

**Univerzita Palackého v Olomouci**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**Katedra geoinformatiky**

**Kamil FÜKÖ**

**ANALÝZA PŘEMĚN DRUHOVÉ SKLADBY LESŮ  
V LESNÍCH OBLASTECH ČESKÉ REPUBLIKY**

**Bakalářská práce**

**Vedoucí práce: Mgr. Pavel Tuček, Ph.D.**

**Olomouc 2014**

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou/diplomovou práci bakalářského studia oboru Geoinformatika a geografie vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Pavla Tučka, Ph.D.

Všechny použité materiály a zdroje jsou citovány s ohledem na vědeckou etiku, autorská práva a zákony na ochranu duševního vlastnictví.

Všechna poskytnutá i vytvořená digitální data nebudu bez souhlasu školy poskytovat.

V Olomouci 20. května 2014.

---

Děkuji vedoucímu práce Mgr. Pavlovi Tučkovi, Ph.D. a Ing. Pavlovi Samcovi za podněty a připomínky při vypracování práce.

Bakalářská práce vznikla rovněž za podpory projektu Vnitřní grantové agentury Univerzity Palackého v Olomouci s názvem Statistické inference nad daty ze senzorů a sensorových sítí - předzpracování, modelování, verifikace, interpretace a vizualizace. Registrační číslo projektu PrF\_2013\_024.

Vložený originál **zadání** bakalářské/diplomové práce (s podpisy vedoucího katedry, vedoucího práce a razítkem katedry). Ve druhém výtisku práce je vevázána fotokopie zadání.

# OBSAH

ÚVOD .....	7
<b>1 CÍLE PRÁCE.....</b>	<b>8</b>
<b>2 POUŽITÉ METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ .....</b>	<b>9</b>
2.1 Použité metody.....	9
2.1.1 Studentův t-test .....	9
2.1.2 Mapový výstup .....	10
2.2 Použitá data .....	10
2.3 Použité programy .....	11
2.4 Postup zpracování .....	11
<b>3 TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>12</b>
3.1 Národní inventarizace lesů v České republice .....	12
3.2 Biogeografické členění.....	13
3.2.1 Hercynská podprovincie .....	14
3.2.2 Polonská podprovincie.....	15
3.2.3 Západokarpatská podprovincie.....	15
3.2.4 Severopanonská podprovincie .....	15
3.3 Dřeviny obsažené v datech.....	16
3.3.1 Zastoupení jehličnatých dřevin.....	16
3.3.2 Zastoupení listnatých dřevin.....	16
3.4 Statistická část.....	17
3.4.1 Základní statistika.....	18
3.4.2 Studentův t-test .....	18
<b>4 PRAKTICKÁ ČÁST ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY .....</b>	<b>20</b>
4.1 Zpracování dat a analýzy .....	20
4.2 Vytvoření mapového výstupu .....	22
<b>5 VÝSLEDKY .....</b>	<b>23</b>
5.1 Hercynská podprovincie.....	23
5.2 Polonská podprovincie .....	24
5.3 Západokarpatská podprovincie .....	25
5.4 Severopanonská podprovincie .....	26
5.5 Výsledky v rámci celé České republiky.....	27
5.6 Výsledky párového t-testu.....	28
<b>6 DISKUZE .....</b>	<b>30</b>

<b>7 ZÁVĚR .....</b>	<b>31</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE</b>	
<b>SUMMARY</b>	
<b>PŘÍLOHY</b>	

## ÚVOD

Les je nezbytnou součástí ekosystému na Zemi. Jedná se o velmi složitou složku ekosystému, tvořenou rostlinnou a živočišnou složkou a samotným biotopem. Lesy jsou výrazným zdrojem kyslíku, domovem nespočetně druhů živočichů a poskytují cennou obnovitelnou surovinu využívanou ve stavebnictví, papírenství, při výrobě nábytku a mnoha dalších předmětů ze dřeva. V České republice jsou nejvýznamnějšími a také nejpočetnějšími lesními dřevinami podle rozlohy zalesnění smrk ztepilý, borovice lesní a buk lesní. Převládají jehličnaté lesy, v nichž je právě nejvíce zastoupený smrk ztepilý. Za dlouhé časové období se zastoupení jednotlivých dřevin mění a je potřeba znát tyto změny, pomocí nichž se zjišťují trendy a to nárůstu či poklesu. Proto je nezbytností provést analýzy nad daty získanými v terénu.

Už v meziválečném období byla potřeba znát celkový stav lesa, jako například rozlohu, stáří stromů, výšku a především druhovou skladbu lesa. Za tímto účelem probíhaly inventarizace lesa, kde se tyto potřebné informace zjišťovaly v terénu a následně zpracovávaly. Nyní běží v České republice program s názvem Národní inventarizace lesů v ČR, jejímž úkolem je podat přesné souhrnné údaje o stavu lesů a dále při opakovaných šetřeních zejména o vývoji lesů v České republice z pohledu životního prostředí i z hlediska hospodářského využití. Druhová skladba lesů se neustále mění. Je to zapříčiněno například přírodními extrémami (sucho, vichřice) a průmyslovou těžbou. Dále se na změně druhové skladby lesů podílí emise a kyselá dešť, jež se projeví na stavu lesů, a také škůdci, mezi které můžeme brát i plísň.

Obsahem této práce je analýza druhové skladby lesů v lesních oblastech České republiky. Analyzovány jsou data z let 1996 a 2012 a následně vyhodnoceny změny vzniklé za toto časové období. Dále je určena statistická významnost těchto změn pro každou kategorii zastoupení jednotlivých dřevin.

# 1 CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je statisticky zpracovat a vyhodnotit data o přeměnách druhové skladby lesů v lesních oblastech České republiky, která jsou z let 1996 a 2012.

Pomocí vhodných matematicko-statistických metod vyhodnotit změny, které nastaly za časové období 1996–2012 mezi jednotlivými zastoupeními dřevin a to v jednotlivých podprovinciích i v rámci celé České republiky. Budou se analyzovat změny celkového zalesnění jednotlivých podprovincií a změny poměru zalesnění mezi zastoupením listnatých a jehličnatých lesů. Dále pomocí vhodné analýzy, jako je například aplikace Studentova t-testu, vyhodnotit statistickou významnost změn mezi jednotlivými zastoupeními dřevin z let 1996 a 2012. Následně vyhodnotit výsledky a zobrazit je pomocí vhodných vizualizačních metod.

Výsledkem práce budou přehledové tabulky znázorňující hlavní změny, které nastaly v jednotlivých podprovinciích a celkové srovnání v rámci celé České republiky. Budou zobrazeny rozdíly i maxima celkových zalesnění jednotlivých zastoupení dřevin. Tyto změny budou popsány a budou uvedeny hlavní příčiny těchto změn. Dále budou zobrazeny výsledky statistické významnosti změn v přehledové tabulce, kde budou výsledky přiřazeny jednotlivým zastoupením dřevin pro jednotlivé podprovincie i pro celou Českou republiku. Nadále budou výsledky zobrazeny v grafech, kde se budou srovnávat celkové plochy zalesnění či změny poměru výskytu listnatých a jehličnatých dřevin. Výsledky taktéž budou zobrazeny pomocí přehledové mapy. Ta bude jasně vystihovat změny poměru výskytu listnatých a jehličnatých dřevin za roky 1996 a 2012, které budou znázorněny pomocí kartodiagramu a to zvlášť pro každou podprovincii a také v rámci celé České republiky. Dále bude pomocí metody plošných znaků znázorněn rozdíl zalesnění v jednotlivých bioregionech z let 1996 a 2012.

Nedílnou součástí bakalářské práce je i tvorba www stránek, které budou strukturovány podle základních mezníků této práce.



## 2 POUŽITÉ METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

### 2.1 Použité metody

V této kapitole jsou uvedeny a stručně popsány metody a postup řešení práce. Jsou zde uvedeny metody k vyhodnocení přeměn druhové skladby lesů v lesních oblastech České republiky.

#### 2.1.1 Studentův t-test

Studentův t-test představuje jedno z nejvyužívanějších rozdělení pravděpodobnosti v matematické statistice, zejména v teorii náhodných výběrů. Jedná se o spojité rozdělení pravděpodobnosti, které nám umožňuje dělat přijatelné závěry. V závislosti na situaci, kdy se používá, se rozlišuje jednovýběrový t-test, dvouvýběrový (nepárový) t-test a párový t-test. Pro problematiku analýzy přeměn druhové skladby lesů byla použita metoda Studentova párového t-testu.

##### Párový t-test

Párový t-test je testem hypotézy, který slouží k porovnání středních hodnot mezi prvními a druhými prvky uspořádaných dvojic ( $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \text{konstanta}$ ).

**Obecná rovnice pro výpočet Párového t-testu zní:**

$$t = \frac{|\bar{x}|}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}} \quad (1)$$

kde:

$\bar{x}$	Aritmetický průměr rozdílů párových hodnot
$s^2$	Rozptyl rozdílů párových hodnot
$n$	Počet párů

Vypočítanou hodnotu  $t$  poté porovnáme s tabulkovými hodnotami, které nám určí statistickou významnost.

Je-li  $p\text{-value} > 0,05$  tak nezamítáme nulovou hypotézu  $H_0$  (střední hodnota měření před pokusem se neliší od střední hodnoty měření po pokusu) a řekneme, že dva testované soubory vykazují statisticky nevýznamný rozdíl.

Je-li  $p\text{-value} < 0,05$  tak zamítáme nulovou hypotézu  $H_0$  (střední hodnota měření před pokusem se liší od střední hodnoty měření po pokusu) a řekneme, že dva testované soubory vykazují statisticky významný rozdíl.

Je-li  $p\text{-value} < 0,01$  tak zamítáme nulovou hypotézu  $H_0$  (střední hodnota měření před pokusem se liší od střední hodnoty měření po pokusu) a řekneme, že dva testované soubory vykazují statisticky vysoce významný rozdíl.

### 2.1.2 Mapový výstup

Mapový výstup znázorňuje změnu poměru výskytu zastoupení jehličnatých a listnatých dřevin v jednotlivých podprovinciích v České republice z let 1996 a 2012. Dále je v mapě znázorněn rozdíl zalesnění v jednotlivých bioregionech. Jako podklad pro mapový výstup byl zvolen shapefile biogeografické členění České republiky od společnosti Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. Podkladová vrstva obsahuje hranice bioregionů a jejich atributy.

Pro znázornění výskytu zastoupení jehličnatých a listnatých dřevin byl použit kartodiagram ve formě grafu. V kartodiagramu je znázorněno procentuální zastoupení listnáčů a jehličnanů pro rok 1996 a 2012. Je zde také znázorněna rozloha zalesnění na svislé ose v kilometrech čtverečných.

Pro znázornění rozdílu zalesnění v jednotlivých bioregionech byla použita metoda plošných znaků. Plošnými znaky jsou určeny 4 kategorie a to významný nárůst, nárůst, pokles a významný pokles, kde významné rozdíly jsou odlišeny šrafovou.

V mapovém výstupu jsou odlišeny i jednotlivé podprovincie a to pomocí barevného odlišení hranic.

## 2.2 Použitá data

Práce je založena na analýze a vyhodnocení dat získaných ze společnosti Ústav pro hospodářskou činnost Brandýs nad Labem, konkrétně Ing. Pavlem Samcem. Data jsou ve formátu xls, jenž je formátem používaným prostředím Microsoft excel. Data jsou v podobě dvou tabulek, jež obsahují údaje o druhové skladbě lesů v rámci celé České republiky. Tyto tabulky jsou z let 1996 a 2012. Obě dvě tabulky obsahují stejné kategorie a shodují se v počtu sloupců i řádků (v surovém stavu bez dalších výpočtů). V těchto dvou tabulkách je uvedeno několik kategorií, kdy každá kategorie obsahuje určité množství záznamů. Kategorie podprovincie obsahuje základní rozdělení podprovincií a to podprovincie hercynská, polonská, západokarpatská a severopanonská. Dále tabulky obsahují kód, kde ke každému bioregionu je v tabulce uveden kód. Tento kód je uveden v intervalech, jež díky svému prvnímu číslu je přiřazován podprovincii. Interval 1.1–1.71 pro podprovincii hercynská, v intervalu 2.1–2.4 pro podprovincii polonská, na intervalu 3.1–3.11 je uvedena podprovincie západokarpatská a severopanonské podprovincii patří interval 4.1–4.5. Kód usnadňuje spojování tabulek a samotnou orientaci. Dalším záznamem je bioregion, kde jsou uvedeny názvy jednotlivých bioregionů. Doplnujícími kategoriemi v tabulkách je plocha a zastoupení. Nejdůležitější kategorií je zde lesnatost, která nám popisuje míru rozlohy zalesnění v jednotlivých bioregionech. Uvádí se v procentech. Přesněji je to poměr plochy bioregionu k ploše zalesnění (oblast určená pro pěstování dřevin či volně rostoucí dřeviny). Dále tabulky obsahují jednotlivé druhy dřevin, ty jsou uvedeny ve zkratkách a jsou vyjádřeny v procentech. Jedná se o zkratky SM (zastoupení smrku ztepilého), BO (zastoupení borovice lesní), BL+KOS (zastoupení blatky+kosodřeviny), JD (zastoupení

jedle bělokoré), MD (zastoupení modřínu opadavého), OJH (zastoupení ostatních jehličnanů), BK (zastoupení buku lesního), DB (zastoupení dubů), HB (zastoupení habru obecného), JV (zastoupení javorů), LP (zastoupení líp), JS (zastoupení jasanů), TP (zastoupení topolů), OL (zastoupení olší), VR (zastoupení vrb), BR (zastoupení bříz), AK (zastoupení trnovníku akátu) a OLS (zastoupení ostatních listnáčů).

Pro mapový výstup byla použita podkladová data Agentury ochrany přírody a krajiny České republiky. Data obsahovala hranice bioregionů a jejich atributy. Byla poskytnuta vektorová data ve formátu ESRI shapefile v souřadném systému JTSK v územním rozsahu celé České republiky.

## 2.3 Použité programy

Všechna data byla zpracovávána v programu tabulkovém prostředí Microsoft Office Excel 2010. Statistické analýzy byly prováděny jednak ve statistickém programu RStudio a pro kontrolu výsledků a vizualizace pomocí grafů a tabulek ještě v prostředí Microsoft Office Excel 2010. Oba programy byly zvoleny pro svoji jednoduchost.

Mapový výstup byl realizován pouze v programu ArcGIS 10.1 od firmy ESRI.

## 2.4 Postup zpracování

Ze začátku bylo nezbytné nastudovat si literaturu zabývající se biogeografickým členěním České republiky, národní inventarizací lesa a matematickou statistikou. Po obdržení dat následovalo jejich prostudování a nezbytná úprava, která zahrnovala převedení procentuálního vyjádření zastoupení dřevin na absolutní hodnoty uvedených v kilometrech čtverečných.

Po úpravě dat následovala samotná aplikace základních matematicko-statistických metod. Metody zahrnovaly například výpočty rozdílů, maxim, průměru a součtů. Tyto základní metody byly provedeny v obou tabulkách a následně byly porovnány, s čímž bylo dosaženo prvotních výsledků, obsahující nárůsty či poklesy. Tyto prvotní výsledky byly znázorněny v grafech a menších přehledových tabulkách.

Po aplikaci základních matematicko-statistických metod přišla na řadu studie a výběr vhodné hlubší analýzy, jež by prozradila statistický význam změn. Pro tuto analýzu byl vybrán Studentův t-test, jenž nejlépe vyhovoval požadované analýze. Byl proveden pro každé zastoupení dřevin, například pro zastoupení smrku ztepilého z roku 1996 a 2012 a to pro každou podprovincii i v rámci celé České republiky. Tímto způsobem byl získán statistický význam změn a následně byla zhotovena přehledová tabulka těchto změn.

Po vyčíslení veškerých výsledků, vypočítaných pro jednotlivé podprovincie i v rámci celé České republiky, byly tyto výsledky vizualizovány v grafech a tabulkách.

V poslední fázi byly tyto výsledky znázorněny v přehledové mapě a následně byly vytvořeny www stránky a byl sepsán finální text.

## 3 TEORETICKÁ ČÁST

### 3.1 Národní inventarizace lesů v České republice

Národní inventarizace lesů se zabývá zjišťováním stavu lesa, které se provádí na celém území České republiky. „Jejím úkolem je podat přesné souhrnné údaje o stavu lesů a dále při opakovaných šetřeních zejména o vývoji lesů v České republice z pohledu životního prostředí i z hlediska hospodářského využití“ (UHÚL 2013).

Mezi hlavní cíle Národní inventarizace lesů patří zejména poskytování požadované informace o lesích ČR pro potřeby státní správy, dále umožňuje hodnocení hospodaření v lesích a dosahování cílů lesního hospodářství. Dalším hlavním cílem je poskytování údajů k dlouhodobé kontrole důsledku státní lesnické politiky a dotační politiky státu na stav lesů (UHÚL 2013).

Historie sahá až do meziválečného období, kde nastává potřeba znát zásoby dřeva a stav lesů v celostátním měřítku. Vycházelo se z tehdy dostupných zdrojů informací, které neměly vyrovnanou kvalitu, a často šlo pouze o odhady. Národní inventarizace lesů v České republice začíná po 2. Světové válce projektem, který nese název "Inventarizace lesů 1950". Realizace je tehdy zahájena na základě vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 3021 z 8. listopadu 1948. V intervalu deseti let se vytvářejí další inventarizace a to v letech 1960 a 1970. Při zpracování se dále vychází z lesních hospodářských plánů. V roce 1979 na předešlé inventarizace navazují každoročně obnovované Souhrnné lesní hospodářské plány (SLHP). Ty se zpracovávají a zveřejňují do roku 1998, kdy jsou nahrazeny materiálem "Informace o stavu lesů". Veškeré zveřejněné inventarizace lesů a další díla, která je nahradila, vycházejí až do roku 2004 z lesních hospodářských plánů a od roku 1997 také lesních hospodářských osnov (LHO). V polovině devadesátých let vychází lesní zákon č. 289/1995 Sb., který se zmiňuje o provedení inventarizace v §28. Začíná se počítat s tím, že inventarizace bude vycházet ze speciálního terénního šetření a nebude tak mít společný základ s hospodářskými plány. Od této doby se pracuje na technologii sběru dat inventarizace lesů v České republice v rámci hlavních projektů. Obsah tohoto nařízení posouvá význam slova inventarizace na jinou úroveň, a to pohledem na les jako důležitou složku životního prostředí v jeho ekosystémových vazbách. Souběžně s produkční funkcí lesa se zabývá i dalšími vlastnostmi lesního prostředí. V roce 2001 začalo venkovní šetření v rámci Národní inventarizace lesů v České republice (UHÚL 2013).

O provedení prvního cyklu rozhodla vláda svým nařízením č. 193/2000 Sb. v návaznosti na *Zákon o lesích* č. 289/1995 Sb., § 28. Inventarizací byl pověřen Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Brandýs nad Labem (ÚHÚL). První cyklus inventarizace proběhl v letech 2001–2004. V současné době dle nařízení vlády č. 247/2009 Sb. probíhá druhý cyklus, který započal roku 2011 a probíhá až do roku 2015, přičemž rok 2014 je posledním rokem provádění pozemních šetření druhého cyklu NIL. Výsledky této inventarizace budou publikovány v roce 2015 (UHÚL 2013).

Venkovní šetření v rámci NIL se děje na inventarizačních plochách, jejichž středy byly generovány náhodným způsobem. Dvě inventarizační plochy spojuje linie, tzv. transekt. Celá Česká republika je pro tyto účely rozdělena čtvercovou sítí 2 x 2 km. V každém čtverci jsou umístěny dvě kruhové plochy o velikosti 500 m<sup>2</sup>. Na plochách se zjišťují dendrometrické a technické vlastnosti stromů a také ekologické charakteristiky lesa. Na transektech, tvořících spojnicí obou ploch inventarizačního čtverce, se zaznamenávají zejména liniové prvky (cesty, toky, okraje lesa a další). Výsledky jsou prezentovány na úrovni celé České republiky a jednotlivých krajů (UHÚL 2013).

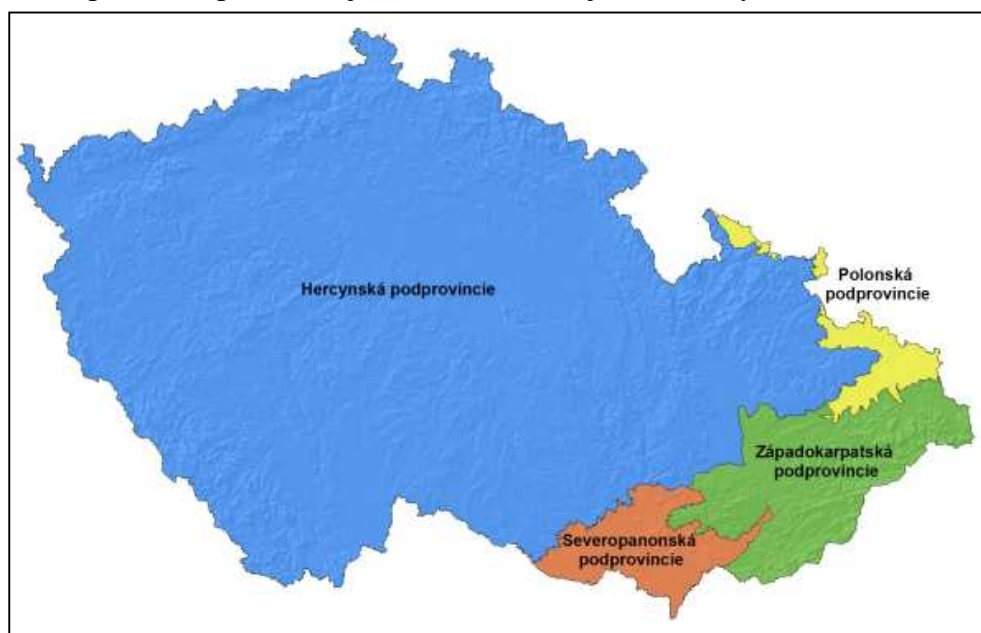
Převážná část údajů, které jsou v rámci NIL využívány pro výpočty, je získána venkovním šetřením prováděným speciálně pro účely inventarizace. Část údajů je získávána z ortofotomap a z jiných zdrojů, využívány jsou zejména mapy (UHÚL 2013).

### 3.2 Biogeografické členění

Základní klasifikační jednotkou individuálního biogeografického členění je biogeografický region, vyšší jednotkou je biogeografická podprovincie a nejvyšší jednotkou je biogeografická provincie. Dohromady tvoří soustavu jednotek biogeografického členění krajiny ČR (CULEK 1996), která navazuje na celosvětovou soustavu biogeografických provincií (UDVARDY 1975).

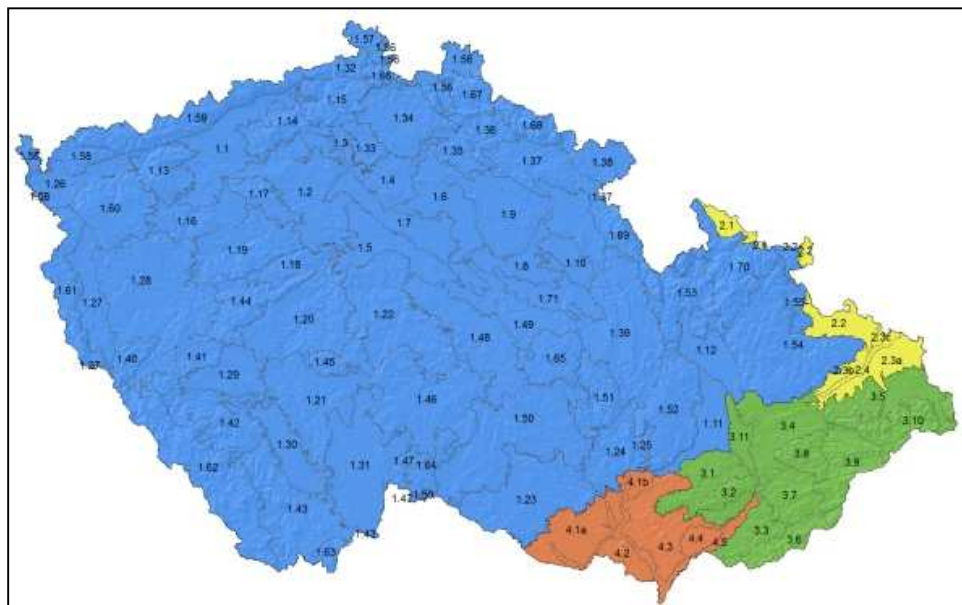
Biogeografické provincie jsou v České republice 2, a to provincie středoevropských listnatých lesů a panonská provincie. Zahrnuje rozsáhlé území se svéráznou vegetační stupňovitostí, podmíněnou svérázným makroklimatem (CULEK 1996).

Biogeografická podprovincie je tvořena územím se svéráznou mozaikou geobiocenóz, podmíněnou geologicko-geomorfologickou stavbou. V České republice jsou zastoupeny 4 podprovincie. Hercynská, západokarpatská a polonská podprovincie jsou obsaženy v provincii středoevropských listnatých lesů a severopanonská podprovincie je obsažena v panonské provincii, jenž leží na území jižní Moravy (CULEK 1996).



Obr. 1 Biogeografické podprovincie České republiky (zdroj: <http://is.muni.cz>).

Biogeografický region, jinak nazývaný bioregion, je nejnižší jednotkou individuálního biogeografického členění krajiny. V České republice bylo vymezeno 91 bioregionů, z toho 71 v rámci hercynské podprovincie, 4 v polonské podprovincii, dále 11 bioregionů v západokarpatské podprovincii a 5 v rámci severopanonské podprovincie (CULEK 1996).



Obr. 2 Biogeografické regiony vymezené Culkem (1996) (zdroj: <http://is.muni.cz>).

### 3.2.1 Hercynská podprovincie

Biota hercynské podprovincie je biotou západní a centrální části střední Evropy. Vegetace je zde ovlivněna geologickým stářím Českého masívu, kde převažují kyselé krystalické břidlice. Postupem času se zde vybudovali převážně kyselé a chudé půdy na živiny. Převážná část území je pokryta pískovci, jílovcí a opukami české křídové pánve. Charakteristické pro tuto podprovincii je zastoupení hadcových ostrůvků. Reliéf této podprovincie je tvořen tektonicky rozlámáním povrchem, zdviženého do různé výšky. Reliéf tak dostává charakter vrchovin a zdvižených pahorkatin, kdy se jen místy vyskytují hornatiny. V celé podprovincii se můžeme setkat s plochými kotlinami a pánvemi, vyplněnými terciárními sedimenty. Podnebí je zde přechodné, převážně pod oceanickým vlivem, od východu modifikované kontinentálními vlivy.

Druhové bohatství roste v kontinentálněji ovlivněných regionech a na ostrůvcích s ultrabazickými substráty. V nižších polohách podprovincie se vyskytují typické dubohabrové háje. V teplých oblastech se objevují i středoevropské teplomilné doubravy a na strmých jižních svazích se objevují v nejteplejších polohách perialpidské šípákové doubravy. Na prudkých svazích nižších poloh podprovincie se vyskytují ostrůvky suťových lesů a ve vyšších polohách narazíme na vegetaci horských suťových lesů. Primární bezlesí je velmi ostrůvkovité, maloplošné. Zpravidla má reliktní charakter (CULEK 1996, 2005).

### 3.2.2 Polonská podprovincie

Polonská podprovincie se vyskytuje na území České republiky od severu jen okrajovými, víceméně přechodnými částmi. Charakteristickou část tvoří nížiny a nevysoké pahorkatiny, tvořené málo zpevněnými a měkkými druhohorními a třetihorními sedimenty, které jsou pokryté glaciálními sedimenty. Biota podprovincie je ovlivněna poměrně jednotvárnými horninami a reliéfem, který dosahuje jen malé nadmořské výšky. Podnebí je mírně teplé, mírně vlhké a s výrazným prolínáním oceánických a kontinentálních vlivů.

Flóra na tomto území je spíše chudá. Převážné území Polonské podprovincie je pokryto lesní vegetací, kde hlavně dominují dubovo-bukové a bukové lesy. Na kyselějších substrátech se vyvinuly acidofilní doubravy svazu *Genisto germanicae-Quercion*. Vegetace je zde charakteristicky ovlivněna vlhkostí, například vyskytující se březové doubravy. Značnou část druhové skladby zastupují evropské druhy kontinentálnější tendence (CULEK 1996, 2005).

### 3.2.3 Západokarpatská podprovincie

Biota západokarpatské podprovincie je velmi ovlivněna charakteristickou geomorfologií a geologií Karpatské soustavy. Geologicky je západokarpatská podprovincie pestřejší než ostatní studované podprovincie. Centrální část Karpat je tvořena krystalickým jádrem a reliéf tvoří skalnaté hřbety a vápencová bradla. V Karpatech jsou poměrně velká převýšení, která umožňují plynulé vyznívání teplomilné flóry vysoko do pohoří a naopak, sestup horských druhů do inverzních poloh. Tento jev způsobuje vysokou diverzitu bioregionů této podprovincie. Projevuje se zde absence rašelinišť. Podnebí má kontinentální rysy a díky geomorfologické členitosti se zde projevují lokální rozdíly v závislosti na nadmořské výšce a odlišnost návětrných a závětrných svahů hor (CULEK 1996, 2005).

Ve vyšších polohách se vyskytují horské bučiny zastoupené javorem klenu. Na extrémně prudkých svazích jsou nejčastější suťové lesy. Nejvíce zastoupená dřevina je v této provincii smrk ztepilý.

### 3.2.4 Severopanonská podprovincie

Severopanonská provincie se nachází v panonské provincii, která zasahuje do části jižní Moravy. Je tvořena převážně nezpevněnými sedimenty. Převažuje zde reliéf rovin a pahorkatin, členitější reliéf je vzácný, na hornatiny narazíme pouze ojediněle. V okolí Pálavy má charakter vrchoviny. Zde se též vyskytují na našem území prakticky jediné tvrdé horniny a to vápence, které tvoří výrazné bradlo.

Biota celé panonské provincie je výrazně teplomilná. Vegetaci severopanonské podprovincie tvoří na plošinách společenstva teplomilných doubrav. Primární bezlesí je ostrůvkovitě (CULEK 1996, 2005).

### **3.3 Dřeviny obsažené v datech**

Tato podkapitola se zabývá detailnějším rozbořem jednotlivých zastoupení dřevin, na kterých byly provedeny analýzy.

#### **3.3.1 Zastoupení jehličnatých dřevin**

##### **zastoupení smrku ztepilého**

Smrk ztepilý je jednou z nejdůležitějších evropských hospodářských dřevin. Má snadno opracovatelné dřevo, čímž má velké spotřebitelské uplatnění (zpracovává se na řezivo, papír, truhlářské potřeby). Dorůstá do výšky v průměru 25 metrů (Lichter 2008). Maximální výška může být až 50 metrů. V České republice je jedním z nejvyskytovanějších dřevin.

##### **zastoupení borovice lesní**

Borovice lesní je po smrku naší druhou nejrozšířenější dřevinou. Její původní rozšíření je závislé především na specifických půdních podmínkách borových společenstev (Slodičák, Novák, Dušek 2013). Dorůstá do výšky 40 metrů a má kuželovitý tvar koruny.

##### **zastoupení borovice blatky a kosodřeviny**

Vzhledem je blatka velmi podobná Borovici lesní, se kterou tvoří lesní rašelinné lesy. Převážná část všech rozsáhlejších populací blatky je soustředěna na území Čech, z čehož největší počet lokalit, resp. dílčích populací se nachází v Třeboňské pánvi v rozmezí 420 až 500 m n. m. a na Šumavě v údolí Vltavy mezi 720 a 780 m n. m. (Vejsadová 2011).

##### **zastoupení jedle bělokoré**

Jedle bělokorá je poměrně vysoký strom, který může dorůst výšky až 65 metrů. Má kuželovitý tvar koruny (Lichter 2008). Vyskytuje se převážně na Šumavě a v Beskydech.

##### **zastoupení modřínu opadavého**

Modřín opadavý se dorůstá výšky 50 metrů. Jeho hlavním poznávacím znakem je každoroční opadávání jehlic. Jeho koruna je poměrně široká.

##### **zastoupení ostatních jehličnanů**

Tato skupina zahrnuje například jedli obrovskou, jedli ojíněnou, smrk pichlavý, borovici vejmutovku a další jehličnaté stromy, jenž může řadit mezi vzácné či vyskytující se ve velmi malém množství.

#### **3.3.2 Zastoupení listnatých dřevin**

##### **zastoupení buku lesního**

Buk lesní je opadavý listnatý strom se štíhlým kmenem a pravidelnou vejčitou korunou. Tento strom dorůstá výšky až 40 metrů (Malinová 2008).



### **zastoupení dubů**

Tato skupina zahrnuje například dub červený, jenž je rychle rostoucí listnatý opadavý strom, který dorůstá do výšky 20 metrů (Mifková, Tylšová 2008). Dalším zástupcem této skupiny je dub letní. Tento strom má široce rozloženou korunu a dosahuje výšky až 30 metrů. Jeho kořeny sahají hluboko do země. Dalšími zástupci jsou například dub pýřitý a dub bahenní.

### **zastoupení habru obecného**

Habr obecný dosahuje ve volné přírodě výšky až 30 metrů. Jeho koruna je zbarvena temně zeleně a je velmi hustá a pravidelná. Kmen roste rovně a vytváří charakteristické podélné, žebnaté pruhy. Jeho dřevo je lehce tvarovatelné (Páslerová, Meiwaldová 2008).

### **zastoupení javorů**

Do této skupiny patří javor klen, jehož dřevo se používá na výrobu hudebních nástrojů (Miewaldová, Zezulková 2008). Dále sem patří javor mléč, javor babyka, javor jasanolistý a ostatní druhy javorů rodu *Acer*.

### **zastoupení jasanů**

Toto zastoupení obsahuje například jasan ztepilý. Tento strom dorůstá výšky 30–40 metrů a jeho kmen může dosáhnout průměru 1 metrů (Páslerová, Meiwaldová 2008). Dalšími zástupci jsou jasan americký a jasan úzkolistý.

### **zastoupení topolů**

Toto zastoupení obsahuje topol bílý, jenž patří do skupiny rychle rostoucích vysokých stromů (Malinová 2008). Dále sem patří topol černý a zástupci topolů vyšlechtěných.

### **zastoupení olší**

Tato skupina obsahuje olši šedou, olši lepkavou a olši zelenou.

### **zastoupení vrb**

Toto zastoupení obsahuje vrbu bílou, což je statný listnatý opadavý strom, vyskytující se na vlhkých půdách. Dále je zde zastoupena i vrba jíva.

## **3.4 Statistická část**

Matematická statistika je obor matematiky, který se zabývá aplikacemi teorie pravděpodobnosti a hledá správné metody usuzování z neúplných údajů, jenž jsou zatíženy ještě navíc náhodným kolísáním (Tvrdlík, 2008).

V této části jsou detailně popsány použité statistické metody patřící do základní statistiky a Studentův t-test.

### 3.4.1 Základní statistika

#### Aritmetický průměr

„Aritmetický průměr  $\bar{x}$  je taková hodnota, která má tu vlastnost, že součet odchylek naměřených hodnot od průměru je roven nule. Další vlastnost průměru  $\bar{x}$  je to, že suma čtverců (druhých mocnin) odchylek od průměru je minimální“ (Tvrdík, 2008).

Obecná rovnice průměru je:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

#### Minimum a maximum

Minimum označuje nejmenší hodnotu z daného výběru prvků. Maximum označuje největší hodnotu z daného výběru prvků.

#### Rozptyl

Charakteristika variability založené na součtu druhých mocnin (tzv. čtverců) odchylek od průměru se nazývá rozptyl neboli variance.

Obecná rovnice rozptylu zní:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (3)$$

Rozptyl  $s^2$  je vždy větší nebo rovný nule. Nule je rovno jen v případě, kdy všechna  $x_i$  jsou konstantní tedy  $x_i = \bar{x}$ . Platí, že čím více jsou data „rozprostřená“, tím je rozptyl  $s^2$  větší (Tvrdík, 2008).

#### Směrodatná odchylka

„Nejužívanější charakteristikou variability je odmocnina z rozptylu, která se nazývá směrodatná odchylka. Její výhodou oproti rozptylu je to, že má stejný rozměr jako naměřené hodnoty  $x_i$  a jejich průměr  $\bar{x}$ “ (Tvrdík, 2008).

Obecná rovnice směrodatné odchylky je:

$$\sqrt{s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

### 3.4.2 Studentův t-test

Studentův t-test představuje jedno z nejvyužívanějších rozdělení pravděpodobnosti v matematické statistice, zejména v teorii náhodných výběrů. Jedná se o spojité rozdělení pravděpodobnosti, které nám umožňuje dělat přijatelné závěry. V závislosti na situaci, kdy se používá, se rozlišuje jednovýběrový t-test, který používáme v experimentálních situacích, kdy známe střední hodnotu základního souboru. Dále dvouvýběrový nepárový

t-test, který porovnává data tvořená dvěma nezávislými výběry, pocházející ze dvou různých skupin. Dále dvouvýběrový párový t-test. Pro problematiku analýzy přeměn druhové skladby lesů byla použita metoda Studentova párového t-testu.

### **Párový t-test**

Párový t-test je testem hypotézy, který slouží k porovnání středních hodnot mezi prvními a druhými prvky uspořádaných dvojic ( $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \text{konstanta}$ ). Používá se v situacích, kdy na každém z  $n$  objektů máme naměřeny dvě veličiny.

### **Obecná rovnice pro výpočet Párového t-testu zní:**

$$t = \frac{\bar{x}}{\sqrt{\frac{s^2}{n}}} \quad (5)$$

kde:

$\bar{x}$	Aritmetický průměr rozdílů párových hodnot
$s^2$	Rozptyl rozdílů párových hodnot
$n$	Počet párů

„Pro vyhledání tabulkové kritické hodnoty je nutno stanovit počet stupňů volnosti výběrového souboru:  $n = n-1$  a zvolit hladinu významnosti  $a$ . Vypočtenou statistiku  $t$  porovnáme s tabulkovou kritickou hodnotou  $t_{1-a/2(n)}$ , kde  $n = n-1$  a  $a$  volíme 0,05 nebo 0,01“ (Bednářová 2007).

Můžeme také převést testovací statistiky do pravděpodobnostní škály a počítáme pravděpodobnost  $p$ , která kvantifikuje pravděpodobnost realizace hodnoty testovací statistiky, pokud nulová hypotéza platí. Takže pravidlo pro formulaci závěru je pak následující:

Je-li  $p\text{-value} > 0,05$  tak nezamítáme nulovou hypotézu  $H_0$ (střední hodnota měření před pokusem se neliší od střední hodnoty měření po pokusu) a řekneme, že dva testované soubory vykazují statisticky nevýznamný rozdíl.

Je-li  $p\text{-value} < 0,05$  tak zamítáme nulovou hypotézu  $H_0$ (střední hodnota měření před pokusem se liší od střední hodnoty měření po pokusu) a řekneme, že dva testované soubory vykazují statisticky významný rozdíl.

Je-li  $p\text{-value} < 0,01$  tak zamítáme nulovou hypotézu  $H_0$ (střední hodnota měření před pokusem se liší od střední hodnoty měření po pokusu) a řekneme, že dva testované soubory vykazují statisticky vysoce významný rozdíl (Bednářová 2007).

## 4 PRAKTICKÁ ČÁST ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

### 4.1 Zpracování dat a analýzy

Práce je založena na analýze a vyhodnocení dat získaných ze společnosti Ústav pro hospodářskou činnost Brandýs nad Labem, konkrétně Ing. Pavlem Samcem. Data jsou ve formátu xls, jenž je formátem používaným prostředím Microsoft excel. Data jsou v podobě dvou tabulek, jež obsahují údaje o druhové skladbě lesů v rámci celé České republiky. Tyto tabulky jsou z let 1996 a 2012. Obě dvě tabulky obsahují stejné kategorie a shodují se v počtu sloupců i řádků (v surovém stavu bez dalších výpočtů). V těchto dvou tabulkách je uvedeno několik kategorií, kdy každá kategorie obsahuje určité množství záznamů. Jedná se o kategorie podprovincie, kód, bioregion, plocha, zastoupení, lesnatost. Dále tabulka obsahuje jednotlivé druhy dřevin, ty jsou uvedeny ve zkratkách. Jedná se o tyto zkratky: SM, BO, BL+KOS, JD, MD, OJH, BK, DB, HB, JV, LP, JS, TP, OL, VR, BR, AK, OLS.

Tab. 1 Ukázka poskytnutých dat v tabelární podobě

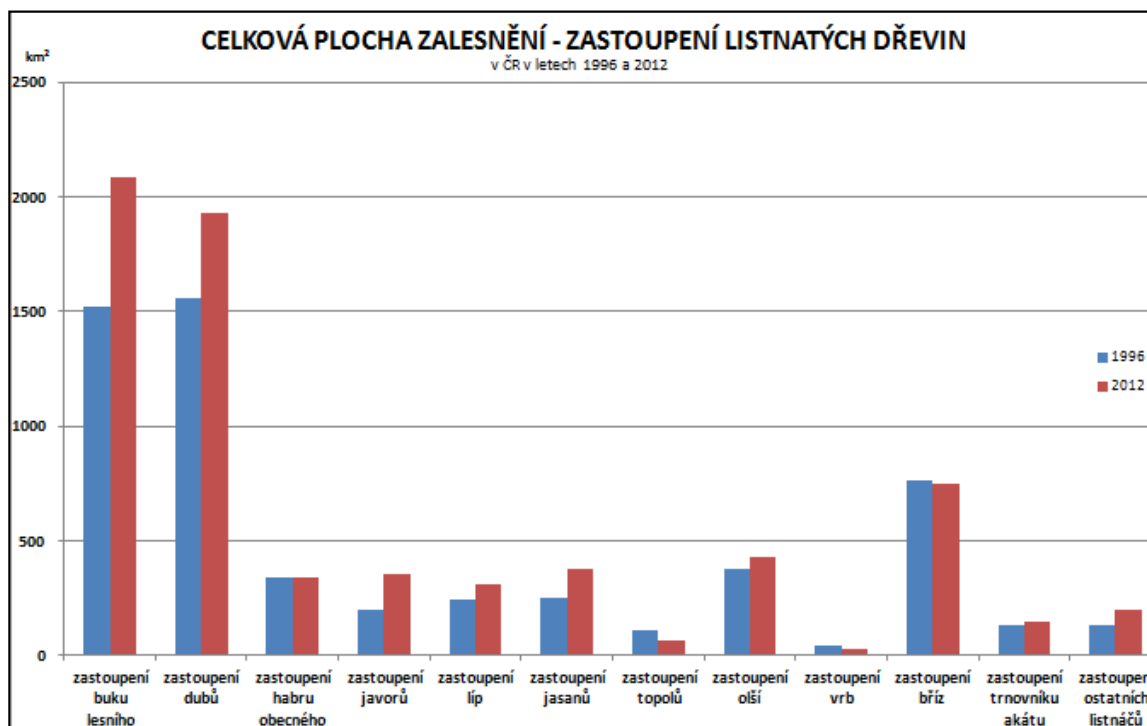
1	Podprovincie	Kód	Bioregion	Plocha (km <sup>2</sup> )	Zastoupení (%)	Lesnatost (%)	SM	BO	BL+KOS	JD	MD
2	Hercynská	1.1	Mostecký	1305	1,66	5	9,3	27,0			5,0
3	Hercynská	1.2	Řípský	1643	2,08	5	20,0	27,5			4,4
4	Hercynská	1.3	Úštěcký	136	0,17	15	6,0	47,7			2,6
5	Hercynská	1.4	Benátský	650	0,82	17	12,0	48,0			2,0
6	Hercynská	1.5	Českokobrodský	1171	1,49	6	39,0	28,5		0,1	4,0
7	Hercynská	1.6	Mladoboleslavský	1010	1,28	21	13,6	32,8			2,0
8	Hercynská	1.7	Polabský	1188	1,51	14	4,0	40,5			0,9
9	Hercynská	1.8	Pardubický	578	0,73	17	8,7	52,0		0,1	1,0
10	Hercynská	1.9	Cidlinský	1985	2,52	12	31,0	10,1		0,3	3,8
11	Hercynská	1.10	Třebechovický	374	0,47	54	31,2	51,3		0,1	1,5
12	Hercynská	1.11	Prostějovský	691	0,88	1	10,0	8,0			3,0
13	Hercynská	1.12	Litovelský	641	0,81	9	11,5	2,0		0,1	3,6
14	Hercynská	1.13	Doupovský	647	0,82	31	42,7	9,4		0,1	8,3
15	Hercynská	1.14	Milešovský	658	0,83	21	27,8	2,0			5,0
16	Hercynská	1.15	Verneřický	673	0,85	31	36,5	5,1		0,1	5,0
17	Hercynská	1.16	Rakovnicko-Žlutický	762	0,97	35	38,0	43,7		0,2	4,5
18	Hercynská	1.17	Džbánský	420	0,53	39	32,2	31,4		0,1	9,8
19	Hercynská	1.18	Karlístejnský	447	0,57	21	17,5	10,7		0,1	4,5
20	Hercynská	1.19	Křivoklátský	1253	1,59	46	35,3	21,0		1,1	7,1
21	Hercynská	1.20	Slapský	1716	2,18	31	43,0	34,0		0,7	3,5
22	Hercynská	1.21	Bechyňský	1585	2,01	36	53,4	28,8		0,9	1,8
23	Hercynská	1.22	Posázavský	1911	2,42	30	60,0	19,3		0,8	4,8
24	Hercynská	1.23	Jevišovický	1819	2,31	29	33,3	27,1		0,5	4,0
25	Hercynská	1.24	Brněnský	807	1,02	40	31,0	19,3		1,8	6,3

Po nastudování potřebné literatury zahrnující především možnosti a vlastnosti vhodných matematicko-statistických metod, došla řada na prostudování a úpravu tabulek. Před samotnou úpravou bylo nezbytné si projít obě tabulky a předem si naplánovat jaké informace jsou v tabulce nejdůležitější, jaké metody použít pro dosažení předem stanovených cílů a následně zdali budou výsledky vhodné k finální vizualizaci a další mezníky této práce. Následná úprava zahrnovala několik kroků. Jelikož jednotlivé dřevinné kategorie (zkratky SM, BO, BL+KOS a další kategorie v tabulce) byly vyjádřeny jako procentuální zastoupení, bylo nezbytné si procentuální vyjádření převést na absolutní hodnoty a to na jednotku kilometry čtverečné (dále jen km<sup>2</sup>). Nejprve byla lesnatost vyjádřená v procentech převedena na zalesnění uvedené v km<sup>2</sup> tím způsobem,

že byla vypočítána procenta z plochy, která vyjadřovala celkovou rozlohu bioregionu a to již v km<sup>2</sup>. Tímto způsobem bylo získáno rozlohy zalesnění a následně bylo možné postupně převést jednotlivé zastoupení dřevinné kategorie z procentuálního vyjádření na rozlohu. Tato základní úprava byla provedena v obou tabulkách z let 1996 a 2012 a byla nezbytnou úpravou pro další práci v těchto tabulkách.

Po úpravě dat následovala samotná aplikace základních matematicko-statistických metod, jež byly aplikovány na jednotlivé zastoupení dřevinných kategorií. Metody zahrnovaly například výpočty rozdílů, maxim, průměrů a součtů, výpočet směrodatné odchylky a další. Dále byla vypočítána celková rozloha jednotlivých zastoupení dřevin v rámci jednotlivých podprovincií i celé České republiky. Tato rozloha byla převedena zpět na procenta, která jasně poukazovala na dominanci jednotlivých zastoupení dřevin. Hodnoty celkové rozlohy dřevin byly sečteny v rámci celkové rozlohy zastoupení jehličnanů a listnáčů. Tímto byl získán poměr rozloh a následně i procentuálního vyjádření zastoupení jehličnanů a listnáčů. Byly provedeny i výpočty rozptylů a směrodatných odchylek pro zjištění variability dat. Byly porovnány hodnoty celkových rozloh, průměrné hodnoty, maximální hodnoty rozloh a další. Tyto základní metody byly provedeny v obou tabulkách a následně byly porovnány, s čímž bylo dosaženo prvotních výsledků, jež ukázaly různé trendy za časové období 1996 a 2012.

Po dosažení základních výsledků byly tyto výsledky shrnuty do malých přehledných tabulek, které obsahovaly vždy rozdíl daných hodnot, což jasně prokazovalo změny za dané časové období. Výsledky byly převedeny i do grafů.



Obr. 3 Celková plocha zalesnění pro zastoupení listnatých dřevin

V ukázkové grafické vizualizaci můžeme vidět jednotlivé rozlohy zastoupení listnatých dřevin pro roky 1996 a 2012. Tato podoba nejlépe znázorní trend za toto časové období. Například můžeme vidět nárůst zastoupení buku lesního či pokles zastoupení bříz.

Po aplikaci základních matematicko-statistických metod přišla na řadu studie a výběr vhodné hlubší analýzy, jež by prozradila statistický význam změn. Pro tuto analýzu byl vybrán Studentův t-test a jeho podkategorie párový t-test, jenž nejlépe vyhovoval požadované analýze. Byl proveden pro každé zastoupení dřevin, například pro zastoupení smrku ztepilého z roku 1996 a 2012 a to pro každou podprovincii i v rámci celé České republiky. Po výpočtu číselných hodnot párového t-testu byly určeny 3 formulace závěru a to, že dva testované soubory vykazují statisticky nevýznamný rozdíl, že dva testované soubory vykazují statisticky významný rozdíl a že dva testované soubory vykazují statisticky vysoce významný rozdíl. Z těchto závěrů byla vytvořena přehledná tabulka obsahující každé zastoupení dřevin v jednotlivých provinciích i za celou Českou republiku.

## 4.2 Vytvoření mapového výstupu

Po aplikaci základních matematicko-statistických metod a párového t-testu přišlo na řadu vytvoření mapového výstupu. Pro mapový výstup byla použita podkladová data Agentury ochrany přírody a krajiny České republiky. Data obsahovala hranice bioregionů a jejich atributy. Byla poskytnuta vektorová data ve formátu ESRI shapefile v souřadném systému JTSK v územním rozsahu celé České republiky. Data byla nejdříve převedena do souřadného systému WGS84.

Mapový výstup znázorňuje změnu poměru výskytu zastoupení jehličnatých a listnatých dřevin v jednotlivých podprovinciích v České republice z let 1996 a 2012. Dále je v mapě znázorněn rozdíl zalesnění v jednotlivých bioregionech. Pro znázornění výskytu zastoupení jehličnatých a listnatých dřevin byl použit kartodiagram ve formě grafu. V kartodiagramu je znázorněno procentuální zastoupení listnáčů a jehličnanů pro rok 1996 a 2012. Je zde také znázorněna rozloha zalesnění na svislé ose v kilometrech čtverečných. Každý kartodiagram je přiřazen ke své podprovincii pomocí vodící linky, jež nám usnadňuje přehled v mapě.

Pro znázornění rozdílu zalesnění v jednotlivých bioregionech byla použita metoda plošných znaků. Plošné znaky jsou znázorněny ve čtyřech kategoriích a to významný nárůst, nárůst, pokles a významný pokles, kde významné rozdíly jsou odlišeny šrafovou.

V mapovém výstupu jsou odlišeny i jednotlivé podprovincie a to pomocí barevného odlišení hranic. V mapě není znázorněna Česká republika jako celek, nýbrž jako jednotlivé podprovincie pro názornější představu velikosti či tvaru jednotlivých podprovincií. Mapový výstup je znázorněn jak v grafickém měřítku tak i v číselném, které odpovídá 1 : 1 400 000.

## 5 VÝSLEDKY

V této kapitole jsou uvedeny výsledky práce, jež jsou rozděleny pro jednotlivé podprovincie a pro celou Českou republiku za časové období 1996 a 2012. Jedná se především o změny vzniklé za uvedené časové období. Dalším nezbytným výsledkem je vyhodnocení párového t-testu. Výsledky jsou uvedeny slovně i vyjádřeny v grafech a malých přehledových tabulkách.

### 5.1 Hercynská podprovincie

hercynská podprovincie se skládá ze 71 bioregionů (viz. Biogeografické členění ČR). Každý bioregion obsahuje zastoupení všech dřevin uvedených v tabulce a to za obě časová období.

Nejdříve srovnání zalesnění v dané podprovincii. Celkové zalesnění v hercynské podprovincii v roce 1996 činí 22933,66 km<sup>2</sup> a v roce 2012 je celkové zalesnění 23684,97 km<sup>2</sup>, což v celkovém rozdílu činí nárůst o 751,31 km<sup>2</sup>. V bioregionech, jež vykazují nárůst zalesnění (v km<sup>2</sup>), došlo v součtu k celkovému nárůstu 1046,96 km<sup>2</sup>. V bioregionech, ve kterých došlo ke snížení zalesnění, bylo zaznamenáno v součtu celkový pokles o 295,65 km<sup>2</sup>. Největší rozdíl zalesnění byl zaznamenán v Šumavském bioregionu, kde došlo v daném časovém období k nárůstu o 117,02 km<sup>2</sup>, což je rovnou i největší nárůst rozlohy zalesnění v dané podprovincii. K největšímu poklesu došlo v Českokrumlovském bioregionu a to o 33,4 km<sup>2</sup>. Nejmenší rozdíl vykazuje bioregion Ralský a to nárůst o 0,42 km<sup>2</sup>.

Roku 1996 se jehličnaté lesy rozkládaly na celkové ploše 18498,31 km<sup>2</sup>, což odpovídalo 80,6 % z celkové rozlohy. Listnaté lesy byly zastoupeny plochou 4457,45 km<sup>2</sup>, což odpovídalo 19,4 %. Roku 2012 se tento poměr změnil ve prospěch listnatých lesů, jež se rozkládali na ploše 5576,2 km<sup>2</sup> vyjádřenou 23,5 %. Rozloha listnatých lesů tak prokázala nárůst o 1118,7 km<sup>2</sup>. Jehličnaté lesy se rozprostíraly na ploše 18108,8 km<sup>2</sup>, čímž prokázali jen nepatrný nárůst oproti roku 1996.

Při srovnávání celkové plochy jednotlivých zastoupení dřevin narazíme na jednotlivá maxima. Největší pokles vykazuje zastoupení smrku ztepilého, jež činí 451,8 km<sup>2</sup>, ovšem vyznačuje se největší celkovou plochou v této podprovincii. Oproti tomu největším nárůstem disponuje zastoupení buku lesního, které činí 441,7 km<sup>2</sup>. Bylo rozpoznáno celkem 5 poklesů a celkem 13 nárůstů oproti roku 1996. Nejmenší rozdíl vykazuje zastoupení habru obecného. Zastoupení jehličnanů v této podprovincii má spíše klesající tendenci, kdežto rozloha zastoupení listnáčů v průměru vysoce narůstá.

Tab. 2 Celkové plochy jednotlivých zastoupení dřevinných kategorií v letech 1996 a 2012 v km<sup>2</sup>

zastoupení dřevin	SM	BO	BL+KOS	JD	MD	OJH	BK	DB	HB
1996	13112,4	4352,6	74,7	184,8	773,8	201,0	1074,9	1193,8	212,9
2012	12660,5	4199,3	72,1	213,7	963,1	238,1	1516,6	1489,3	217,1
rozdíl celkové plochy	-451,8	-153,3	-2,6	28,9	189,3	37,1	441,7	295,6	4,2
zastoupení dřevin	JV	LP	JS	TP	OL	VR	BR	AK	OLS
1996	159,8	159,7	161,4	67,0	322,7	34,0	676,4	80,4	113,4
2012	293,3	198,4	246,7	41,2	377,7	14,5	682,7	99,1	161,3
rozdíl celkové plochy	133,5	38,8	85,3	-25,9	55,0	-19,5	6,4	18,8	47,9

Největší maxima patří zastoupení smrku ztepilého a to za oba dva roky 1996 a 2012. Maximum z roku 1996 činí rozlohu 1071,3 km<sup>2</sup>. V roce 2012 dosáhla tato zastoupení ještě většího maxima a to 1116,2 km<sup>2</sup>. Obě maximální hodnoty jsou přiřazeny Šumavskému bioregionu. Největší pokles maximálních hodnot je přiřazen zastoupení bříz, jehož rozdíl je 46,5 km<sup>2</sup>. Za časové období 1996 až 2012 maxima narůstají spíše u zastoupení jehličnanů jak u zastoupení listnáčů. Zastoupení borovice lesní je druhá nejvíce zastoupená dřevina hercynské podprovincie a to v Plzeňském bioregionu za rok 1996 i 2012. Zastoupení buku lesního má největší maxima mezi listnáči a to za oba dva roky. Jeho největší zastoupení se nachází v Jesenickém bioregionu.

Tab. 3 Maximální plochy jednotlivých zastoupení dřevinných kategorií v letech 1996 a 2012 v km<sup>2</sup>

zastoupení dřevin	SM	BO	BL+KOS	JD	MD	OJH	BK	DB	HB
1996	1071,3	436,4	22,4	26,2	58,2	91,3	127,5	101,3	30,0
2012	1116,2	440,4	23,1	34,6	68,8	75,7	145,5	134,1	28,0
rozdíl max. ploch	44,9	4,0	0,7	8,4	10,6	-15,6	18,1	32,8	-2,0
zastoupení dřevin	JV	LP	JS	TP	OL	VR	BR	AK	OLS
1996	19,4	17,5	15,2	8,3	16,5	18,6	134,3	23,7	41,2
2012	36,8	19,4	21,7	7,5	17,5	0,7	87,8	25,9	27,4
rozdíl max. ploch	17,4	1,9	6,5	-0,8	1,0	-17,9	-46,5	2,2	-13,8

## 5.2 Polonská podprovincie

Polonská podprovincie se skládá ze 4 bioregionů (viz. Biogeografické členění ČR). Každý bioregion obsahuje zastoupení všech dřevin uvedených v tabulce a to za obě časová období.

Celkové zalesnění polonské podprovincie roku 1996 činí 182,66 km<sup>2</sup>. Roku 2012 celkové zalesnění činí 204,05 km<sup>2</sup>, z čehož můžeme usoudit celkový nárůst rozlohy zalesnění v polonské podprovinci o 21,4 km<sup>2</sup>. Ostravský bioregion disponuje největší rozlohou zalesnění i největším nárůstem celkové rozlohy zalesnění ze všech 4 bioregionů v daném časovém období. Jeho rozloha zalesnění za rok 1996 je 70,15 km<sup>2</sup>, za rok 2012 je tato hodnota na čísle 99,13 km<sup>2</sup>, čímž potvrzuje největší nárůst v dané podprovincii.



Roku 1996 se jehličnaté lesy rozkládaly na celkové ploše 97,05 km<sup>2</sup>, což odpovídalo 53,1 % z celkové rozlohy. Listnaté lesy byly zastoupeny plochou 85,61 km<sup>2</sup>, což odpovídalo 46,9 %. Roku 2012 se tento poměr zásadně změnil ve prospěch listnatých lesů, jež se rozkládaly na ploše 130,13 km<sup>2</sup> vyjádřenou 63,8 %. Listnaté lesy tak prokázaly nárůst o 44,52 km<sup>2</sup>. Jehličnaté lesy se rozprostíraly na ploše 73,92 km<sup>2</sup> vyjádřenou 36,2 %, čímž prokázali razantní pokles oproti roku 1996. Zastoupení listnáčů se tak dostalo do situace, kdy převyšuje rozlohu zastoupení jehličnanů, což je ojedinělý úkaz, dějící se pouze v polonské podprovincii. Tento jev byl zapříčiněn razantním poklesem celkové rozlohy zastoupení smrku ztepilého.

Tab. 4 Celkové plochy jednotlivých zastoupení dřevinných kategorií v letech 1996 a 2012 v km<sup>2</sup>

zastoupení dřevin	SM	BO	JD	MD	OJH	BK	DB	HB	JV
1996	73,4	19,1	0,1	4,0	0,4	5,2	23,2	3,9	4,6
2012	39,7	23,6	1,0	8,2	1,4	16,9	37,3	3,9	7,8
rozdíl celkové plochy	-33,7	4,5	0,9	4,2	0,9	11,7	14,0	0,0	3,2
zastoupení dřevin	LP	JS	TP	OL	VR	BR	AK	OLS	
1996	10,7	8,0	2,9	12,9	1,3	12,1	0,5	0,4	
2012	18,7	9,4	2,8	16,0	1,9	12,7	0,9	1,9	
rozdíl celkové plochy	8,1	1,4	-0,1	3,1	0,6	0,6	0,4	1,5	

Zde si můžeme všimnout hlavní příčiny poklesu zastoupení rozlohy jehličnanů na území polonské podprovincie. Největším poklesem rozlohy zalesnění disponuje zastoupení smrku ztepilého, jehož pokles je celých 33,7 km<sup>2</sup>. V tabulce není uvedeno zastoupení skupiny BL+KOS (zastoupení blatky a kosodřevin), protože se v polonské podprovincii nevyskytuje a neprokazuje tak žádné rozdíly. Největší nárůst listnáčů prokazuje zastoupení dubů. Z tabulky je jasně rozpoznatelný celkový vzestup listnáčů.

### 5.3 Západokarpatská podprovincie

Západokarpatská podprovincie se skládá z 11 bioregionů (viz. Biogeografické členění ČR). Každý bioregion obsahuje zastoupení všech dřevin uvedených v tabulce a to za obě časová období.

Celková zalesněná plocha západokarpatské podprovincie roku 1996 činí 2564,77 km<sup>2</sup>. Roku 2012 zalesnění činí 2669,98 km<sup>2</sup>, z čehož můžeme usoudit celkový nárůst zalesnění v západokarpatské podprovinci o 105,21 km<sup>2</sup>. Beskydský bioregion disponuje největším zalesněním i největším nárůstem celkového zalesnění ze všech 11 bioregionů v daném časovém období. Jeho zalesnění za rok 1996 je 604,62 km<sup>2</sup>, za rok 2012 je tato hodnota na čísle 657,40 km<sup>2</sup>, čímž potvrzuje největší nárůst v dané podprovincii. Nárůst tak činí 52,78 km<sup>2</sup>. Největší pokles byl zaznamenán v Hranickém bioregionu, pokles činí 21,14 km<sup>2</sup> a je způsoben úbytkem zastoupení smrku ztepilého.

Roku 1996 se jehličnaté lesy rozkládaly na celkové ploše 1537,37 km<sup>2</sup>, což odpovídalo 59,9 % z celkové rozlohy. Listnaté lesy byly zastoupeny plochou 1027,41 km<sup>2</sup> odpovídající hodnotě 46,9 %. Roku 2012 se tento poměr změnil ve prospěch

listnatých lesů, jež se rozkládaly na ploše 1189,66 km<sup>2</sup> vyjádřenou 44,6 %. Listnaté lesy tak prokázaly nárůst o 162,25 km<sup>2</sup>. Jehličnaté lesy se rozprostíraly roku 2012 na ploše 1480,32 km<sup>2</sup> vyjádřenou 55,4 %, čímž prokázaly pokles oproti roku 1996. Listnaté lesy i v této podprovincii projevily nárůst a zastoupení jehličnanů opět projevilo pokles o 57,047 km<sup>2</sup>.

Tab. 5 Celkové plochy jednotlivých zastoupení dřevinných kategorií v letech 1996 a 2012 v km<sup>2</sup>

zastoupení dřevin	SM	BO	BL+KOS	JD	MD	OJH	BK	DB	HB
1996	1255,9	139,5	0,3	63,2	74,8	3,7	440,4	218,2	111,1
2012	1210,2	121,2	0,1	56,8	86,1	5,9	547,1	254,5	109,4
rozdíl celkové plochy	-45,7	-18,3	-0,2	-6,4	11,3	2,2	106,7	36,3	-1,7
zastoupení dřevin	JV	LP	JS	TP	OL	VR	BR	AK	OLS
1996	29,7	60,9	37,7	11,9	31,2	4,9	67,9	6,7	6,9
2012	46,6	68,7	63,3	4,9	26,3	4,6	48,2	4,9	11,3
rozdíl celkové plochy	16,9	7,7	25,6	-7,0	-4,8	-0,3	-19,7	-1,8	4,4

Zde si můžeme všimnout hlavní příčiny poklesu zastoupení jehličnanů na území západokarpatské podprovincie. Největším poklesem zalesnění disponuje zastoupení smrku ztepilého, jehož pokles je celých 45,7 km<sup>2</sup>. Největší nárůst zastoupení listnáčů prokazuje zastoupení buku lesního a zastoupení dubů, dohromady tak činí nárůst o 143 km<sup>2</sup>. I když 6 kategorií zastoupení listnáčů prokazuje pokles, stále je to pokles v malém měřítku oproti nárůstu. Celkový pokles zastoupení listnatých dřevin tak činí 35,4 km<sup>2</sup>, kdežto zastoupení jehličnanů vykazuje hodnotu 70,6 km<sup>2</sup>.

## 5.4 Severopanonská podprovincie

Severopanonská podprovincie se skládá z 5 bioregionů (viz. Biogeografické členění ČR). Každý bioregion obsahuje zastoupení všech dřevin uvedených v tabulce a to za obě časová období.

Celkové zalesnění severopanonské podprovincie roku 1996 činí 379,57 km<sup>2</sup>. Roku 2012 celkové zalesnění činí 432,76 km<sup>2</sup>, z čehož můžeme usoudit celkový nárůst rozlohy lesních půd v západokarpatské podprovincii o 53,19 km<sup>2</sup>. Dyjsko-moravský bioregion disponuje největší rozlohou zalesnění i největším nárůstem celkového zalesnění ze všech 5 bioregionů v daném časovém období.

Roku 1996 se jehličnaté lesy rozkládaly na celkové ploše 81,25 km<sup>2</sup>, což odpovídalo 21,4 % z celkové rozlohy. Listnaté lesy byly zastoupeny plochou 298,32 km<sup>2</sup> odpovídající hodnotě 78,6 %. Můžeme si tedy všimnout naprosté převahy zastoupení listnáčů v severopanonském bioregionu. Roku 2012 se tento poměr ještě zvýšil ve prospěch listnatých lesů, jež se rozkládali na ploše 344,22 km<sup>2</sup> vyjádřenou 79,5 %. Listnaté lesy tak prokázaly nárůst rozlohy o 45,9 km<sup>2</sup>. Jehličnaté lesy se rozprostíraly roku 2012 na ploše 88,54 km<sup>2</sup> vyjádřenou 20,5 %, čímž prokázali nepatrný nárůst oproti roku 1996, čímž však nijak nezměnili převahu zastoupení listnáčů. Listnaté lesy

i jehličnaté lesy v této podprovincii projevily nárůst. Je to jediná podprovincie, jenž prokazuje razantní převahu listnatých lesů.

Tab. 6 Celkové plochy jednotlivých zastoupení dřevinných kategorií v letech 1996 a 2012 v km<sup>2</sup>

zastoupení dřevin	SM	BO	MD	OJH	BK	DB	HB	JV
1996	1,6	78,2	0,7	0,6	0,4	125,0	10,8	6,7
2012	1,5	84,5	1,0	1,6	0,5	144,8	10,3	9,6
<b>rozdíl celkové plochy</b>	-0,2	6,3	0,3	1,0	0,1	19,8	-0,5	2,9
zastoupení dřevin	LP	JS	TP	OL	VR	BR	AK	OLS
1996	13,3	44,5	24,6	11,2	4,7	6,1	40,1	10,9
2012	22,7	60,4	19,1	9,0	4,3	4,0	38,9	20,7
<b>rozdíl celkové plochy</b>	9,3	15,9	-5,5	-2,2	-0,5	-2,1	-1,2	9,8

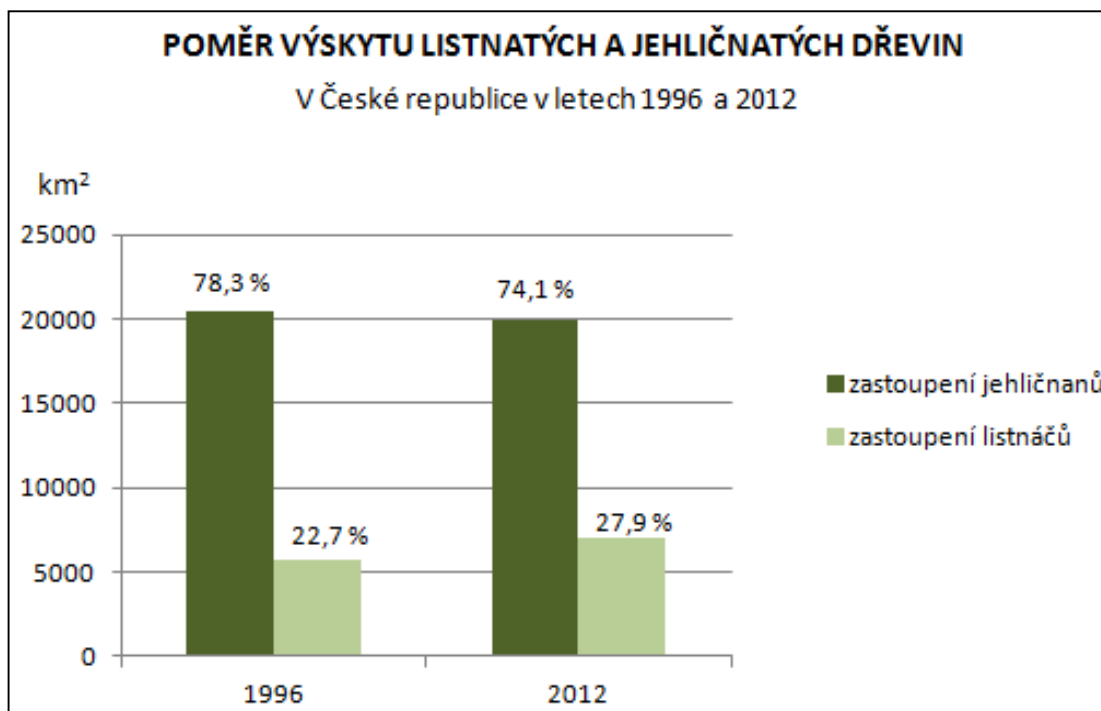
## 5.5 Výsledky v rámci celé České republiky

Celkový nárůst zalesnění odpovídá hodnotě 909,05 km<sup>2</sup>. Díky tomuto výsledku můžeme sledovat rostoucí tendenci rozlohy zalesněných ploch. Šumavský bioregion prokazuje největší nárůst zalesnění a to o 114,4 km<sup>2</sup>. Největší pokles je přiřazen Českokrumlovskému bioregionu, který činí 34,73 km<sup>2</sup>.

Při srovnání zastoupení listnatých a jehličnatých lesů za časové období 1996 a 2012 jsou pozorovatelné zásadní změny. Zatímco zalesnění jehličnanů má v celkovém měřítku klesající tendenci, rozloha zalesnění listnatých lesů má rostoucí tendenci. Stále však svojí rozlohou dominují jehličnaté lesy.

Šumavský bioregion disponuje největší rozlohou zalesnění jehličnatých lesů za oba roky 1996 a 2012, jež za rok 2012 dosáhla tato rozloha hodnoty 1268,15 km<sup>2</sup>. Krušnohorskému bioregionu patří největší rozloha zalesnění listnatých lesů za rok 1996, kdy toto maximum činí 316 km<sup>2</sup>. Za rok 2012 toto maximum patří Nízkojesenickému bioregionu. Listnaté lesy se zde rozprostírají na rozloze 304,36 km<sup>2</sup>. Největší převaha zastoupení listnáčů je v Dyjsko-moravském bioregionu, a to za oba dva roky.

Největším zastoupením disponuje smrk ztepilý. Za oba dva roky má největší rozlohu (součet rozloh zalesnění všech bioregionů). Nejmenší rozlohu zalesnění má zastoupení vrb a to za oba dva roky 1996 a 2012. Největší pokles zasáhl zastoupení smrku ztepilého o 531,41 km<sup>2</sup>. Největší pokles zalesnění mezi listnáči zaznamenalo zastoupení topolů. Naopak největším nárůstem zalesnění se pyšní zastoupení buku lesního, jehož rozloha zalesnění vzrostla o 560,09 km<sup>2</sup>. V celkovém měřítku má rozloha zastoupení jehličnatých dřevin klesající tendenci, naopak zastoupení listnáčů disponují stále zvyšující se rozlohou zalesnění.



Obr. 4 Poměr výskytu listnatých a jehličnatých dřevin

## 5.6 Výsledky párového t-testu

V jednotlivých kategoriích byl také aplikován párový t-test, jenž nám určil, jak moc jsou statisticky rozdílné kategorie v jednotlivých letech. Statisticky vysoce významné rozdíly prokazují kategorie zastoupení smrku ztepilého, buku lesního, dubů, javorů, líp, jasanů, topolů, olší a zastoupení ostatních listnáčů. Statisticky nevýznamný rozdíl prokazují kategorie zastoupení borovice lesní, blatky s kosodřevinami, jedle bělokoré, ostatních jehličnanů, vrb, bříz, habru obecného a trnovníku akátu. Největším statistickým rozdílem disponuje hercynská provincie.

Tab. 7 Výsledky testování statistických rozdílů mezi dvěma datovými soubory pro celé území ČR z roku 1996 a 2012

Zastoupení dřevin	území celé ČR
smrk ztepilý	stat. vysoce významný ( $p < 0,01$ )
borovice lesní	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
blatka + kosodřeviny	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
jedle bělokorá	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
modřín opadavý	stat. vysoce významný ( $p < 0,01$ )
ostatní jehličnany	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
buk lesní	stat. vysoce významný ( $p < 0,01$ )
zastoupení dubů	stat. vysoce významný ( $p < 0,01$ )
habr obecný	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
zastoupení javorů	stat. vysoce významný ( $p < 0,01$ )
zastoupení líp	stat. vysoce významný ( $p < 0,01$ )
zastoupení jasanů	stat. vysoce významný ( $p < 0,01$ )
zastoupení topolů	stat. vysoce významný ( $p < 0,01$ )
zastoupení olší	stat. vysoce významný ( $p < 0,01$ )
zastoupení vrb	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
zastoupení bříz	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
trnovník akát	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
ostatní listnáče	stat. vysoce významný ( $p < 0,01$ )

V tabulce můžeme pozorovat statisticky vysoce významné rozdíly pro většinu dřevinných zastoupení.

Tab. 8 Výsledky testování statistických rozdílů mezi dvěma datovými soubory z jednotlivých podprovincií z roku 1996 a 2012

Zastoupení dřevin	Hercynská podprovincie	Polonská podprovincie
smrk ztepilý	stat. významný rozdíl ( $p < 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
borovice lesní	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
blatka + kosodřeviny	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
jedle bělokorá	stat. významný rozdíl ( $p < 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
modřín opadavý	stat. vysoce významný ( $p < 0,01$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
ostatní jehličnany	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
buk lesní	stat. vysoce významný ( $p < 0,01$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
zastoupení dubů	stat. vysoce významný ( $p < 0,01$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
habr obecný	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
zastoupení javorů	stat. vysoce významný ( $p < 0,01$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
zastoupení líp	stat. vysoce významný ( $p < 0,01$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
zastoupení jasanů	stat. vysoce významný ( $p < 0,01$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
zastoupení topolů	stat. významný rozdíl ( $p < 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
zastoupení olší	stat. vysoce významný ( $p < 0,01$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
zastoupení vrb	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
zastoupení bříz	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
trnovník akát	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
ostatní listnáče	stat. významný rozdíl ( $p < 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
Zastoupení dřevin	Západokarpatská podprovincie	Severopanonská podprovincie
smrk ztepilý	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
borovice lesní	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
blatka + kosodřeviny	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
jedle bělokorá	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
modřín opadavý	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
ostatní jehličnany	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
buk lesní	stat. významný rozdíl ( $p < 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
zastoupení dubů	stat. významný rozdíl ( $p < 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
habr obecný	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
zastoupení javorů	stat. významný rozdíl ( $p < 0,05$ )	stat. významný rozdíl ( $p < 0,05$ )
zastoupení líp	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
zastoupení jasanů	stat. vysoce významný ( $p < 0,01$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
zastoupení topolů	stat. významný rozdíl ( $p < 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
zastoupení olší	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
zastoupení vrb	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
zastoupení bříz	stat. významný rozdíl ( $p < 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
trnovník akát	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )	stat. nevýznamný rozdíl ( $p > 0,05$ )
ostatní listnáče	stat. významný rozdíl ( $p < 0,05$ )	stat. významný rozdíl ( $p < 0,05$ )

Z tabulky lze jednoznačně vyčíst, že hercynská podprovincie vykazuje největší statistický rozdíl ze všech 4 podprovincií. Naopak polonská podprovincie prokázala v rozsahu celého svého území statisticky nevýznamné rozdíly v druhové skladbě lesa.

## 6 DISKUZE

V práci došlo k jednomu problému. Chyba se vyskytla v tabulce z roku 1996, jež byla ručně přepisována do digitální formy, a nejspíš již v této fázi došlo k lehkým nepřesnostem. Celkové zalesnění (po přepočtu všech zastoupení dřevin z procentuálního vyjádření na plošnou jednotku v km<sup>2</sup>) roku 1996 činí 26082,7 km<sup>2</sup>. Tento výsledek je odlišný od celkového zalesnění před přepočtem na km<sup>2</sup>. Tuto chybu zapříčiňují již surová data z tabulky pro rok 1996 (tato chyba se nevyskytuje již v tabulce s daty pro rok 2012), kde součet zastoupení všech dřevin pro jeden bioregion (vyjádřen v procentech) v některých případech je i 100,3 %. Tato sice přehlédnutelná odchylka vytváří v celkovém součtu chybu 24,7 km<sup>2</sup> v rámci celé České republiky. Tato chyba je tím pádem neodstranitelná a bylo nezbytné tuto odchylku brát v úvahu v celkové analýze. Daná chyba neovlivnila žádným způsobem mapový výstup. Jelikož je chyba neodstranitelná přepočtem, bylo by zapotřebí najít tyto odchylky již v originálních analogových datech a provést v budoucnu analýzy na opravených surových datech.

Tato analýza přeměn byla vytvořena s potřebou společnosti UHÚL a to pro časové období mezi roky 1996 a 2012. Práce přinesla zajímavé výsledky, ze kterých lze usuzovat celkový vývoj lesů za toto časové období. S výsledky se bude nadále pracovat dle potřeb společnosti UHÚL. Aplikované analýzy se tak mohou použít na jiné časové intervaly a mohou se zjišťovat podrobnější změny vzniklé za užší či širší časové intervaly což umožní zjistit trend celkového vývoje druhové skladby lesů v ČR či ve světě.

## 7 ZÁVĚR

Úkolem práce bylo statisticky zpracovat a vyhodnotit data o přeměnách druhové skladby lesů v lesních oblastech České republiky, která jsou z let 1996 a 2012. K analýze byly použity základní matematicko-statistické metody pro vyhodnocení změn druhové skladby lesa a dále aplikace párového t-testu pro vyhodnocení statistické významnosti změn. Výsledky byly následně znázorněny pomocí přehledových tabulek, grafů a přehledové mapy

V teoretické práci byly detailně popsány použité statistické metody, biogeografické členění ČR, Národní inventarizace lesů v ČR a byly detailněji popsány druhy dřevin, se kterými se pracovalo v tabulce.

V praktické části jsou popsány použité analýzy a detailně přiblížen postup zpracování dat, jenž zahrnuje úpravu dat, zpracování a samotné vyhodnocení výsledků. Dále je zde popsán samotný mapový výstup, tedy jeho zhotovení a popis prvků obsažených v mapě.

Zpracování dat se provádělo pomocí základních matematicko-statistických metod zahrnující například výpočty rozdílů, maxim, průměru a součtů, výpočet směrodatné odchylky a další. K vyhodnocení statistické významnosti změn byl použit párový t-test. Vstupními daty pro analýzy jsou data získána společností Ústav pro hospodářskou činnost Brandýs nad Labem, konkrétně Ing. Pavlem Samcem. Data jsou v podobě dvou tabulek, jež obsahují údaje o druhové skladbě lesů v rámci celé České republiky z let 1996 a 2012.

Párový t-test je testem hypotézy, který slouží k porovnání středních hodnot mezi prvními a druhými prvky uspořádaných dvojic ( $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \text{konstanta}$ ). Používá se v situacích, kdy na každém z  $n$  objektů máme naměřeny dvě veličiny. Pomocí párového t-testu se dá určit statistická významnost změn vzniklých mezi daty naměřených v roce 1996 a 2012. Z výsledků je jasně zřetelná statisticky vysoká významnost změn v hercynské podprovincii, která ovlivnila i celkovou významnost změn v rámci celé České republiky. Statisticky nevýznamné změny prokázala polonská podprovincie. Výsledky základního srovnání jasně poukazují na klesající tendenci zalesnění zastoupení jehličnatých dřevin, jež nejvíce zapříčiňuje pokles zastoupení smrku ztepilého. Naopak stále zvyšující se rozlohou zalesnění zastoupení listnatých lesů.

Pro mapový výstup byla použita podkladová data Agentury ochrany přírody a krajiny České republiky. Mapový výstup znázorňuje změnu poměru výskytu zastoupení jehličnatých a listnatých dřevin v jednotlivých podprovinciích v České republice z let 1996 a 2012. Dále je v mapě znázorněn rozdíl zalesnění v jednotlivých bioregionech. Byla použita metoda kartodiagramu pro změnu poměru a metoda plošných znaků pro znázornění rozdílů zalesnění.

Výsledky této práce budou použity pro stanovení trendu druhové skladby lesů a pro plánování udržitelného rozvoje lesů.

## POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

BEDNÁŘOVÁ, Iveta. *Statistika a výpočetní technika* [online]. Brno, 2007 [cit. 2014-05-09]. Dostupné z WWW: <<http://cit.vfu.cz/statpotr/index.htm>>.

CULEK, Martin et al. *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Enigma, 1996, 244 s. ISBN 8085368803.

CULEK, Martin et al. *Biogeografické členění České republiky II. dílky*. Praha: AOPK ČR, 2005, 800 s. ISBN 8086064824.

D.F.UDVARDY, Miklos. *A classification of the biogeographical provinces of the world* [online]. Švýcarsko, 1975 [cit. 2014-05-09]. Dostupné z WWW: <<http://cmsdata.iucn.org/downloads/udvardy.pdf>>

DUŠEK, David, Marian SLODIČÁK a Jiří NOVÁK. VÝZKUMNÝ ÚSTAV LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A MYSLIVOSTI, v. v. i. *Výchova porostů borovice lesní: Certifikovaná metodika*. 2013. ISBN 978-80-7417-069-0. Dostupné z WWW: <[http://www.vulhm.cz/sites/files/Informatika/Metodiky/LP\\_5\\_2013\\_na\\_web.pdf](http://www.vulhm.cz/sites/files/Informatika/Metodiky/LP_5_2013_na_web.pdf)>

PÁSLEROVÁ, Klára, Petra ZEZULKOVÁ, Adam SÁRIČKA, Lukáš LICHTER, Anna MIEWALDOVÁ, Michaela TYLŠOVÁ a Janeta MIFKOVÁ. *ATLAS DŘEVIN PARKU STÁTNÍHO ZÁMKU RATIBOŘICE: Národní kulturní památky*. 2008, 88 s. Dostupné z WWW: <<http://www.academiamercurii.cz/downloads/ratiborice/ratiborice.pdf>>

TVRDÍK, Josef. *Základy matematické statistiky: 2. upravené vydání* [online]. Ostravská universita, 2008 [cit. 2014-05-09]. Dostupné z WWW: <[http://www1.osu.cz/~tvrdik/down/files/XZMAS\\_09.pdf](http://www1.osu.cz/~tvrdik/down/files/XZMAS_09.pdf)>

UHÚL - BRANDÝS NAD LABEM. *Národní inventarizace lesů* [online]. Brandýs nad Labem, 2013, 7.1.2014 [cit. 2014-03-17]. Dostupné z WWW: <<http://old.uhul.cz/il/index.php>>

VEJSADOVÁ, Hana. VÝZKUMNÝ ÚSTAV LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A MYSLIVOSTI, v. v. i. *Metodika komplexní ochrany ohrožené borovice blatky (Pinus uncinata)*. 2011. Dostupné z WWW: <[http://www.pralesy.cz/publik\\_syst2/files/metodika\\_blatka\\_2011.pdf](http://www.pralesy.cz/publik_syst2/files/metodika_blatka_2011.pdf)>



## SUMMARY

The main aim of this thesis was time dependent species analysis in forest areas in the Czech Republic. With appropriate mathematical and statistical methods such as the Student t-test, to evaluate the changes that have occurred over the time period 1996-2012.

Data processing was carried out using basic mathematical and statistical methods including, for example by calculating the difference, high average and totals, calculating the standard deviation and more. To evaluate the statistical significance of the changes was used paired t-test. Paired t-test is a hypothesis test that is used to compare mean values between the first and second elements of the ordered pairs ( $H_0: \mu_1 - \mu_2 = \text{constant}$ ). It is used in situations where at each of  $n$  objects have two measured values. Using a paired t-test can determine the statistical significance of changes arising between data measured in 1996 and 2012.

The input data for the analysis of the data obtained by the institute UHÚL Brandys nad Labem, namely Ing. Pavel Samec. Data are in the form of two tables, which contain data on the species composition of forests throughout the Czech Republic for the years 1996 and 2012. To map the output was used underlying data AOPK Czech republic.

Results of this thesis are divided for each subprovinces and for the Czech Republic for the period between 1996 and 2012. These are mainly caused by changes in the given period of time. Another important result of the evaluation of the paired t-test. The results are given verbally and expressed in graphs and tables. From the results it is clear statistically high significance of changes in the hercynian subprovinces that affected the overall significance of the change in the whole Czech Republic. Showed statistically insignificant changes polonsky subprovinces. The results of basic comparison clearly point to a downward trend afforestation representation of coniferous trees, which causes a decrease in the most representative of Norway spruce. Conversely still increasing afforestation of deciduous forests.

In this thesis was one problem. The error occurred in the table from 1996, which was manually transcribed into digital form, and probably at this stage there was a slight inaccuracies. The total afforestation (the conversion of all tree species of percentages per unit area in  $\text{km}^2$ ) in 1996 is  $26,082.7 \text{ km}^2$ . This result differs from the total afforestation before conversion to  $\text{km}^2$ . This error cause has been the raw data from the table for the year 1996 (this error does not occur already in the table with data for 2012), where the total representation of all trees for one bioregion (expressed in percentage) in some cases it is 100.3%. This variation creates although overlooked in the total error  $24.7 \text{ km}^2$  within the Czech Republic. This error is unrecoverable and thus it was necessary to take this deviation into account in the overall analysis. The error did not affect in any way the output mapping.

More results can be seen from the overview map. The map shows the change of the output ratio of the incidence representation of coniferous and deciduous trees in each subprovinces in the Czech Republic between 1996 and 2012. Furthermore the map shows

the difference of afforestation in various bioregions. Cartodiagrams method was used to change the ratio method and area symbols to illustrate the differences afforestation.

The analysis of changes was created with the company's need UHÚL and for the time period between 1996 and 2012. Works produced interesting results, from which you can infer the overall development of forests over this time period. The results will continue to work according to company needs UHÚL. Applied analysis can thus be used at different time intervals and can detect more changes resulting in narrower or wider intervals which will provide the overall trend of development in the species composition of forests in the Czech Republic or abroad.

# SEZNAM PŘÍLOH

## Volné přílohy:

Příloha 1 Mapa změn poměru rozlohy listnatých a jehličnatých lesů v jednotlivých podprovinciích České republiky z let 1996 a 2012.

Příloha 2 DVD – obsahuje text práce, web, mapový výstup, tabulku se vstupními i výstupními daty, metadata

## Popis struktury DVD

Adresáře a soubory:

Fuko\_Bakalarska\_Prace - text práce ve formátu pdf

Fuko\_Bp\_Mapa - mapový výstup ve formátu pdf

WWW

Metadata

Dreviny\_Bioreg\_96\_12\_Srovnani - tabulka ve formátu xls se vstupními i výstupními daty (obsahuje surová data z roku 1996 a 2012, veškeré úpravy dat, srovnání výsledků, párový t-test). Veškerá použitá digitální data byla poskytnuta společností Ústav pro hospodářskou činnost Brandýs nad Labem, konkrétně Ing. Pavlem Samcem pro zpracování bakalářské práce. Jejich další využití je možné jen se souhlasem správce těchto dat.