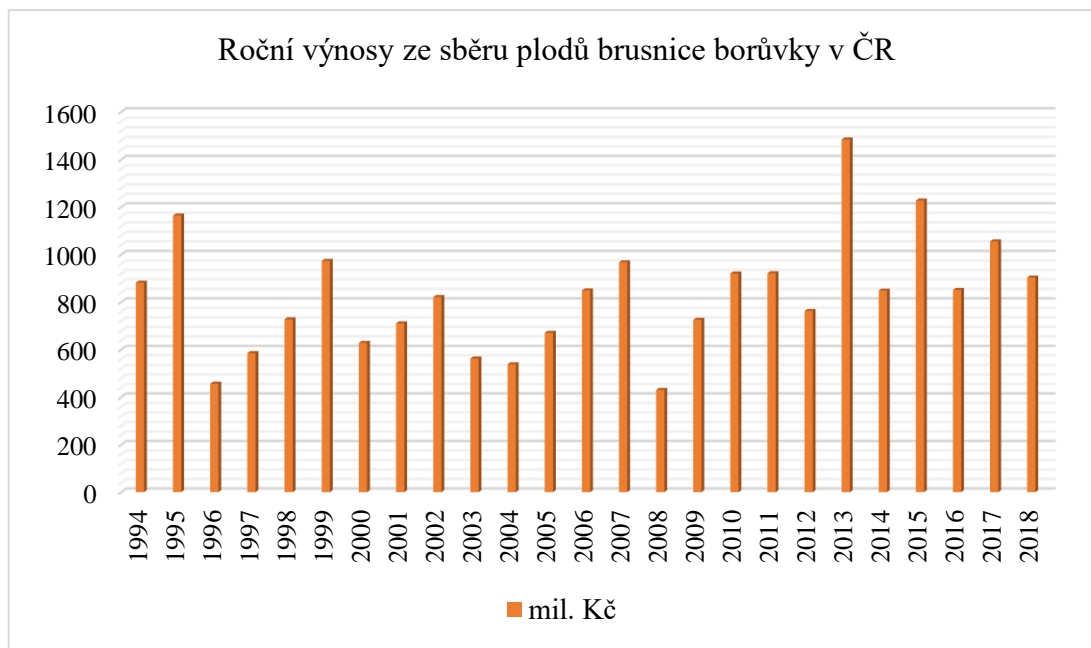


Zdroj: Ministerstvo zemědělství, Zprávy o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky

Z grafu 1 je patrná značná variabilita množství plodů brusnice borůvky mezi jednotlivými roky. Od roku 2015 má množství nasbíraných plodů klesající tendenci, jedním z možných faktorů menší úrodnosti brusnice borůvky může být dlouhodobý nedostatek vody. Za dosud sledovaná období byla největší spotřeba plodů brusnice borůvky domácnostmi v roce 1995, kdy činila téměř 4 kg/ domácnost. Informace o množství nasbíraných plodů na domácnost za rok 2018 ve Zprávě o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky chybí.

Roční výnosy z prodeje plodů brusnice borůvky (mil. Kč) jsou zaneseny v grafu 2. Opět je vidět velká variabilita meziročních výnosů. Největší výnos byl v roce 2013 a nejméně výnosů z prodeje bylo evidováno v roce 2008.

Graf 2: *Sběr plodů brusnice borůvky v ČR – roční výnos (mil. Kč)*



Zdroj: Ministerstvo zemědělství, Zprávy o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky

5 Sběr plodů brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus L.*) ve Finsku

Údaje v tabulkách 1, 2, 3 a v grafu 3 vychází z výzkumu, kterým byla pověřena potravinová agentura Kantar TNS Agri Oy. Účelem studie bylo zjistit, jaké jsou objemy prodeje a výnosy z lesních bobulí a hub ve Finsku.

Výzkum probíhal ve Finsku, pro účely této studie bylo Finsko rozděleno do 4 oblastí (západní a východní Finsko, Laponsko a Oulu-Kainuu). Zaznamenáno bylo pouze tržní množství plodů, které oficiálně vstupuje na trh. Hodnoty v tabulkách nezahrnují spotřebu domácností, která je až třikrát vyšší než tržní množství (Ruokavirasto, 2018).

Tab. 1: *Objemy prodeje a výnosy z lesních plodů ve Finsku za rok 2018*

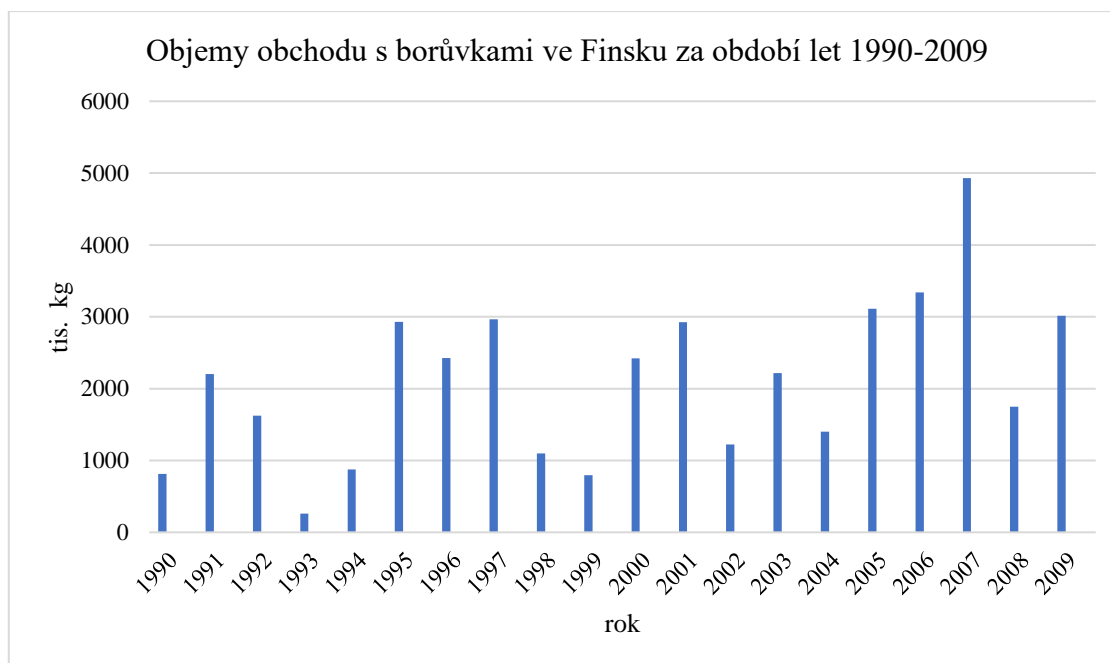
	mil. €/ rok	mil. kg / rok
západní Finsko	1,91	1,16
východní Finsko	4,73	2,46
Laponsko	7,33	3,65
Oulu + Kainuu	2,16	1,16
∑ Finsko	16,10	8,43

Zdroj:<https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/marsi-2018-raportti.pdf>

Tabulka 1 vyobrazuje, že největší množství plodů brusnice borůvky bylo nasbíráno v nejsevernější části Finska - v Laponsku. Naopak nejméně plodů bylo evidováno v západním Finsku a v Oulu Kainuu. Nejnižších výnosů z prodeje bobulí bylo dosaženo v západním Finsku.

Graf 3 znázorňuje objemy obchodu s borůvkami za období let 1990 – 2009 souhrnně za celé Finsko (v tis. kg). V tabulce 2 jsou zaznamenány objemy obchodu s borůvkami v letech 2010 – 2018 a jsou rozděleny do čtyřech oblastí Finska.

Graf 3: Objemy obchodu s borůvkami ve Finsku za období let 1990-2009



Zdroj: <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/marsi-2018-raportti.pdf>

Tab. 2: Objemy obchodu s borůvkami ve Finsku za roky 2010-2018

Brusnice borůvka	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
	tis. kg	tis. kg	tis. kg	tis. kg	tis. kg	tis. kg	tis. kg	tis. kg	tis. kg
západní Finsko	109,8	780,3	10,1	720,2	39,1	1447,6	186,5	433,2	114,7
východní Finsko	8,5	662,2	3718,8	1610,6	433,5	3610	1422,7	1054,1	1335,6
Oulu + Kainuu	978,5	1103,7	1466,2	744,8	2375,3	1238,7	1557,5	1091,9	920,5
Laponsko	1683,1	556,2	1621,8	1932,6	3018,4	903,5	2344,9	1038	3484,1
Σ Finsko	2779,9	3102,4	6816,8	5008,2	5866,3	7199,8	5511,7	3617,1	5854,9

Zdroj: <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/marsi-2018-raportti.pdf>

Stejně jako v ČR i ve Finsku dochází k velkému kolísání v množství plodů mezi jednotlivými roky. Za sledované období let 1990-2018 byl rekordní rok 2015, kdy bylo nasbíráno téměř 7 200 tis. kg borůvek. Naopak nejnižší množství bylo ve Finsku zaznamenáno v roce 1993, kdy bylo nasbíráno pouze 260 tis. kg plodů borůvek.

Sklizeň bobulí brusnice borůvky ve Finsku v roce 2018 byla v důsledku horkého počasí a sucha spíše podprůměrná. Prodáno bylo 5,9 mil. kg borůvek, většina plodů pocházela z Laponska (Ruokavirasto, 2018). Variabilita cen za plody borůvek je znatelná z tabulky 3. Nejnižší cena byla v roce 2016, kilogram borůvek se dal sehnal za 1,17 €, poté došlo k růstu cen a v roce 2018 byla cena za kilogram borůvek 1,87 €.

Tab. 3: *Ceny bobulí brusnice borůvky v €/kg ve Finsku*

rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
cena	€/kg	€/kg	€/kg	€/kg	€/kg	€/kg	€/kg	€/kg	€/kg
	1,6	2,41	1,79	1,49	1,71	1,33	1,17	1,82	1,87

Zdroj: <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/marsi-2018-raportti.pdf>

5.1 Houby a lesní plody ve Finsku

Přírodní podmínky pro pěstování jsou ve Finsku drsné, ale úrodnost lesních plodin je vysoká. Houby a bobuloviny se staly tradiční finskou stravou a jejich sběr je zábavou již po generace (Korpela, 2013). Ve Finsku žije 5,5 milionů lidí, z toho více než polovina navštěvuje les za účelem sběru lesních plodů a hub (LUKE).

Jedna studie ukazuje, že 56 procent Finů, bez ohledu na jejich socioekonomický status, každé léto sbírá lesní plody nejméně sedmkrát. Nejvíce nadšenými sběrači bobulí jsou starší ženy, 87 procent z nich je ve věkové skupině 60–74 let (Korpela, 2013). Lesní plody a houby jsou tedy považovány za poklady finských lesů. Ve finských lesích a rašeliništích roste 37 druhů jedlých lesních plodů, ovšem mezi nejvyhledávanější patří plody brusnice brusinky a brusnice borůvky, které jsou rovněž nejvíce komerční (LUKE).

Navzdory urbanizaci se ve finských lesích každý rok nasbírání přibližně 500 milionů kg bobulí a 2 miliardy kg hub. Severovýchodní Finsko je na tom s úrodou bobulí nejlépe, roční spotřeba na každou domácnost činí zhruba 60 kg. Rodiny buď využijí nasbírané houby a lesní ovoce pro vlastní potřebu, nebo je prodávají. Poptávka po plodech z lesa je vysoká a sběračů je málo, není tedy ani zdaleka sesbíráno vše, co se urodí. Ve Finsku není potřeba žádné povolení ke sběru, proto se v posledních letech zvýšil počet sběračů z Ruska, Estonska a jihovýchodní Asie (Korpela, 2013).

Sběr lesních plodů a hub ve Finsku již nehraje tak významnou roli zdroje příjmu jako dříve, dnes má především rekreační funkci a příznivé zdravotní účinky, které nejsou ceněny příliš vysoce, avšak aktivní sběratelé mají možnost slušného zisku, který je osvobozen od daňových poplatků (LUKE). Příjmy z prodeje jsou tedy pro sběrače příjemným bonusem. Podstatné množství lesních plodů a hub se exportuje do Německa a Rakouska (Korpela, 2013).

5.2 Studie zaměřená na výnosy bobulovin ve Finsku

Ve Finsku probíhá studie orientovaná na výnosy brusnice brusinky (*Vaccinium vitis-idaea L.*) a brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus L.*) v různých druzích lesů a na rašeliništích již od sedmdesátých let. Koncem osmdesátých let bylo navrženo, že pro zkoumání výnosů z bobulí, by měl být sestaven model, který by pomohl předpovědět úrodu bobulí na základě určitých faktorů (Ihalainen a kol., 2003).

Důvodem nedostatku predikčních modelů je problematika jejich sestavení kvůli malému množství modelovacích dat. Existuje mnoho faktorů, které mají vliv na množství plodů. Jako příklad lze uvést charakter stanoviště, porost, vegetaci a počasí. V roce 1989 Belonogova a Zaitseva představili vzorec, díky kterému lze z krátkodobého hlediska (v daném roce) předpovědět plodnost brusnice brusinky a brusnice borůvky. Ve vzorci byly jako proměnné použity počty květů na metr čtvereční, procento zralých bobulí a průměrná hmotnost jedné bobule. Účelem tohoto modelu je především napovědět sběračům, na kterých lokalitách lze v daném roce očekávat velkou úrodu (Ihalainen, Pukkala, 2001).

Modely předpokládaného výnosu mohou sloužit jako podklad při lesním plánování. Predikční modely je možné sestavit pomocí dvou přístupů. První z nich je založen na zkušenostech z předchozích let, kdy už je známo, ve kterých porostech byla plodnost vyšší. Druhá metoda využívá odborných znalostí, kdy specialisté vyhodnocují fotografie lesních porostů a výtěžnost bobulovin odhadují na základě snímků. Tvorba modelu na základě snímků také není ideální, protože na fotografiích není dokonale vidět přízemní vegetace (Ihalainen, Pukkala, 2001). Odlišná výnosnost bobulí je mimo jiné ovlivněna intenzitou slunečního záření, která je variabilní v závislosti na ploše korun stromů. Vysoká variabilita způsobuje nepřesnosti při inventarizaci bobulí (Ihalainen a kol., 2003).

Největší podíl výnosů z produkce bobulí brusinek a borůvek je na mineralizovaných půdách, ale produkce bobulí je zaznamenávána i na rašeliništích. V příznivých letech činí podíl výnosu bobulí z rašelinišť až 5 procent z celkové úrody (Ihalainen, Pukkala, 2001).

6 Finské modely sloužící pro odhady výnosů z bobulovin

Modely pomáhají odhadnout, jaká bude úroda bobulí brusnice brusinky a brusnice borůvky v určitém porostu a v daných přírodních podmínkách. Data použitá v modelech vychází z okulárního odhadu stanoviště a z počítání plodů v porostech. Pro odhad výnosu se používá stupnice od 0 do 10, přičemž 0 značí velmi špatnou nebo žádnou úrodu a 10 velmi bohatou (Ihalainen, Pukkala, 2001). Predikce úrodnosti na základě modelů se shoduje s dřívějšími modely od Erikssona a kol. z roku 1979, Raatikainena (1983), Raatikainena a kol. (1984), Belonogova a Zaitseva z roku 1989 (Ihalainen a kol., 2002). Tento odhad výnosu vychází z všeobecného dojmu a trvá pouze několik minut. Hodnocení většinou probíhá v období, kdy plody ještě nejsou zralé. Lesní charakteristiky důležité pro odhad výnosů jsou například plocha porostu, v případě mladých porostů počet stonků na hektar, průměrný věk porostu a průměrná střední výška porostu.

Na základě porostních charakteristik se lokality dělí do 4 kategorií: mineralizovaná půda, smrkové bažiny, borové porosty a rašeliniště. Výše jmenované kategorie se dále dělí na 6 skupin dle úrodnosti (1- velmi bohatá, 2- bohatá, 3- střední, 4 - spíše chudá, 5- chudá a 6- velmi chudá) (Lehto, Leikola 1987).

Data z jednotlivých zkusných ploch se zadávají do softwaru, ve kterém se vypočítá řada proměnných pro každý porost. Vypočtené proměnné se používají jako vysvětlující proměnné v regresních analýzách. Proměnné se vypočítávají nejen pro populaci stromů v porostu, ale i pro jednotlivé druhy dřevin (Ihalainen a kol., 2002).

K formulaci predikčních modelů výnosů bobulovin se používá regresní analýza. Pro většinu kategorií lokalit je hodnocení výnosu zkreslené (v datech byl zdůrazněn podíl malé a nulové hodnoty). Lokality, kde je hodnocení výnosů nulové, se z regresní analýzy vyřazují. Aby se hodnocení výnosu bobulovin podobalo normálnímu rozdělení, použije se několik transformačních reakcí (y). V případě tohoto modelu se jako nejlepší způsob transformace dat jevílo použití logaritmu. Aby nedocházelo k výskytu nulových logaritmu, přidá se k odhadu výtěžku 1, predikovaná proměnná v regresních modelech je tedy $\ln(y+1)$. V dalším kroku se testuje, zda se vztahy ve zmiňovaných 4 kategoriích liší. V případě že liší, má každá kategorie vlastní model predikce výnosů nebo by musel být sestaven alternativní obecný model pro všechny kategorie. Při hodnocení výnosů stanovili lesníci různá kritéria, protože hodnocení je subjektivní (např. hodnocení 3 pro někoho představuje střední výnos a pro někoho nízký). Tento problém byl při tvorbě modelů vyřešen fiktivními proměnnými (Ihalainen a kol., 2002).

Byl zkonstruován společný model pro předpověď výnosů brusnice borůvky na minerálních půdách, smrkových bažinách a borových bažinách. Produktem regresní analýzy je následující predikční model:

$$1. \ln(yb + 1) = 0,243 + 0,594 D1 + 0,0016 h^2 - 0,0137 Gs - 0,199 dec.$$

$$2. R^2 = 0,40 \text{ RMSE} = 0,54$$

kde yb = výnosnost borůvky; $D1$ = úrodnost zkusné plochy (1-6): $D1 = 0$, pokud je typ místa 1, 2, 5 nebo 6; $D1 = 1$, pokud je typ místa 3 nebo 4; h = aritmetická průměrná výška (m); Gs = bazální plocha smrku (m^2 / ha); dec = podíl listnatých stromů na celkovém objemu (rozmezí 0 až 1).

Výsledky ukazují, že na pokryvnost a plodnost brusnice brusinky má vliv zápoj a druhová skladba dřevin. Z druhové skladby brusnici brusince nejlépe svědčí borovice a stanoviště s menším podílem listnatých dřevin a smrku (Ihalainen, Pukkala, 2001). Nejvyšší úrodnost borůvek lze očekávat ve zralých borových porostech, kde není příliš vysoké zakmenění. Výnosnost bobulí v listnatých porostech je horší, avšak není to zapříčiněno druhem dřeviny spíše množstvím světla. Dále bylo zjištěno, že na otevřených plochách, nebo v mladých porostech je úrodnost borůvky nižší. V porovnání s brusnicí brusinkou, která prosperuje spíše na chudých stanovištích, brusnice borůvka potřebuje stanoviště s půdou bohatší na živiny (Ihalainen a kol., 2002).

6.1 Expertní modelování

Problémy spojené s empirickým odhadem výnosů je možné eliminovat expertním modelováním. Při expertním modelování hodnotí zkušení sběratelé porosty na základě produkce brusnice brusinky a brusnice borůvky.

Základním předpokladem expertního modelování je zkušený sběrač, který dokonale zná porosty, ve kterých je nejvyšší nebo naopak nejnižší výnosnost bobulí. Expertní modely jsou využívány ke zjištění závislosti mezi výnosem bobulí a konkrétními porostními charakteristikami. Při modelování se využívá komparace dvou různých porostů, kde se hodnotí úrodnost brusnice borůvky jako závislá proměnná a měřitelné charakteristiky porostu jako nezávislé proměnné. Prostřednictvím analytického hierarchického procesu se slovní hodnocení převede na číselné hodnoty. Pro zjištění těchto hodnot je potřeba mezi sebou porovnat všechna stanoviště, to ovšem představuje vysokou časovou náročnost a příliš velké množství komparací. Tento problém byl vyřešen, když Muhonen (1995) rozdělil stanoviště do 5-6 kategorií (sad) a porovnávání bylo možné provést odděleně v každé sadě. Následně se porovnávají sady a jsou číselně hodnoceny (Ihalainen a kol., 2002).

Pro přiřazení priorit k charakteristikám porostu se používá regresní analýza. Tento způsob modelování nevyžaduje kompletní sadu porovnání, tím je umožněno obsáhnout v modelovacích datech hodně stanovišť bez problematiky škálování.

Finové si představují lesní porosty jako prostředí sloužící pro rekreaci a jejich hodnotu měří na základě množství lesních plodů. Vzhledem k tomu, že lesní plody a rekreační funkce lesa jsou považovány za téměř nejdůležitější služby a produkty lesa, lesníci by měli při hospodaření v lesích brát ohled na to, jaký dopad bude mít určitý zásah na výnosy lesních bobulí a hub. Při lesním plánování se čím dál častěji využívá numerická optimalizace a přípravné plány se vytváří automaticky. Numerické modely poslouží i jako předpověď úrodnosti bobulí, které by tedy měly být také automatické (Ihalainen a kol., 2002).

6.2 Modelování pokryvnosti a meziročních rozdílů výnosnosti brusnice borůvky ve Finsku

Ve Finsku bylo zkonstruováno několik modelů předpovídajících výnosy brusnice borůvky (Ihalainen a Pukkala, 2001; Ihalainen a kol., 2002, 2003, 2005; Miina a kol., 2009; Turtiainen a kol., 2016). Tyto modely slouží jako podklady pro lesní plánování.

Turtiainen a kol., 2016 použili jako podklad pro kalibraci celkového výnosu borůvek v průměrném plodinovém roce údaje MASI. Údaje MASI jsou inventarizační údaje o lesních plodech za různé plodinové roky získávané za období 1997–2008. Kalibrace probíhala ve dvou fázích. Prvním krokem byl výpočet průměrného ročního výnosu borůvek ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) na vzorových pozemcích se specifickými údaji o hmotnosti čerstvých borůvek. Na základě průměrných ročních výnosů byla vypočítána aritmetická průměrná výnosnost brusnice borůvky. V druhé fázi se pracovalo s minimálními a maximálními hodnotami ze série nasbíraných průměrných ročních výnosů za pozorovanou dobu (1997–2008). Minimální a maximální hodnoty byly vyděleny průměrným ročním výnosem a následně vynásobeny celkovým výnosem během průměrného plodinového roku (184 mil. kg). Na základě těchto propočtů stanovil Turtiainen a kol., 2016 že se ve Finsku průměrné roční výnosy brusnice borůvky budou pohybovat mezi 90 až 310 mil. kg.

V modelu od Turtainenena byly na zkusných pozemcích seskupeny údaje o procentuální pokryvnosti borůvek. Pro výzkum byly použity vzorové grafy, reprezentované sedmi kategoriemi půd (a-g): a) mineralizované půdy, b) smrkové rašeliny-transformační fáze, c) smrkové rašeliny-transformované fáze, d) borové rašeliny-transformační fáze a e) borové rašeliny-transformovaná fáze. Málo produktivní půda a neproduktivní půda: f) padlé lesy, g) vrcholy. Analýza roční variability výnosů byla provedena na základě údajů MASI (počty zralých borůvek na 5 stálých lokalitách o výměře 1 m², ve vzorových porostech, o kterých bylo známo, že jsou vhodné pro pěstování brusnice borůvky). Soubor s daty obsahoval 306 pozorování průměrných ročních počtů borůvek v 50 porostech. Porosty byly popsány z hlediska dominantě zastoupené dřeviny, stáří, typu lokality a základní plochy (Turtiainen a kol., 2016).

Modely pracovaly s průměrným procentuálním pokrytím borůvek (model 1) a průměrným počtem borůvek v porostu (model 2). Pro zpracování dat byl použit obecný lineární model, v případě pokryvnosti byla použita bionomická odpověď a v případě průměrného počtu borůvek Poissonova odpověď. V případě modelu 1 musely být zahrnuty všechny kontinuální prediktory (stáří, plocha) a kategoriální prediktory (zařazení do jedné ze 7 kategorií). Z ročních výnosů byly vypočteny indexy výnosnosti borůvek. Roční výnosy byly převedeny do exponenciální formy, škálovány tak aby měly průměr 100. Získané indexy byly porovnávány s ostatními modely (Turtiainen a kol., 2016).

Výsledky ukázaly, že nejvyšší pokryvnosti dosahuje brusnice borůvka ve vřesových lesech s mesickou půdou (středně rozložené organické látky). Na skalách a písčných půdách bylo pokrytí značně nižší, a v lesích s bohatým bylinným patrem je výskyt brusnice borůvky ojedinělý. Na mineralizovaných půdách se pokryvnost borůvek zvyšuje spolu s věkem porostu. Na pokryvnost brusnice borůvky má vliv také druh dřeviny. V lesích, kde dominuje smrk, je pokryvnost nižší než v lesích s dominantou borovice. Zastoupení listnatých dřevin má na pokryvnost borůvky negativní vliv. Dalším faktorem, který ovlivňuje pokryvnost je nadmořská výška. Výsledky naznačují, že pokryvnost brusnice je vyšší na chudé, neproduktivní půdě ve vysoké nadmořské výšce než na minerálních půdách v nižší nadmořské výšce.

Nadmořská výška má pozitivní vliv na pokryvnost ve všech kategoriích (a-g). Proto pokrytí borůvkami je vyšší v severním a východním Finsku, kde je vyšší nadmořská výška než v západním a jižním Finsku. Ve vzorových porostech bylo potvrzeno, že prediktory pokryvnosti brusnice borůvky jsou věk porostu, bazální plocha porostu a druh dřeviny. Výskyt brusnice borůvky se výrazně sníží v důsledku těžby (Turtiainen a kol., 2016).

7 Metodika

7.1 Brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus L.*)

Zájemovou rostlinou této diplomové práce se stala brusnice borůvka, plnící vedle jiných i mimoprodukční funkci lesa. Borůvka poskytuje jedny z nejatraktivnějších lesních plodů, jejichž sběr se těší velkému zájmu jak u nás, tak i v okolních státech. Výskyt a produkce borůvky je často diskutovaným tématem ve Finsku, z jejichž studií byly čerpány informace pro tuto práci. Výskyt brusnice borůvky v obecních lesích (OL), kde byl umožněn výzkum a vytyčení zkusných ploch do porostů, byl dalším impulzem pro zpracování tohoto téma.

Vaccinium myrtillus L. – brusnice borůvka, někdy také nazývána jako borůvka černá, je opadavý keř, vytvářející husté nízké porosty. Výška keře se pohybuje od 15-50 cm, listy jsou lysé, přisedlé na krátkém řapíku (Deyl, Hísek, 2008). Květy rostou jednotlivě a jsou opylovány včelami, ale někdy dochází i k samoopylení. Plodem je tmavě modrá až černá, na povrchu ojíňená bobule (borůvka). Bobule jsou šťavnaté, obsahují vitamín C a antokyan, který je příčinou sytě modrého zbarvení. Borůvky jsou oblíbenou pochoutkou savců a ptáků (Pilát, Ušák, 1963).

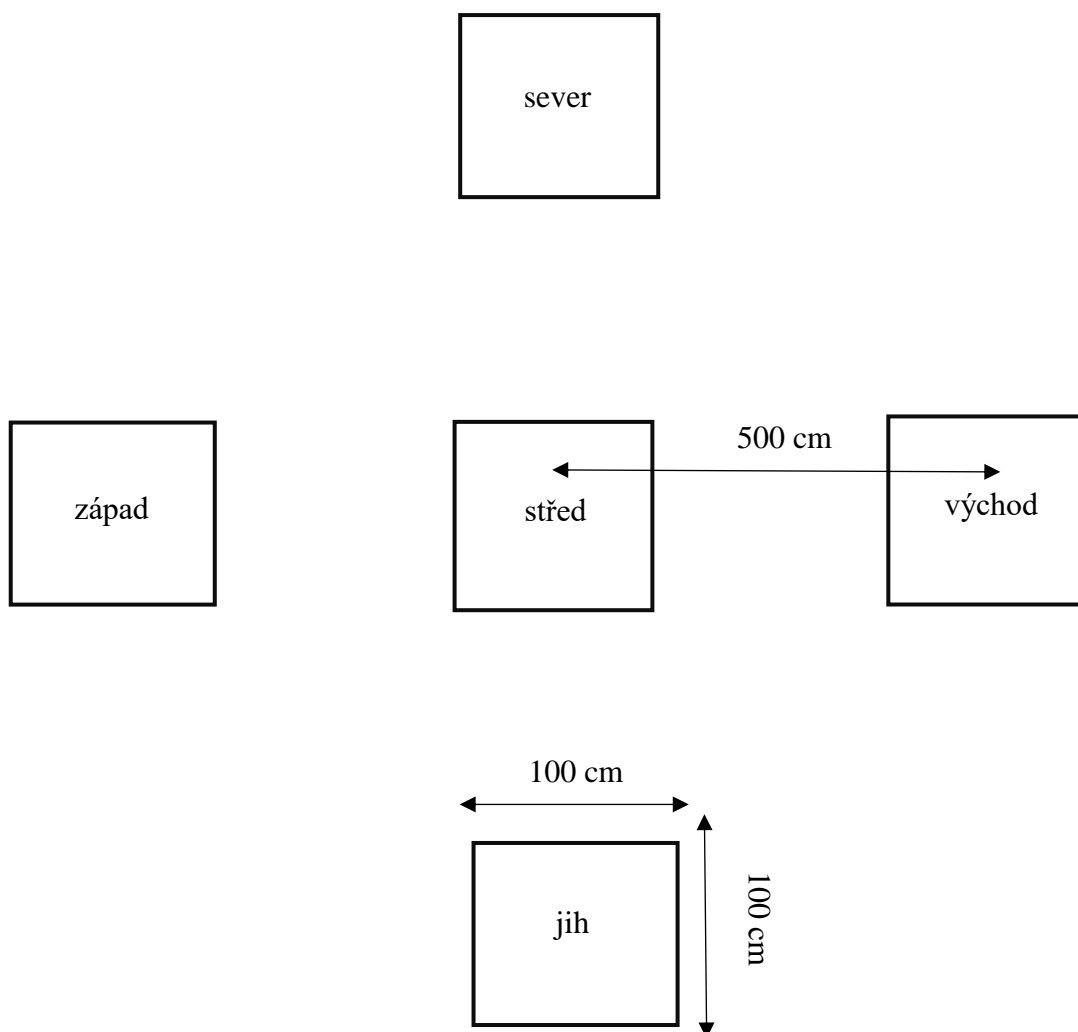
Brusnice borůvka roste často spolu s vřesem obecným (*Caluna vulgaris L.*) a brusnicí brusinkou (*Vaccinium vitis-idaea L.*) v borových lesích nebo v okolí rašelinišť. Tento keřík se vyskytuje od nížin až do 2800 m. n. m. Nároky na půdu jsou střední, dokáže růst na půdách kyselých, chudých na živiny (písčítokamenitých, hlinitých i rašelinných). Nejlépe se borůvce daří na vlhčích půdách v polostínu (Hecker, 2003).

7.2 Zakládání zkusných ploch

Pro sběr dat bylo vybráno 7 odlišných porostů, v každém z porostu byla založena zkusná plocha. Jedna zkusná plocha sestává z 5 polí (obr. 1).

Nejprve bylo vytyčeno středové pole a od něho byla ostatní pole orientována dle světových stran (sever, jih, východ, západ). Jednotlivá pole mají rozměry 1 m x 1 m a jejich vzdálenost od středového pole je 5 m. Vzdálenost byla měřena ocelovým pásmem (pro lepší manipulaci v terénu lze použít provázek o délce 5 m). Od středu středového pole bylo odměřeno 5 m a pro správné určení světové strany byl používán kompas. Pro snadnější vytyčení zkusného pole byl použit dřevěný rámeček s danými rozměry (1 m x 1 m), v rozích rámečku byly do země pomocí sady Geobrčko instalovány plastové tyčky. U každého středového pole byly zaznamenány souřadnice, aby byla zkusná plocha dohledatelná v případě dalšího výzkumu.

Obr. 1: Rozložení zkusných ploch v porostech



Obr. 2: *Vytyčené pole na zkusné ploše*



Zdroj: Autor

Obr. 3: *Tyčky k vytyčení zkusných ploch*



Zdroj: <https://www.progeostav.cz/plastovy-kolik-geobrcko.html>

Obr.4: Sada Geobrčko



Zdroj: <https://www.plastmark.cz/startovaci-sada-geobrcko>

7.3 Výběr porostů

Při výběru porostů byly nejdříve zjištěny porostní charakteristiky z lesního hospodářského plánu (LHP), záměrem bylo, najít porosty s odlišnými porostními charakteristikami. Vybráno bylo 7 rozdílných porostů, variabilita porostních charakteristik byla důležitá z důvodu analýzy. Byly zkoumány rozdíly mezi sebranými hodnotami a jejich korelace s vlastnostmi porostu. Na základě údajů o porostních charakteristikách z LHP byl před vytyčováním zkusných ploch proveden průzkum terénu s cílem zjistit, zda bude v porostu možné vytyčit zkusné plochy (dostatečný výskyt brusnice borůvky apod.).

Porostní charakteristiky zjišťované z LHP:

- Lesní typ (LT)
- Lesní vegetační stupeň (LVS)
- Věk
- Zakmenění
- Dřevinná skladba

Tab. 4: Vybrané porosty a jejich charakteristiky z LHP

Porost	LT	LVS	Věk	Zakmenění	Dřevina	Zastoupení (%)
37C11	3K8	3	108	9	BO	75
					MD	20
					SM	5
37B9	3K8	3	89	8	SM	65
					BO	35
36G3a	4O2	3	27	5	SM	50
					DBZ	50
37F12	3K5	3	118	10	SM	55
					BO	45
36E13	3K3	3	124	9	BO	85
					SM	15
36B16	4O1	3	156	8	BO	90
					SM	5
					DBZ	5
36D12	3S3	3	120	9	BO	65
					SM	25
					MD	10

Vysvětlivky k tabulce:

BO – borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

SM – smrk lesní (*Picea abies*)

MD – modřín opadavý (*Larix decidua*)

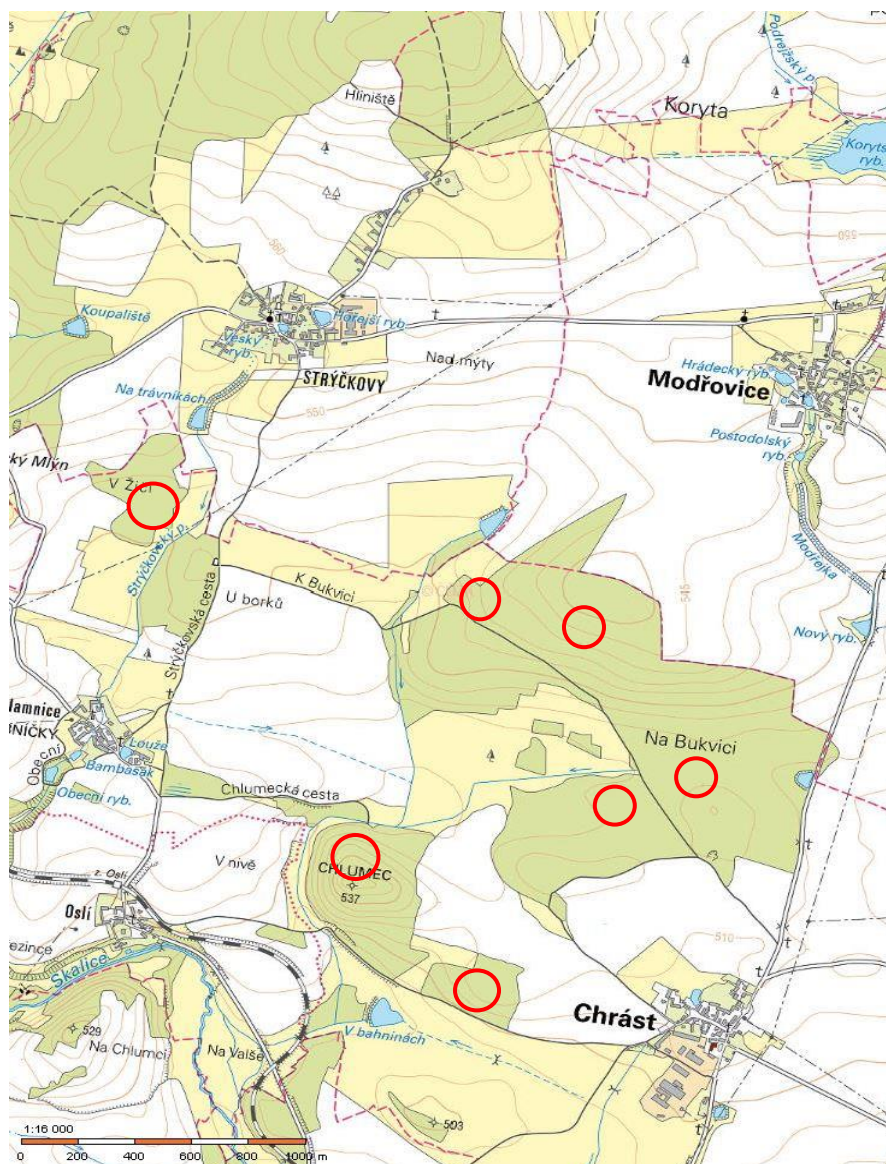
DBZ – dub zimní (*Quercus petrae*)

Při výběru porostů byl rovněž důležitý výskyt brusnice borůvky, dostatečná vzdálenost od lesních cest a dostupnost terénu (podmínky, které umožňovaly vytyčit zkusnou plochu).

7.4 Lokalizace zkusných ploch

Zkusné plochy byly založeny v OL Chrást (č. LHC 113 412, LO Středočeská pahorkatina, KÚ Chrást u Tochovic). Obec Chrást se nachází ve Středočeském kraji, 4 km severně od města Březnice, náleží do okresu Příbram. Nadmořská výška se zde pohybuje okolo 550 m. n. m. Průměrná roční teplota na všech zkusných plochách je 7,3 °C a průměrný roční úhrn srážek činí 623 mm.

Obr 5: Lokalizace zkusných ploch na mapě



Zdroj: <https://nahlizenidokn.cuzk.cz/>

7.5 Sběr dat

Ve zkusných plochách byla v každém jednotlivém poli odhadem stanovena pokryvnost keří brusnice borůvky v procentech. Dále byly v jednotlivých polích počítány nejdříve nezralé a později i zralé plody brusnice borůvky. Počítání plodů i odhad pokryvnosti byl prováděn s použitím dřevěného rámečku, který zajistil ohraničení pole a lepší přehlednost. Po sečtení byly zralé plody sesbírány a byla zjištěna jejich hmotnost na digitální váze.

7.6 Statistické zpracování dat

Pro statistické zpracování dat byla použita analýza rozptylu (Anova) a následně byl vytvořen obecný lineární model. Obě tyto metody byly prováděny prostřednictvím statistického počítačového programu, do něhož se zadávají data a následně se zjistí jejich vzájemná korelace. Kvantitativní a kvalitativní data byla dále zpracována v programu Excel. Výstupem jsou grafy prezentované v kapitole Výsledky.

Anova

Anova je v podstatě t-test, ale používá se pro větší počet skupin. Výpočet probíhá na základě rozptylů. Anova je buď jedno faktorová nebo více faktorová, dle počtu vstupních nezávislých proměnných (faktorů). Faktory jsou kategoriální proměnné (pouze název-např. lesní typ). Nejčastěji se sleduje 1 závislá proměnná (numerická, např. počet zralých plodů) a testuje se, zda ve všech skupinách nabývá stejných středních hodnot. Použit lze buď Anovu klasickou (s normálním rozdělením) nebo alternativní Anovu s jiným rozdělením (Kruskal – Wallis – jedno faktorová Anova pro nezávislá měření). Aby mohla být použita klasická Anova, musí být splněny 2 podmínky: normální rozdělení závislé (výstupní) proměnné a shodný rozptyl ve všech zkoumaných skupinách. Pokud jedna z těchto podmínek není splněna, použije se neparametrická Anova – Kruskal-Wallis (Bořil, 2015). Hlavním důvodem použití Anovy je možnost posoudit hlavní interakční účinky kategoriálních – nezávislých faktorů na faktory kvantitativní – závislé (Bedáňová, 2014).

Obecný linearizovaný model je souhrnné vyjádření s kvantitativní proměnnou a kvantitativními nebo kvalitativními faktory. Jedná se o zobecnění regresní analýzy. Regresní analýza je statistická metoda pro modelování závislosti jedné nebo několika náhodných veličin (závisle proměnných) Y_1, Y_2, \dots, Y_G na jedné nebo více vysvětlujících veličinách (nezávisle proměnných) X_1, X_2, \dots, X_K . Základním úkolem regresní analýzy je pomocí matematické funkce vysvětlit proměnné Y pomocí vysvětlujících proměnných X . Lineární regrese je tedy metoda, která slouží pro spojení bodů v grafu přímkou a umožňuje hledání vzájemného lineárního vztahu.

Podle způsobu, kterým byl lineární model sestaven a následně testován získáme z modelu t-test nebo Anovu. Důležitou funkcí zobecněných lineárních modelů je transformace hodnot prediktoru na hodnoty závislé (výstupní) proměnné a další funkcí je typ rozložení tak, aby byl zaznamenán vztah mezi rozptylem a očekávanou hodnotou (Sebera, 2012).

8 Výsledky

Zakládání zkusných ploch probíhalo v dubnu 2019 a následně byly zkusné plochy průběžně kontrolovány během celé sezóny. Odhadování pokryvnosti bylo prováděno současně s počítáním zelených bobulí. Dozrávání plodů neprobíhalo na všech plochách stejně.

Na některých plochách došlo k zaschnutí plodů, plody nedozrály a počty nezralých a zralých bobulí se lišily. V níže uvedené tabulce jsou zaznamenány časové údaje o sběru plodů.

Tab. 5: Přehled o dozrávání plodů brusnice borůvky

Zkusná plocha	Zelené bobule datum kontroly	Zralé bobule datum sběru
1	15.6.	28.6.
2	24.6.	8.7.
3	23.6.	8.7.
4	23.6.	8.7.
5	24.6.	8.7.
6	28.6.	8.7.
7	28.6.	8.7.

Z tabulky 5 je patrné, že plody na zkusné ploše 1 dozrály již koncem června, což bylo o deset dní dříve než na plochách zbývajících. Variabilita v termínu dozrávání mohla být způsobena odlišnou nadmořskou výškou jednotlivých ploch. Zkusná plocha 1, na které byl zároveň největší počet zralých plodů se nachází v nejvyšší nadmořské výšce (540 m n. m.). Na této ploše dozrály plody bez problému, nedošlo k jejich zaschnutí. Naopak nejnižší úrodnost byla na plochách v nejnižší nadmořské výšce (510 m n. m.), tedy na ploše 3 a na ploše 5. Na ploše 3 bylo i špatné dozrávání plodů, některé plody opadaly, nebo zaschly a nedozrály.

Turtainen a kol., 2016 uvádí, že během své studie zjistil pozitivní vliv nadmořské výšky na úrodnost brusnice borůvky (čím vyšší nadmořská výška, tím vyšší úrodnost). Pozitivní vliv nadmořské výšky na úrodnost brusnice borůvky byl zjištěn i touto studií.

Jelikož u brusnice borůvky dochází nezdávka i k druhému plození, byly všechny zkusné plochy průběžně kontrolovány i za tímto účelem. Na zájmových plochách k druhé vlně plození nedošlo. Pro zajímavost byly navštíveny i lokality v okolních lesích a na některých byla začátkem září druhá úroda brusnice borůvky zaznamenána.

Zkusná plocha 1

Tab. 6: Údaje o zkusné ploše 1

Porost	37C11				
Lesní typ	3K8				
LVS	3				
Věk	108				
Zakmenění	9				
BO	75 %				
MD	20 %				
SM	5 %				
Umístění ZP	sever	jih	východ	západ	střed
Pokryvnost (%)	85	0,5	60	90	75
Nezralé bobule (ks)	617	0	57	257	161
Zralé bobule (ks)	617	0	57	257	161
Zralé bobule (g)	67,87	0	8	33	28,44
Souřadnice středového pole	49°36'24"S 13°56'48"V				
Nadmořská výška	540				

Na první zkusné ploše dozrály plody nejdříve. Počítání zelených bobulí probíhalo v polovině června. Zralé bobule byly sečteny a sklizeny na konci června. Na této ploše se počet nezralých a zralých bobulí shodoval.

Obr. 6: Zkusná plocha 1



Zdroj: Autor

Zkusná plocha 2

Tab. 7: Údaje o zkusné ploše 2

Porost	37B9				
Lesní typ	3K8				
LVS	3				
Věk	89				
Zakmenění	8				
SM	65 %				
BO	35 %				
Umístění ZP	sever	jih	východ	západ	střed
Pokryvnost (%)	60	45	50	50	90
Nezralé bobule (ks)	45	41	93	43	166
Zralé bobule (ks)	15	8	93	31	14
Zralé bobule (g)	0,9	0,48	6	2	0,84
Souřadnice středového pole	49°36'29"S 13°56'30"V				
Nadmořská výška	530				

Na zkusné ploše 2 byly zelené bobule počítány 24.6. a dozrály 8.7. Počet nezralých a zralých bobulí se na této zkusné ploše lišil. Celkový počet nezralých bobulí na ploše byl 388 ks a z toho dozrálo pouze 161 ks.

Obr. 7: Zkusná plocha 2



Zdroj: Autor

Zkusná plocha 3

Tab. 8: Údaje o zkusné ploše 3

Porost	36G3a				
Lesní typ	402				
LVS	3				
Věk	27				
Zakmenění	5				
SM	50 %				
DBZ	50 %				
Umístění ZP	sever	jih	východ	západ	střed
Pokryvnost (%)	50	70	75	15	80
Nezralé bobule (ks)	8	43	4	34	26
Zralé bobule (ks)	8	9	4	34	26
Zralé bobule (g)	0,64	0,72	0,32	3	2
Souřadnice středového pole	49°36'8"S 13°56'59"V				
Nadmořská výška	510				

Zkusná plocha 3 se nachází na lokalitě s nejmladším porostem. Na stanovišti byly před 12 lety vykáceny silné, staré borovice a nyní jsou na ploše smrky, duby zimní a podsadba buku lesního. Počet dozrálých bobulí se lišil pouze na ploše orientované na jih, nezralých bylo napočítáno 43 ks a dozrálo pouze 9 ks.

Obr. 8: Zkusná plocha 3



Zdroj: Autor

Zkusná plocha 4

Tab. 9: Údaje o zkusné ploše 4

Porost	37F12				
Lesní typ	3K5				
LVS	3				
Věk	118				
Zakmenění	10				
SM	55 %				
BO	45 %				
Umístění ZP	sever	jih	východ	západ	střed
Pokryvnost (%)	65	20	30	80	70
Nezralé bobule (ks)	173	71	86	81	93
Zralé bobule (ks)	169	66	15	81	82
Zralé bobule (g)	18	9	1,65	13	11
Souřadnice středového pole	49°36'9"S 13°57'7"V				
Nadmořská výška	520				

Na zkusné ploše 4 dozrávaly plody podobně jako na ostatních plochách. Zelené plody byly počítány 23.6., zralé plody byly otrhány a sečteny 8. 7. Počet nezralých a zralých plodů se lišil, ale nevýrazně.

Obr. 9: Zkusná plocha 4



Zdroj: Autor

Zkusná plocha 5

Tab. 10: Údaje o zkusné ploše 5

Porost	36E13				
Lesní typ	3K3				
LVS	3				
Věk	124				
Zakmenění	9				
BO	85 %				
SM	15 %				
Umístění ZP	sever	jih	východ	západ	střed
Pokryvnost (%)	40	10	10	50	40
Nezralé bobule (ks)	9	12	11	9	3
Zralé bobule (ks)	9	12	11	9	3
Zralé bobule (g)	0,405	0,54	0,495	0,405	0,135
Souřadnice středového pole	49°35'39"S 13°56'40"V				
Nadmořská výška	510				

Zkusná plocha 5 se nachází na stanovišti s písčitou půdou, ze dřevin zde převažuje borovice lesní. Úrodnost brusnice borůvky byla zde velmi nízká, ale všechny plody dozrály.

Obr.10: Zkusná plocha 5



Zdroj: Autor

Zkusná plocha 6

Tab. 11: Údaje o zkusné ploše 6

Porost	36B16				
Lesní typ	4O1				
LVS	3				
Věk	156				
Zakmenění	8				
BO	90 %				
SM	5 %				
DBZ	5 %				
Umístění ZP	sever	jih	východ	západ	střed
Pokryvnost (%)	10	47	30	80	30
Nezralé bobule (ks)	9	91	70	51	39
Zralé bobule (ks)	9	91	70	51	39
Zralé bobule (g)	1,26	14	9	7	6
Souřadnice středového pole	49°36'35"S 13°55'26"V				
Nadmořská výška	520				

Zkusná plocha 6 se nachází ve starém porostu, kde se s převahou vyskytuje borovice lesní. V porovnání s ostatními plochami zde byla úrodnost brusnice borůvky celkem vysoká. Dozrály všechny plody.

Obr. 11: Zkusná plocha 6



Zdroj: Autor

Zkusná plocha 7

Tab. 12: Údaje o zkusné ploše 7

Porost	36D12				
Lesní typ	3S3				
LVS	3				
Věk	120				
Zakmenění	9				
BO	65 %				
SM	25 %				
MD	10 %				
Umístění ZP	sever	jih	východ	západ	střed
Pokryvnost (%)	35	55	5	50	45
Nezralé bobule (ks)	8	40	6	120	259
Zralé bobule (ks)	8	40	6	120	259
Zralé bobule (g)	1,2	6	0,9	22	34
Souřadnice středového pole	49°35'54"S 13°56'13"V				
Nadmořská výška	530				

Zkusná plocha 7 se nachází ve svahu. Je zde poměrně vysoké zastoupení modřínu opadavého. Nejvíce plodů se nacházelo v poli středovém a poli orientovaném na západ.

Obr. 12: Zkusná plocha 7



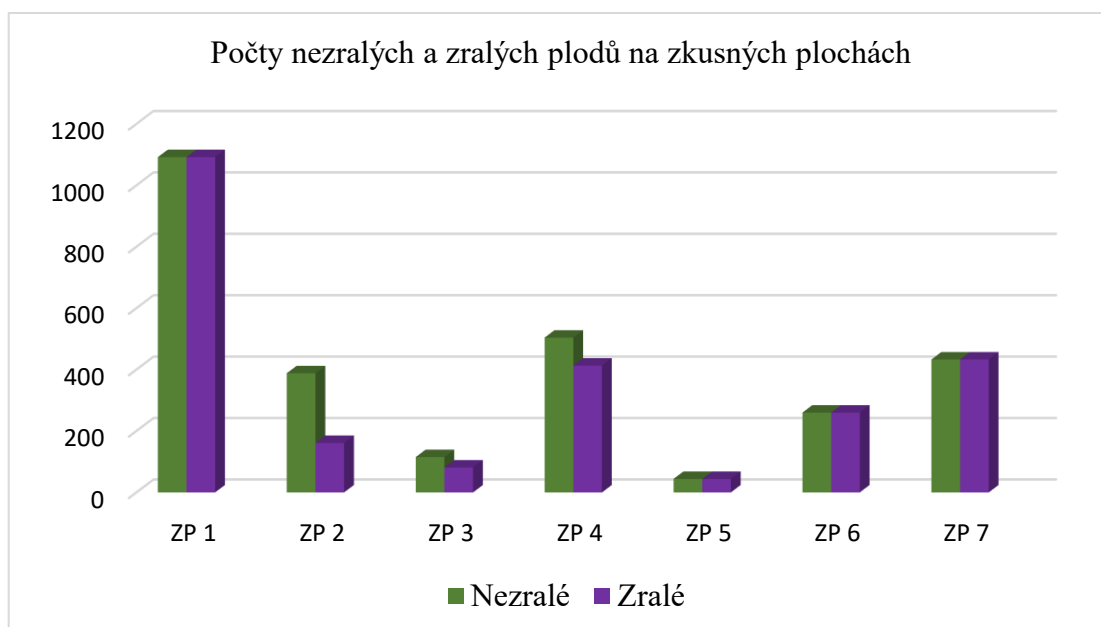
Zdroj: Autor

Tab. 13: Souhrn počtu plodů ze zkusných ploch

	ZP 1	ZP 2	ZP 3	ZP 4	ZP 5	ZP 6	ZP 7
Σ ZRALÝCH PLODŮ (ks)	1092	161	81	413	44	260	433
Σ NEZRALÝCH PLODŮ (ks)	1092	388	115	504	44	260	433

Dle vyhodnocení v tabulce 13 byla nejurodnější zkusná plocha 1, kde bylo 1092 ks plodů. Plody na ní dozrály dříve než na ostatních plochách, dozrávání probíhalo bez problémů – nedošlo k zaschnutí, ani opadání plodů. Druhá nejurodnější byla zkusná plocha 7, s počtem 433 ks plodů. Na zkusné ploše 4 bylo 504 ks nezralých plodů a dozrálo jich 413. Na zkusné ploše 2 bylo nezralých plodů 388 a dozrálo jich pouze 161, což je největší rozdíl mezi nezralými a zralými plody. Zkusná plocha 6, kde byl počet zralých plodů 260 ks, byla tedy úrodnější, než zkusná plocha 2. Plocha 3, která se nachází v mladém lese, kde byl před 12 lety vykácen borový porost je v plodnosti borůvek podprůměrná (nezralých 115 ks a zralých 81). Nejméně úrodná byla plocha 5 (porost 124 let starý, 85 % borovice lesní a písčité půda), na které sice dozrály všechny plody, ale urodilo se jich pouze 44 ks.

Graf 4: Počty plodů brusnice borůvky na zkusných plochách



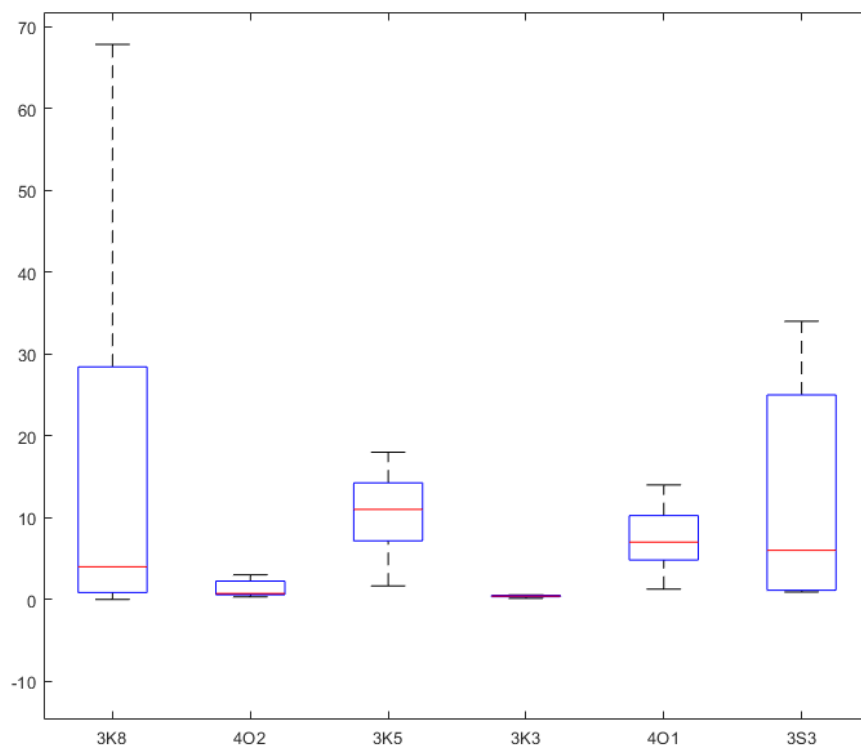
V grafu 4 jsou přehledně zobrazeny rozdíly mezi počtem nezralých a zralých plodů brusnice borůvky na zkusných plochách.

Obr. 13: Korelace mezi porostními charakteristikami a množstvím plodů



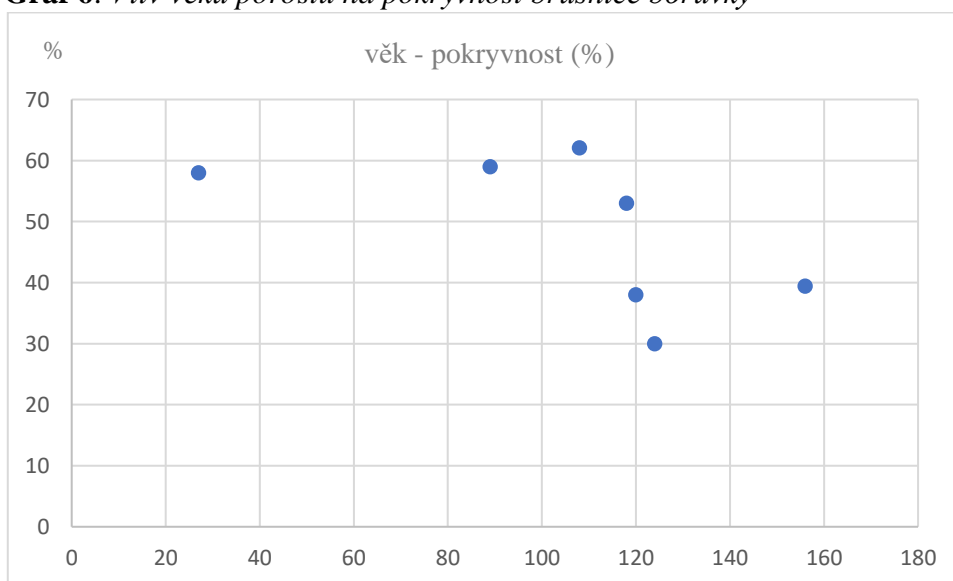
Obrázek 13 znázorňuje korelace mezi jednotlivými porostními charakteristikami a množstvím borůvek. Čím více se hodnota blíží k hodnotě 1, tím vyšší je korelace mezi faktory. Z korelací lze usoudit, že výskyt modřínu má pozitivní vliv na počet dozrálých bobulí. Jedná se ale spíše o trend, nelze mluvit o významnosti.

Graf 5: Hmotnost zralých bobulí (g) a závislost na lesním typu



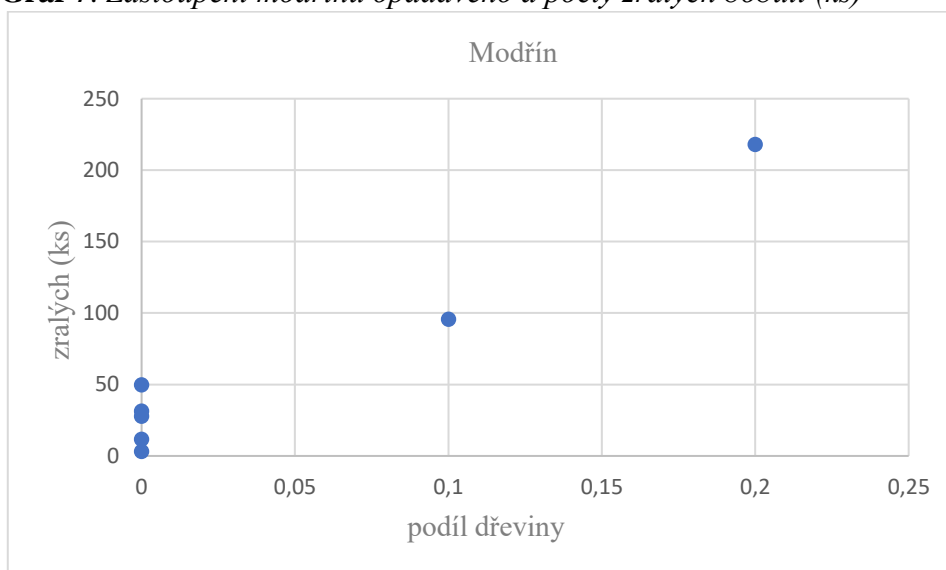
Graf 5 vyobrazuje hmotnosti zralých plodů brusnice borůvky na 6 lesních typech zastoupených ve zkušných plochách. Na zkušné ploše lesního typu 3K3 bylo sesbíráno nejmenší množství plodů (nejmenší výtěžnost), nejvyšší výtěžnosti bylo dosaženo na lesním typu 3K8.

Graf 6: Vliv věku porostu na pokryvnost brusnice borůvky



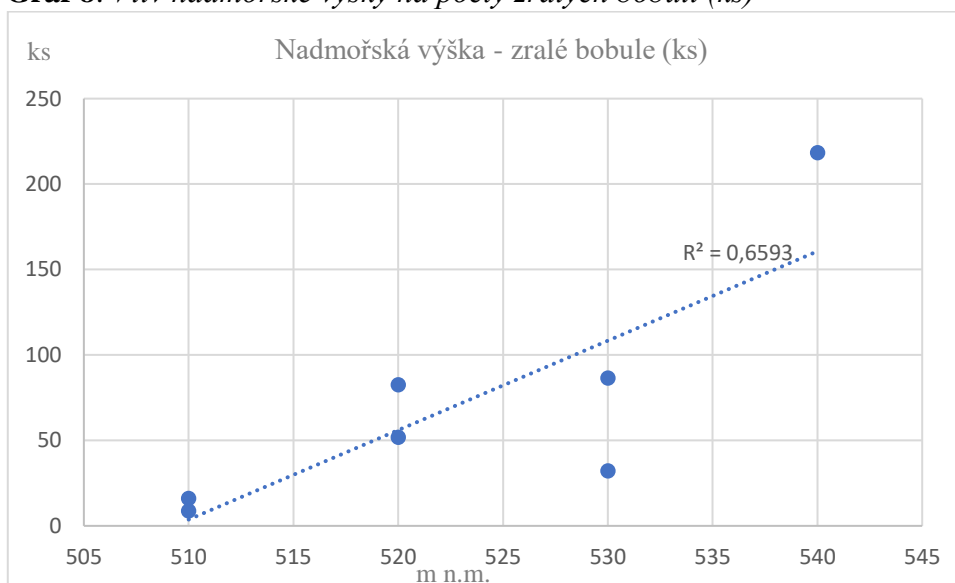
Z grafu 6 vyplývá, že korelace mezi věkem porostu a pokryvností brusnice borůvky je nevýrazná.

Graf 7: Zastoupení modřínu opadavého a počty zralých bobulí (ks)



V grafu 7 je zobrazena korelace mezi podílem modřínu opadavého v porostu a kusy zralých bobulí. Čím vyšší je podíl modřínu opadavého, tím větší je počet zralých plodů brusnice borůvky.

Graf 8: Vliv nadmořské výšky na počty zralých bobulí (ks)



Graf 8 znázorňuje korelaci nadmořské výšky a počtu zralých plodů. Čím vyšší je nadmořská výška, tím větší počet zralých plodů se na ploše vyskytuje, jedná se o rostoucí trend.

9 Diskuze

Význam ostatních lesních produktů byl přibližně před 100 lety vysoký, potom klesal a od 20. století zájem společnosti o tyto produkty opět výrazně vzrostl. Jedním z důvodů je nynější atraktivita zdravé výživy (Štícha a kol., 2015). Další příčinou zvyšujícího se zájmu je úspora financí. Lesní plody jsou veřejným statkem a každý má právo si je v lese pro svou potřebu sbírat a nemusí při tom brát ohled na vlastníka lesa. Lidé takto ušetří peníze za plody, které by si jinak kupovali v obchodě.

Společenský zájem o nedřevní produkci lesa na lokalitách s výskytem brusnice borůvky je stejný ne-li větší než zájem o dřevní produkci. Nejčastěji sbíranou bobulovinou v našich lesích je brusnice borůvka, sběru borůvek se účastní polovina českých domácností (Riedl a kol., 2019). Vzhledem k významnosti nedřevní produkce lesa se nabízí možnost zvážit novou kategorizaci lesa. Spolu s podporou rekreační funkce lesů by mohlo být docíleno vyššího stupně ochrany lesů a tím pádem i větších výnosů z nedřevních produktů lesa.

Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů rozlišuje lesy na základě funkcí, které v daném lese převažují. Lesy jsou rozděleny do 3 kategorií: hospodářské lesy, ochranné lesy a lesy zvláštního určení. Tato kategorizace je mnoha autory kritizována. Vyskotovy kategorie lesů nejsou zaměřeny antropocentricky, ale spíše ekologicky, kdy funkce lesa je považována za služby dostupné člověku a zároveň služby, o jejichž hodnotě rozhoduje člověk (Vacek a kol., 2017).

Dle ekosystémového neboli naturálního pojetí nejsou kategorie lesů seřazeny hierarchicky dle využití, které v lesích převažuje. Z naturálního hlediska jsou pouze identifikovány a roztrženy účinky lesů. Doposud rozeznáváme účinky krajínotvorné, edafické, klimatické a hydrické. Nesmíme opomenout, že lesní ekosystém se podílí také na biodiverzitě (Vyskot a kol., 2003).

Nástinů, jak by nová kategorizace lesů mohla vypadat je několik. Jedním z důvodů nové kategorizace je mimo jiné podpora veřejně prospěšných služeb poskytovaných prostřednictvím lesa. Kdybychom se zaměřili na produkci brusnice borůvky, jakožto jedné z nejvyhledávanější bobuloviny našich lesů, mohly by být lesy s výskytem borůvek zařazeny do kategorie lesů s nedřevní produkcí, kde by byl uplatňován jiný způsob hospodaření. Pro zjištění nejvhodnějšího způsobu hospodaření vedoucímu ke

zvýšení produkce brusnice borůvky, by mohly posloužit predikční modely. V lese by se hospodařilo na základě znalosti vhodných porostních charakteristik. Abychom mohli spolehlivě určit, které porostní charakteristiky mají pozitivní vliv na produkci brusnice borůvky, je potřeba sesbírat data z co nejvíce lokalit, aby se při následném statistickém vyhodnocení mohlo pracovat s dostatečným množstvím dat a výsledky byly spolehlivé.

Sběr dat je časově velmi náročný, v případě této diplomové práce byla sesbírána data ze 7 zkusných ploch. Údaje z těchto zkusných ploch nestačí pro spolehlivé statistické vyhodnocení. Výsledky jsou tedy spíše informativní a poslouží jako podklad v případě dalšího výzkumu. I přes menší množství dat se některé výstupy výzkumu shodují se závěry z jiných studií.

Turtainen a kol. roku 2016 zjistili, že čím vyšší je nadmořská výška, tím větší je pokryvnost brusnice borůvky. Výsledky této diplomové práce taktéž poukazují na pozitivní vliv nadmořské výšky pro produkci brusnice borůvky. Ze sedmi zkusných ploch byla nejvíce úrodná plocha, která se nachází v nejvyšší nadmořské výšce, naopak nejhorší výsledky byly zjištěny na dvou plochách nacházejících se v nejnižší nadmořské výšce. Na jedné ze zkusných ploch v nejnižší nadmořské výšce bylo nejmenší množství bobulí a zároveň došlo k tomu, že některé plody nedozrály. Výjimka, kde se pozitivní vliv nadmořské výšky nepotvrdil je zkusná plocha 2, kde byla nadmořská výška 530 m n. m. (stejná jako na zkusné ploše 7, která je druhá nejúrodnější). Lze se domnívat, že nízká úrodnost bobulí na zkusné ploše 2 mohla být způsobena dřevinnou skladbou porostu, o které je zmínka v následujících odstavcích. Jako další příklad je možno uvést severní a východní Finsko, kde je v důsledku vlivu nadmořské výšky vyšší pokrytí borůvkami než v západním a jižním Finsku, kde je nadmořská výška nižší.

Věk je dalším možným faktorem, který by mohl mít vliv na plození a výskyt brusnice borůvky. Ihalainen a kol., 2002 předkládají, že nejvyšší pokryvnost lze predikovat ve zralých borových porostech s ne příliš vysokým zakmeněním. Ke stejnému názoru došel v roce 2001 Ihalainen a Pukkala: plodnost i pokryvnost borůvky ovlivňuje druhová skladba dřevin a zápoj, přičemž lesy s převahou borovice brusnici borůvce prospívají. Ihalainen a kol., 2002 dále zjistili, že úrodnost borůvky je nižší v mladých

porostech. S tímto názorem korelují rovněž výsledky tohoto výzkumu. Na zkusné ploše v nejmladší porostu (věk 27) byla výnosnost brusnice borůvky také nízká.

Na faktu, že skladba dřevin ovlivňuje výskyt i úrodnost brusnice borůvky se shoduje Ihalainen (2002), Pukkala (2001), Turtainen a kol. (2016) i Hecker (2003). Mají jednotný názor, že brusnice borůvka nejlépe prosperuje v lesích s převahou borovice, kde je méně zastoupen smrk a negativní dopad na výskyt borůvky mají listnaté stromy. V případě této studie byla zkusná plocha 3 s druhým nejnižším počtem zralých bobulí umístěna v porostu, kde byl z 50 % zastoupen dub zimní. Příkladem nepříznivého vlivu smrku na úrodnost brusnice borůvky je druhá zkusná plocha 2, kde byl nejvýraznější rozdíl mezi počtem nezralých a zralých plodů. Nezralých plodů bylo zaznamenáno 388 a zralých pouze 161, na ploše převažuje z dřevinné skladby smrk ztepilý (65 %). Je možné, že jedním z možných důvodů špatného dozrávání plodů by mohl být právě příliš vysoký výskyt smrku, který se i v jiných studiích ukázal jako nevhodný pro výskyt a plození brusnice borůvky. Na čtvrté zkusné ploše 4 byl také výrazný rozdíl v počtu nezralých a zralých plodů a opět se jednalo o případ, kdy na ploše převažoval z dřevinné skladby převažoval smrk (SM 55 %, BO 45 %). Výsledky této diplomové práce naznačují, že pro brusnici borůvku jsou příznivé podmínky v porostech s výskytem modřínu opadavého.

Zkusná plocha 5, plocha s nejnižším počtem zralých bobulí a velmi malou pokryvností se nachází na písčité půdě. Neúrodnost a nízká pokryvnost brusnicí borůvky by se dala přirovnat k výsledku Turtainena a kol. z roku 2016, který při výzkumu zjistil nižší pokryvnost brusnice borůvky na písčitých a kamenitých půdách.

Modelů předpovídající výnosy brusnice borůvky je nedostatek, příčinou nedostatku je jednak časová náročnost sběru dat a také složité vyhodnocení z důvodu malého množství modelovacích dat. Problémovou oblastí je také to, že na produkci může mít vliv mnoho faktorů nebo jejich kombinace. Výzkumy prováděné ve Finsku ukazují, že úrodnost bobulovin se liší rok od roku. Jak bylo již zmiňováno, v ČR je vedena statistika o množství lesních plodů spotřebovaných za rok, i zde je patrná proměnlivost mezi jednotlivými roky. Za období od roku 1994 do roku 2018 bylo sesbíráno nejméně plodů brusnice borůvky v roce 2008, jedním z možných faktorů značného poklesu produkce brusnice borůvky by se dal považovat dopad přírodních živlů. V roce 2007 byla ČR zasažena bouří Kyrill, která mohla přispět k nízké úrodnosti lesních plodů

v následujícím roce. Tvorba modelů, které by pomohly předpovědět výnosy z lesních plodů tedy skutečně představuje vysokou náročnost, ovšem vzhledem k vysoké oblibě lesních plodů a současné změně pohledu na lesní hospodaření je snaha o přiblížení porostních charakteristik vhodných pro co nejvyšší produkci bobulí. Produkce vyššího množství bobulí by mimo jiné měla vliv i na ekonomiku. V následujících odstavcích je nastíněno hodnocení externalit, tedy nedřevních produktů jako jsou plody.

Hodnocením netržních funkcí lesa se zabývá mnoho autorů a shodují se na tom, že ocenění ekosystémových služeb není jednoduché. Ne všechny produkty z lesa jsou zpoplatněny, některé služby jako například rekreace jsou uplatněny spotřebitelem přímo v lese, naopak houby nebo borůvky se odváží z lesa pryč. Zvyšující se poptávka po těchto nedřevních produktech s sebou přináší i řadu problémů a otázek.

Lesníci se snaží najít kompromis mezi dřevními a nedřevními výstupy z lesa, hledají takový způsob hospodaření, při kterém bude dostatečně velká produkce dřeva a zároveň nebude narušený lesní ekosystém, produkce lesních plodin a služby, které les přináší (Davis, Johnson, 1987).

Ocenění ekosystémových služeb je složité už z toho důvodu, že každý vnímá hodnotu ekosystému jinak. Jak uvádí Goulder a Kennedy, 1997, důležitost ekosystémů odlišně vnímají různé kultury, vědní disciplíny a filosofické směry.

Ekosystémy jsou součástí národního bohatství, s velkým množstvím ekosystémových služeb se neobchoduje, nejsou tedy zachyceny v konvenčním systému národních účtů jako součást příjmu. I přes to hraje přírodní kapitál důležitou roli v celkovém národním bohatství (Millenium Ecosystem Assessment, 2003).

Pro kvantifikaci užitků z ekosystémových služeb bylo vytvořeno několik metodik (Hufschmidt a kol., 1983; Braden a Kolstad, 1991; Hanemann, 1992; Freeman III, 1993; Dixon a kol., 1994). V praxi se nejčastěji používají dvě metody ekonomického oceňování ekosystémových služeb: ochota lidí platit a ochota lidí přijmout kompenzaci.

Samotná návštěvnost lesa a s ní související sběr nedřevních produktů se značně liší v závislosti na regionech. Riedl a kol., 2019 také považují za nutné organizačně i legislativně ošetřit začlenění lesů s významnou nedřevní produkcí do kategorií zvláštního určení (lesy s výraznou mimodřevoprodukční funkcí).

O snaze lesníků využívat co nejefektivněji dřevní i nedřevní produkci (tzv. funkční integrace) lesa a s tím související případnou změnou kategorizace lesů byla zmínka v předchozích odstavcích.

V souvislosti s funkčním integrovaným lesním hospodářstvím, jsou při hospodaření v lesích uplatňovány i jiné typy zralostí než mýtní zralost. Můžeme se zaměřit například na zralost mimoprodukční, ekonomickou, hodnotovou nebo technickou (Priesol, Polák, 1991). V případě, že bychom se zaměřili na co nejvyšší pokryvnost a produkci brusnice borůvky, uplatnili bychom například mimoprodukční mýtní zralost, při které porost nejlépe plní jiné funkce (produkci borůvek) než produkci dřeva.

Kdyby se podařilo změnou hospodaření zvýšit produkci brusnice borůvky v lesích, mohly by lesy sloužit jako borůvkové plantáže. Zajímavý je příklad obchodu s borůvkami v Německu. V Duryňském lese pěstují kanadskou borůvku na plantáži o rozloze 5 ha. Zájemci mají ve dnech sběru možnost přijet vlastními vozy přímo k plantáži a sami si nasbírat plody.

Kilogram borůvek stojí 4 eura a předpokládaný výnos je 3000–6000 kg/ha. Roční výnos z této plantáže tedy činí 60000 eur (Riedl a kol., 2019). V přepočtu tedy plantáž vynese 1,5 milionu Kč za rok, což je zajímavá částka v porovnání s tím, jaký výnos by přinesl les o rozloze 5 ha a za jak dlouhou dobu.

Zakládání takovýchto plantáží by se dalo přirovnat k systému agrolesnictví, o kterém píše Riedl a kol., 2019 v publikaci 25 let výzkumu nedřevních lesních produktů. Jedná se o způsob hospodaření, kdy si lze produkci bobulovin, hub a ostatních plodin potravinářského charakteru představit jako alternativu zemědělské produkce.

Snaha změnit hospodaření v lesích a dosáhnout nejvyššího možného využití přírodních zdrojů je znatelná i v ostatních zemích. Trendem ve vývoji lesního hospodářství ve Finsku a Rusku je změna přístupu k lesnímu ekosystému. V Rusku byl realizován projekt Environment, jehož cílem bylo vyzdvihnout ekosystémové služby lesa, zvýšit návštěvnost veřejnosti ve zvláště chráněných územích a zapojit veřejnost do zalesňování. Dalším záměrem projektu bylo informovat společnost o tom, jak lze les chránit například před požáry.

Základem lesního plánování ve Finsku je měření a porovnávání nákladů na obhospodařování lesa a benefitů poskytovaných lesem. Ovšem, jak již bylo zmiňováno, oceňování ekosystémových služeb je problematické, nejsou tedy zahrnuty do ročního obrátu z lesního hospodářství. Stát poskytuje soukromým vlastníkům lesů dotace, záměrem je podpořit management lesa, což povede k lepšímu stavu lesního ekosystému, který bude všem poskytovat své výhody. Současný lesní zákon ve Finsku vymezuje hlavní ekologicky orientované areály a upouští od povinných metod obhospodařování, umožňuje větší svobodu v lesním plánování a rozhodování (Petrov a kol., 2019).

Výzkum zaměřený na rozvoj lesnictví v Rusku a Finsku odhalil současné trendy lesního hospodaření, mimo to však přinesl řadu otázek v oblasti lesní ekonomiky. Jednou z nich je vliv veřejnosti na formování lesního hospodářství. Mohla by být dostupnost přírodních zdrojů jedním z klíčových faktorů ve vývoji efektivního ekonomického růstu lesnictví a ovlivnit tak hrubý domácí produkt? Výstupy výzkumu ukázaly, že forma vlastnictví lesů není rozhodujícím faktorem ve vývoji lesního hospodářství. Na stav lesního hospodářství má největší vliv systém zdanění, správa lesů a legislativní úprava (Petrov a kol., 2019).

Výskyt bobulovin v lesích je pro lidskou společnost důležitý, ovšem jak potvrzují informace níže, pro některé druhy pernaté zvěře je klíčový. Zásadnost výskytu druhů z čeledi vřesovcovitých je dalším argumentem pro změnu k přístupu hospodaření v lese.

Tetřev hlušec (*Tetrao urogallus*) a tetřívka obecná (*Tetrao tetrix*) patřili mezi nejžádanější pernatou zvěř, ale od 2. poloviny 20. století došlo k obrovskému poklesu výskytu této zvěře. Ekologické požadavky těchto druhů jsou odlišné, ale mají mnoho společného a strategie ochrany by se do značné míry mohla shodovat (Porkert a kol., 2019).

Příčinou úbytku populací je zejména změna biotopu, tetřev hlušec vyhledává rozlehlé lesní oblasti jehličnatých i smíšených porostů, vřesoviště, rašeliniště a paseky, kde je dostatek potravních zdrojů. Hlavním zdrojem potravy dospělců jsou pupeny, jehličí a bobule. Tetřev hlušec patří mezi kriticky ohrožené druhy a jedinou životaschopnou populaci tetřeva hlušce najdeme na Šumavě (Bednář a kol., 2018).

Výskyt tetřevů je závislý na faktorech prostředí jako je vertikální struktura, složení bylinného patra, predační tlak, klima. Rozhodujícím faktorem je dostatečné množství rostlinné i živočišné potravy. Na jaře tvoří hlavní složku potravy byliny a pupeny, a to zejména keřky brusnicovitých, mladé šištice a vybrané druhy trav (suchopýr, bika a ostřice). Klíčovou složkou potravy mláďat jsou housenky vázané na keřky brusnicovitých. Koncem léta se tetřevi živí především plody brusnicovitých, výskyt brusnicovitých hraje tedy v životě tetřevů významnou roli. Keřky brusnice borůvky (alespoň 40 cm vysoké) slouží tetřevům také jako úkryt před predátory (Porkert a kol., 2019).

Aby mohly být splněny životní podmínky nutné pro tetřevy, je nutno nejprve zadržet vodu v lese, protože zmiňované složky potravy jsou závislé na půdní vlhkosti. Vlivem lesních meliorací došlo k rapidnímu vysušení porostů, což mělo za následek mimo jiné zarůstání rašelinišť a vymizení mokřadů, které podle dlouhodobé studie ve Finsku snižují úspěšnost hnízdění tetřeva hlušce i tetřívka obecného (Miettinen, 2009). V současné době jsou prováděny revitalizace rašelinišť, revitalizace jsou bohužel omezeny pouze na národní parky, chráněná území nebo ostrůvkovité lokality (Bufková, 2013).

Lesní porosty s různorodým druhovým složením jsou dalším důležitým činitelem při záchraně populací tetřevů, ukázalo se, že plochy s odumřelými kmeny jsou upřednostňovány před plochami zcela vyklizenými po těžbě, nejvyšší populační nárůst byl zaznamenán v oblasti po kalamitě, kde nebyl 15 let proveden žádný hospodářský zásah. Přítomnost lidí v lese je také diskutovatelnou oblastí této problematiky, bylo zjištěno, že se ptáci úplně nevyhýbají lidem, ale v oblastech se zvýšenou turistickou aktivitou je u ptáků zvýšená hladina stresového hormonu, tuto hladinu však ovlivňuje i charakter prostředí. Prioritou je najít kompromis, přijatelný pro všechny strany- ochranu přírody, hospodářské cíle a návštěvníky lesa (Porkert a kol., 2019).

Tetřev hlušec je deštníkový druh, což znamená, že pokud budeme chránit tetřeva hlušce a vytvářet pro něj v lesích vhodné, nebo alespoň přijatelné podmínky pro život, přispějeme tím k záchraně mnoha dalších druhů (Pakkala a kol., 2003).

Vytvoření spolehlivého predikčního modelu by bylo přínosné z několika výše zmiňovaných důvodů. Jednak by se zvýšila rekreační funkce lesů, vyšší produkce lesních plodů by měla pozitivní vliv na ekonomiku a mohla by otevřít nové příležitosti jak pro vlastníky lesů, tak pro návštěvníky. Predikční modely by usnadnily lesní plánování a byly by zlepšeny přírodní podmínky pro některé druhy živočichů.

Stanovení výnosů je složité z důvodu mnoha faktorů, které na sebe vzájemně působí (fyziologie rostlin, genetika a životní prostředí). Tyto faktory zatím nejsou dostatečně chápány, což predikci výnosů komplikuje. Pochopení proměnných by pozitivně ovlivnilo vývoj a přesnost modelů předpovídajících výnosy (DeVetter a kol., 2015). Porostní charakteristiky jsou také proměnné a zjištění jejich dopadů na výskyt brusnice borůvky tedy přispěje k vývoji predikčních modelů.

10 Závěr

V České republice je dobře propracovaná statistika o návštěvnosti lesa a sběru lesních plodů, informace o podmínkách vhodných pro produkci lesních plodů chybí. Sběr lesních plodů je tradicí a jeho význam je stále na vzestupu, proto by měla být věnována pozornost tomu, jaké porostní charakteristiky jsou vhodné pro zvyšování nedřevní produkce.

Cílem této diplomové práce bylo posoudit vliv porostních charakteristik na výskyt a s tím související pokryvnost a plodnost brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus L.*). Pro statistické vyhodnocení byla použita data sesbíraná ze 7 zkusných ploch. Zkusné plochy byly zakládány v obecním lese a byly umístěny v porostech s odlišnými vlastnostmi. Při výběru porostů byly použity údaje z lesního hospodářského plánu.

Pro statistické vyhodnocení byla použita data o množství plodů brusnice borůvky (počet nezralých plodů, počet zralých plodů a procentuální pokryvnost) sesbíraná ze zkusných ploch a údaje o porostech z lesního hospodářského plánu. Byla provedena analýza rozptylu, byly zjištěny korelace mezi množstvím plodů brusnice borůvky a jednotlivými porostními charakteristikami.

I přes malé množství modelovacích dat se výsledky této diplomové práce shodují s některými závěry z výzkumů prováděných ve Finsku. Zdá se, že na produkci brusnice borůvky má vliv věk porostu. Finové se domnívají, že mladé a přestarlé porosty nejsou pro úrodnost borůvek příznivé. Ideální jsou zralé porosty okolo 110 let. Jednoduchým posouzením by se s výsledky plynoucích z Finských studií dalo souhlasit, protože nejvyšší produkce bylo dosaženo na první zkusné ploše, která se nachází v porostu starém 108 let. Bohužel v případě statického vyhodnocení dat této diplomové práce se v důsledku malého množství modelovacích dat ukazuje věk jako nevýznamný faktor, který se na úrodnosti borůvek podílí pouze 2 %.

Významným faktorem je také druhová skladba dřevin, přičemž nejlépe brusnice borůvka prosperuje v lesích, kde převažuje borovice lesní doplněna modřínem opadavým. Výsledky naznačují, že výskyt modřínu opadavého má vliv na množství a hmotnost zralých plodů. Pokryvnost brusnice borůvky na výskytu modřínu opadavého nezávisí.

V shodě s výsledky jiných studií je i zjištění dopadu nadmořské výšky na produkci brusnice borůvky. Na zkusné ploše položené v nejvyšší nadmořské výšce bylo největší množství zralých plodů.

Problematika týkající se korelace mezi porostními charakteristikami a výskytem brusnice borůvky je složitá z důvodu ohodnocení závislosti mezi jednotlivými faktory. Je komplikované posoudit, zda vysoké úrodnosti borůvek v určitém porostu bylo dosaženo výskytem konkrétní dřeviny, nebo jestli se na úrodnosti více podílí typ půdy, který zapříčiňuje konkrétní druhovou skladbu.

Výsledky této diplomové práce naznačují dopady konkrétních porostních charakteristik na výskyt brusnice borůvky, ale k sestavení spolehlivého modelu predikujícího její produkci by bylo potřeba sesbírat data z velkého množství zkusných ploch a více porozumět vzájemné interakci proměnných. Z porostních charakteristik se jeví jako podstatné pro výskyt brusnice borůvky zejména druh dřeviny a věk porostu. Ovšem věk porostu a druh dřeviny ovlivňují například množství dopadajícího světla a srážek, je tedy obtížné určit, zda má na produkci brusnice borůvky větší dopad výskyt konkrétního druhu dřeviny, nebo spíše množství dopadajícího světla. V této diplomové práci nebylo posuzováno množství dopadajícího světla, ale pozornost byla věnována zakmenění, které má vliv na množství světla prostupujícího do porostu.

Větší pozornost by měla být věnována vlivu porostních charakteristik na produkci lesních plodů a následně tvorbě predikčních modelů. Predikční modely by usnadnily lesní plánování a vhodné hospodaření v lesích by mohlo vést k větší podpoře ekosystémových služeb, čímž by se zvýšila polyfunkčnost lesů.

11 Seznam použité literatury a použitých zdrojů

Arctic flavour association. *Matsutake: Wild mushrooms* [online]. Finland: [s. n.], [2015], [cit. 11.11.2019]. Dostupné z WWW: <<https://www.arktisetaromit.fi/en/mushrooms/wild%20mushrooms/matsutake/>>

BEDÁŇOVÁ, I. *Biostatistika*. Multimediální výukový text pro studenty VFU Brno. [online]. Česko: [2014], [cit. 11.3.2020]. Dostupné z WWW: <<https://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/prednasky.htm> >

BEDNÁŘ, V.; ČERVENÝ, J.; DVOŘÁK, J. a kol. *Penzum-myslivost pro teorii a praxi*. 15. vyd. Praha: Druckvo, 2018. 736 s. ISBN 978-80-87668-36-8

BOŘIL, T. *Anova: testy středních hodnot více skupin*. [2015], [cit. 9.3.2020]. Dostupné z WWW: <https://fu.ff.cuni.cz/STAT/17/testy_stredni_anova.html>

BUFKOVÁ, I. *Náprava narušeného vodního režimu rašelinišť v národním parku Šumava*. Ochrana přírody: péče o přírodu a krajinu. 2013, vol. 68 no. 2, s. 17-19. ISSN 1210 - 258X

Česko. Vláda. *Zákon č. 289 ze dne 3. listopadu 1995 o lesích a o změně a doplnění dalších zákonů (lesní zákon)*. In Úplné znění. Ostrava: Sagit, 2019. 576 s. ISBN 978-80-7488-367-5.

DAVIS, Lawrence S.; JOHNSON, K. Norman. *Forest management*. 3. vyd. USA: McGraw-Hill, 1987. 790 s. ISBN 0-07-032625-8

DeVETTER, L.; COLQUHOUN, J.; ZALAPA, J.; HARBUR, R. Yield estimation in commercial cranberry systems using physiological, environmental, and genetic variables. *Scientia Horticulturae*. 2015, vol. 190, s. 83-93. ISSN 0304-4238

DEYL, M.; HÍSEK, K.; *Naše květiny*. 3. vyd. Praha: Academia, 2008. 690 s. ISBN 978-80-200-0940-X

DJUEGAP, J.; GMIHIRE, S.; WANJUKI, I.; MUIRURI, A.; HARVEY, J. *Mycotoxin Contamination of Edible Non-Timber Forest Products in Cameroon*. *Toxins*. 2019, vol. 11, no. 7, s. 16-30. ISSN 2072-6651

Evropská komise. *Ekosystémové služby a biodiverzita*. 2015, 11. vyd. 32 s. ISBN 978-92-79-45725-8

FRANCIELE A. NEIS, FERNANDA de COSTA, ARTUR T. de ARAÚJO Jr., JANETTE PALMA FETT, ARTHUR G. FETT-NETO. *Multiple industrial uses of non-wood pine products*. *Industrial crops and products*. 2019, vol. 130, s. 248-258. ISSN 0926-669

GAITANIS, G. *Forestry, air pollutants and multiple use aspects on berry production of forests in south Sweden* [online]. Lund University Master's Programme in Environmental Sciences, [1999]. [cit. 20. 11. 2019]. Dostupné z WWW: <https://www.lumes.lu.se/sites/lumes.lu.se/files/gaitanis_georgios.pdf >

- GOULDER, L.H.; KENNEDY, D. Valuing ecosystem services: Philosophical bases and empirical methods. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. 1997, str. 23-47. ISBN 1559634758
- HECKER, U. *Stromy a keře*. 1.vyd. Čestlice: Rebo Productions CZ, 2003. 238 s. ISBN 80-7234-291-6
- HRIB, M. a kol. *Lesy v České republice*. 1. vyd. Praha: Consult Praha, 2009. 399 s. ISBN 80-903482-5-4
- IHALAINEN, M.; ALHO, J.; KOLEHMAINEN, O.; PUKKALA, T. *Expert models for bilberry and cowberry yields in Finnish forests. Forest Ecology and Management*. Forest ecology and management. 2002, vol. 157, no. 1-3, s. 15-22. ISSN 0378-1127
- IHALAINEN, M.; PUKKALA, T. *Modelling cowberry (Vaccinium vitis-idaea) and bilberry (Vaccinium myrtillus) yields from mineral soils and peatlands on the basis of visual field estimates*. *Silva Fennica*: Finland, 2001, vol. 35, no. 3, s. 329–340. ISSN 2242-4075
- IHALAINEN, M.; SALLO, K.; PUKKALA, T. *Empirical Prediction Models for Vaccinium myrtillus and V. vitis-idaea Berry Yields in North Karelia, Finland*. *Silva Fennica*: Finland, 2003, vol. 37, no. 1, s. 95-108. ISSN 2242-4075
- KORPELA, S. *Treasures of the boreal forests*. Finland.fi [online]._ 07/2013 [cit. 29.10.2013]. Dostupné z WWW: < <https://finland.fi/life-society/treasures-of-the-boreal-forests/>>
- LEHTO, J.; LEIKOLA, M. *Käytännön metsätyypit*. Kirjayhtymä: Helsinki, 1987.
- Lesprojekt Stará Boleslav s.r.o. *Hospodářská kniha s evidencí. Obecní lesy Chrást. Platnost 2020-2029*.
- MIETTINEN, J. *Capercaillie (Tetrao urogallus L.) habitats in managed Finnish forests – the current status, threats and possibilities* [online]. Finsko: The Finnish Society of Forest Science, 2009 [cit. 2. 12. 2019]. Dostupné z WWW: <<https://dissertationesforestales.fi/pdf/article1874.pdf>> ISBN: 978-951-651-269-6
- Ministerstvo zemědělství. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky* Praha: Ministerstvo zemědělství. Zprávy z let 1998 - 2018. Dostupné z WWW: <<http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/publikace-a-dokumenty/Zprava-o-stavu-lesa-a-lesniho-hospodarstvi-CR/?pos=0>>
- Millenium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and human well-being*. 2. vyd. USA: Island press, 2003. 266 s. ISBN 1-55963-403-0
- Natural resources institute Finland. *LUKE* [online]. Dostupné z WWW: <<https://www.luke.fi/en/>>.
- PAKKALA, T.; PELLIKKA, J.; LINDÉN, H. *Capercaillie Tetrao urogallus-a good candidate for an umbrella species in taiga forests*. *Wildlife biology*. 2003, vol 9, no 4, s. 309-316. ISSN 0909-6396

PALMÉN, J. *Matsutake mushrooms of the year or milenium*. Fungimag. 2016, vol 8, no 5, s 40-48. ISSN 1941-4943

PETRÁŠEK, R. *Češi loni mezeročně nasbírali o třetinu méně hub*. České noviny.

10. 7.2019. ISSN 1213-5003 (<https://www.ceskenoviny.cz/zpravy/pruzkum-cesi-loni-mezeročne-nasbirali-o-tretinu-mene-hub/1776260>)

PETROV V.N.; KATKOVA T.E.; KARVINEN S. *Foreign experience: Trends in the development of forestry in Russia and Finland*. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 2019, vol. 12, no. 3, s. 140-157. ISSN 2312-9824

PILÁT, A.; UŠÁK, O. *Kapesní atlas rostlin*. 9. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1963. 256 s. ISBN 14-158-86

POLENO, Z.; VACEK, S. a kol. *Pěstování lesů I*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007a. 315 s. ISBN 978-80-87154-0-6

POLENO, Z.; VACEK, S. a kol. *Pěstování lesů II*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007b. 463 s. ISBN 978-80-87154-09-0

POLENO, Z.; VACEK, S. a kol. *Pěstování lesů III*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009. 951 s. ISBN 978-80-87154-34-2

PRIESOL, A.; POLÁK, L. *Hospodárska úprava lesov*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1991. 448 s. ISBN 80-07-00430-0

PORKERT, J.; HROMÁDKO, M.; MIKOLÁŠ M. *Mýty v ochraně tetřeva a tetřívka*. Svět myslivosti. 2019. vol. 20, no. 4, s. 32-37. ISSN 1212-8422

PULLANIKKATIL, D.; SHACKLETON, C. M. *Poverty reduction through non-timber forest products*. 1. vyd. Švýcarsko: Springer nature Schwitterland, 2019. 158 s. ISBN 2523-3092

RIEDL, M.; ŠÍŠÁK, L.; DUDÍK, R.; JARSKÝ, V.; PALÁTOVÁ, P. *25 let výzkumu nedřevních lesních produktů*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2019. 80 s. ISBN 978-80-7458-119-9

Ruokavirasto. Marsi 2018 - Luonnonmarjojen ja -sienten kauppaantulomäärät vuonna 2018.2019, no.3

RYCHLÍK, M. *Když Češi sbírají lesní plody, pak za miliardy*. Česká pozice. 20.8.2014. ISSN 1213-1358 (http://ceskapozice.lidovky.cz/tema/kdyz-cesi-sbiraji-lesni-plody-pak-za-miliardy.A140818_190605_pozice-tema_kasa)

SARIKAYA, A. *Recognizability of some non-wood forest products by young people: Case of Atabey vocational school, Isparta, Turkey*. International Journal of Ecosystems and Ecology Science. 2019, vol. 9, no. 3, s. 569-574. ISSN 2224-4980

SEBERA, M. *Statistika-vícerozměrné metody*. 2012, [cit. 9.3.2020]. Dostupné z WWW: < http://www.fsps.muni.cz/~sebera/vicerozmerna_statistika/img1.html >

SCHNEIDER, J.; HOLUŠOVÁ, K. a kol. *Ekosystémové služby a funkce lesů*. 1. vyd. Mendelova univerzita v Brně, 2016. 368 s. ISBN 978-80-7509-469-8

ŠIŠÁK, L.; RIEDL, M.; DUDÍK, R. Non-market non-timber forest products in the Czech Republic—Their socio-economic effects and trends in forest land use. *Land use policy*. 2016, vol. 50, no 1, s. 390-398. ISSN: 0264-8377

ŠTÍCHA, V.; GAŠPARÍK, M.; HRIB, M.; KABEŠ, A.; KUŠTA, T.; PODRÁZSKÝ, V. a kol. *Lesní hospodářství*. 1. vyd. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2015. 266 s. ISBN 978-80-213-2613-2)

TURTIAINEN, M.; MIINA, J.; SALO, K.; HOTANEN, J. *Modelling the coverage and annual variation in bilberry yield in Finland*. *Silva Fennica*. 2016, vol. 50, no. 4, s. 1-12. ISSN 2242-4075

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs na Labem. [online]. Dostupné z WWW: <<http://www.uhul.cz/>>.

VACEK, S.; MALÍK, V.; KAŠÍKOVÁ, V. *Úkoly a cíle pěstování lesů-všeobecný pěstební cíl*. In POLENO, Z.; VACEK, S. a kol. *Pěstování lesů II*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007, s. 98. ISBN 978-80-87154-09-0

VACEK, S.; VACEK, Z.; BÍLEK, L.; REMEŠ, J.; BALÁŠ, M.; PODRÁZSKÝ, V.; ŠTEFANČÍK, I. *Pěstování účelových lesů*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2017. 275 s. ISBN 978-80-213-2785-6

VYSKOT, I. a kol. *Kvantifikace a hodnocení funkcí lesů České republiky*. 1. vyd. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2003. 187 s. ISBN 80-72212-264-9

12 Seznam příloh

Příloha č. 1: *Vaccinium myrtillus L.*

Příloha č. 2: *Sesbírané plody ze zkusných ploch*

Příloha č. 3: *Plody brusnice borůvky*

Příloha č. 4: *Porovnání velikosti plodů ze zkusné plochy 7 a zkusné plochy 2*

Příloha č. 5: *Nedozrálé a zaschlé plody brusnice borůvky*

Příloha č.6: *Variabilita velikosti plodů na zkusné ploše 7 - středové pole*

Příloha č. 7: *Nedozrálé plody ze zkusné plochy 3*

Příloha č. 8: *Vytyčování zkusné plochy*

Příloha č. 9: *Lesní typy a počty nezralých bobulí*

Příloha č. 10: *Podíl borovice lesní v porostech a počty zralých bobulí*

Příloha č. 11: *Podíl smrku ztepilého v porostech a počty zralých bobulí*

Příloha č. 12: *Vliv zakmenění na hmotnost zralých bobulí*

Příloha č. 13: *Vliv věku porostu na počty zralých bobulí*

Autor fotografií příloh: Helena Bartošová

13 Přílohy

Příloha č. 1: *Vaccinium myrtillus L.*



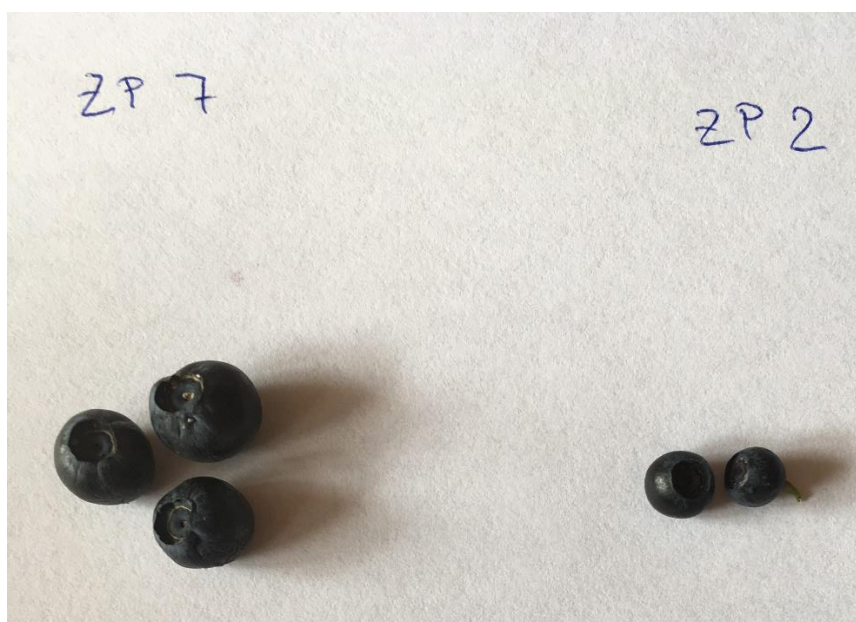
Příloha č. 2: Sbírané plody ze zkusných ploch



Příloha č. 3: *Plody brusnice borůvky*



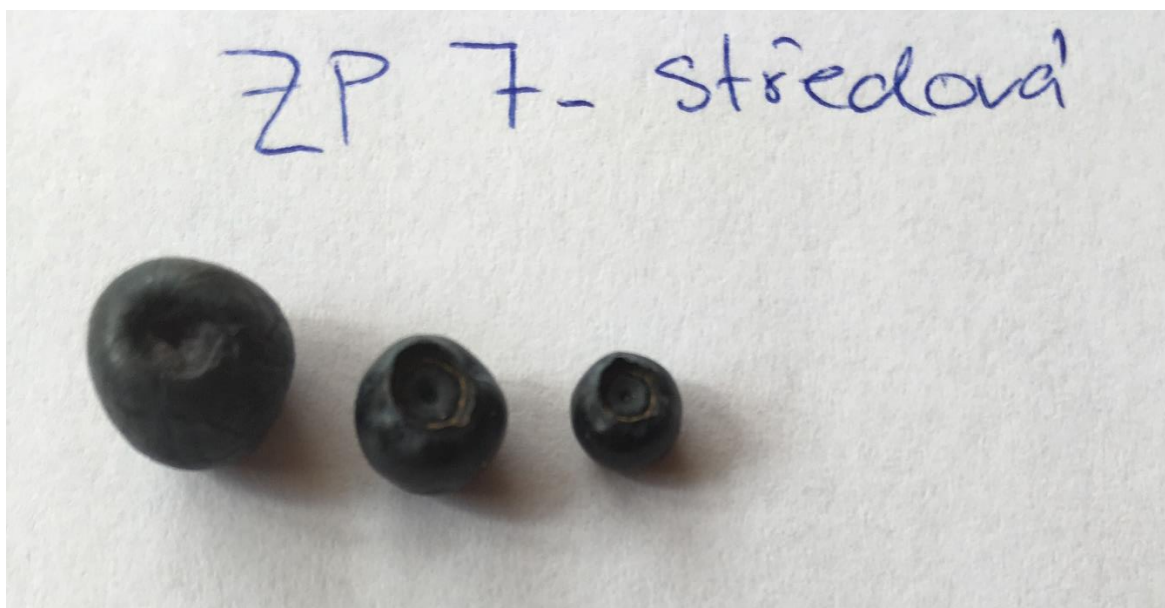
Příloha č. 4: *Porovnání velikosti plodů ze zkusné plochy 7 a zkusné plochy 2*



Příloha č. 5: *Nedozrálé a zaschlé plody brusnice borůvky*



Příloha č.6: *Variabilita velikosti plodů na zkusné ploše 7 - středové pole*



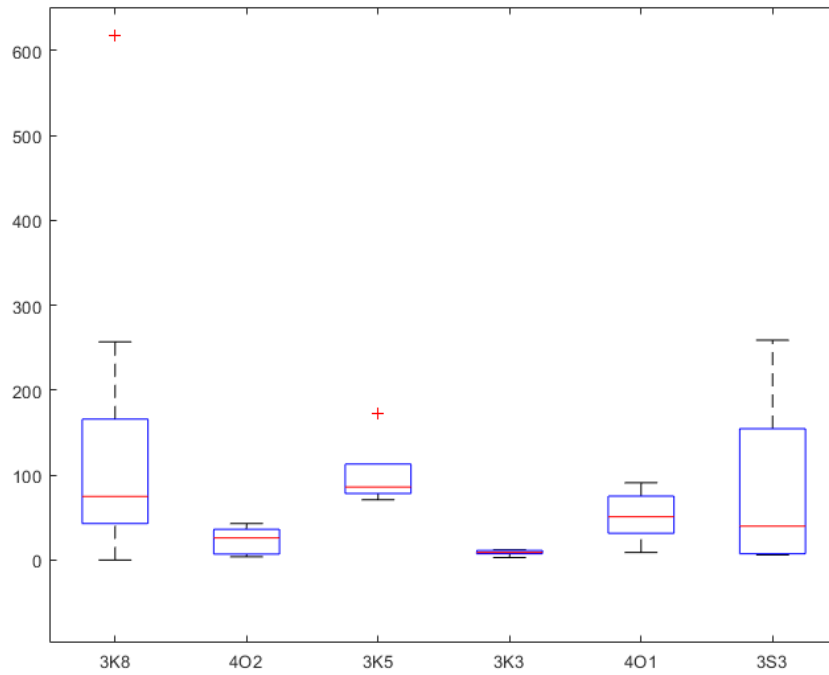
Příloha č. 7: *Nedozrálé plody ze zkusné plochy 3*



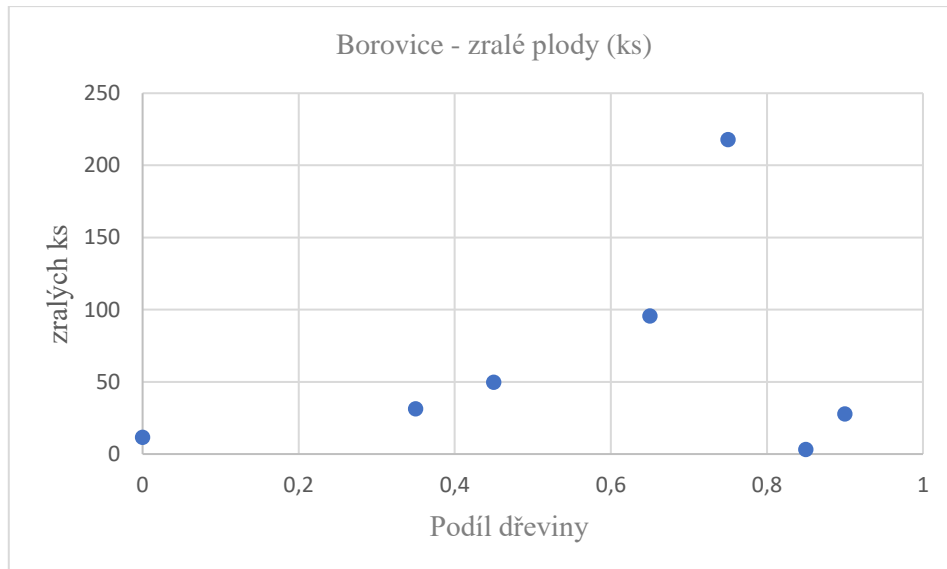
Příloha č. 8: *Vytyčování zkusné plochy*



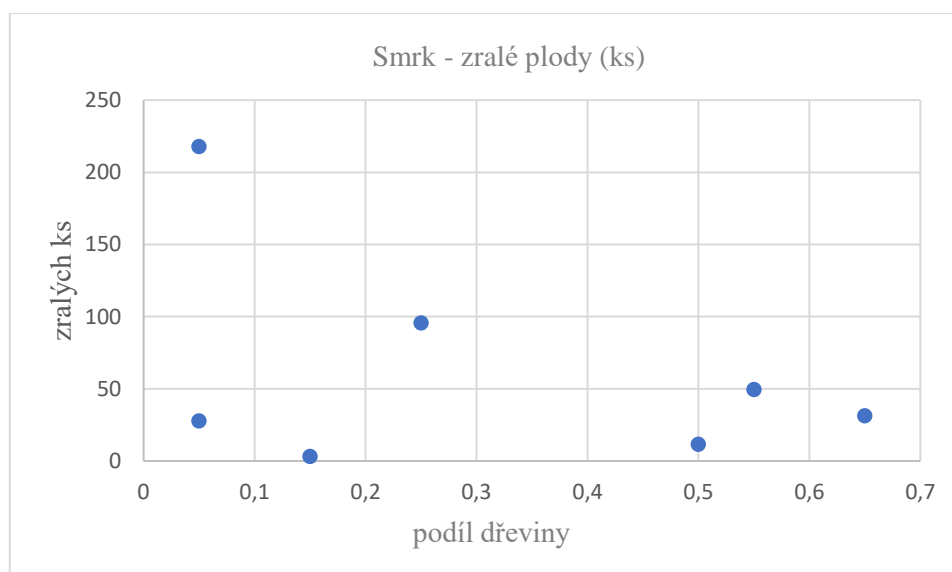
Příloha č. 9: *Lesní typy a počty nezralých bobulí (ks)*



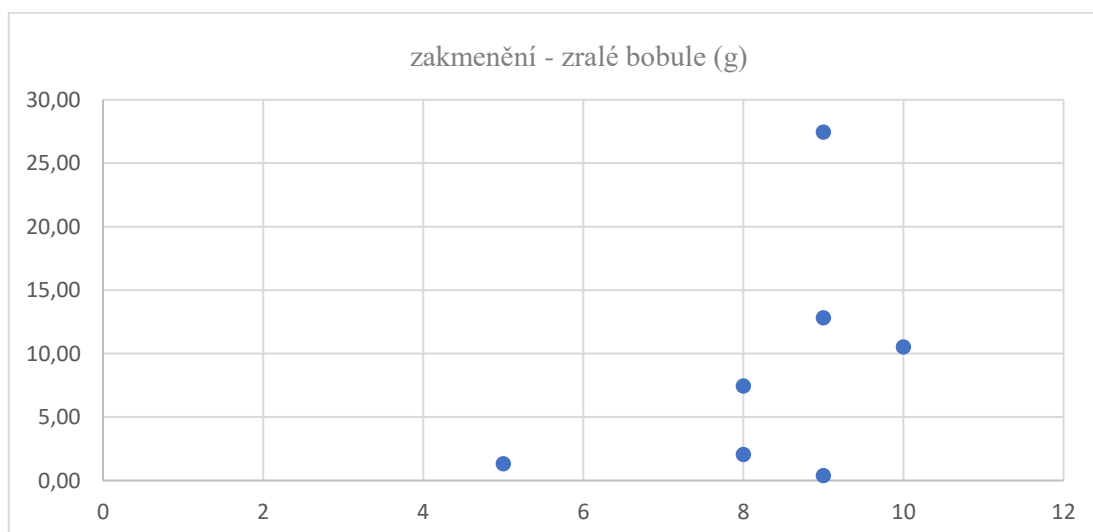
Příloha č. 10: *Podíl borovice lesní a počty zralých bobulí (ks)*



Příloha č. 11: Podíl smrku ztepilého v porostech a počty zralých bobulí (ks)



Příloha č. 12: Vliv zakmenění porostu na hmotnost zralých bobulí (g)



Příloha č. 13: *Vliv věku porostu na počty zralých bobulí (ks)*

