

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav nauky o dřevě

**Vliv sklonu svahu na konvenční hustotu dřeva
smrku ztepilého**

Bakalářská práce

2016/2017

Eliška Hauserová

Čestné prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem práci: **Vliv sklonu svahu na konvenční hustotu smrku ztepilého** vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne 2. 5. 2017.

Podpis:

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Hanušovi Vavrčíkovi, Ph.D. za obětování času při konzultacích, poskytování odborných rad, podkladů a materiálů ke studovanému problému a ochotu při zpracování této práce. Dále bych ráda poděkovala Ústavu nauky o dřevě za umožnění provedení potřebných výzkumných prací v dendrochronologické laboratoři a v laboratoři anatomii dřeva.

Abstrakt

Autor: Eliška Hauserová

Název práce: Vliv sklonu svahu na konvenční hustotu smrku

Cílem práce bylo zjistit konvenční hustotu smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.) rostoucího na svahu při různém sklonu a dále průměrné šířky letokruhů podle studovaných ploch. Porost na Soběnovské vrchovině se nachází v průměrné nadmořské výšce 775 m n. m.

Byly odebrány vzorky Presslerovým nebozezem z celkem 45 stromů, rozdělených do tří studovaných ploch, a to podle sklonu svahu. Pro určení konvenční hustoty byl maximální objem zjištěn podle metodiky Olesena. Výsledky nabízí představu o vlivu sklonu svahu na změnu konvenční hustoty smrku ztepilého a jsou dokresleny zjištěnými průměrnými šířkami letokruhů.

Klíčová slova: konvenční hustota, smrk ztepilý, svah, tlakové dřevo

Abstract

Author: Eliška Hauserová

Thesis title: The influence of slope on basic density of Norway spruce

The aim of the thesis is determination of basic density of Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) growing on slope with different tilt. The other matter to find out is the average width of the ring according to studied area. Forest in Soběnovská vrchovina is at an altitude of 775 m a. s.

It was taken segments from 45 trees divided into tree studied areas according to tilt of slope by Pressler auger. For determination of basic density was used method by Olesen. The results offer the notion of influence of slope on basic density of Norway spruce. The detected average width of rings help this thesis.

Keywords: basic density, spruce, slope, compression wood

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Cíl práce.....	8
3. Současný stav řešené problematiky	9
3.1 Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.).....	9
3.1.1 Charakteristika	9
3.1.2 Ekologické nároky.....	9
3.1.3 Struktura dřeva	10
3.2 Hustota dřeva.....	11
3.2.1 Variabilita hustoty dřeva	11
3.2.2 Konvenční hustota.....	12
3.3 Metody určení konvenční hustoty	12
3.3.1 Stanovení konvenční hustoty z kmenového kotouče	12
3.3.2 Stanovení konvenční hustoty z vývrtu	13
3.3.3 Stanovení konvenční hustoty ze zkušebních vzorků ČSN 49 0108.....	13
3.4 Tlakové reakční dřevo	13
3.4.1 Struktura tlakového reakčního dřeva.....	14
3.5 Tloušťkový přírůst.....	14
3.5.1 Faktory ovlivňující tloušťkový přírůst	15
4. Materiál a metodika	16
4.1 Lokalizace a charakteristika území – Soběnovská vrchovina.....	16
4.2 Výzkumná porostní skupina.....	16
4.3 Metodika odběru vzorků	18
4.4 Metodika stanovení konvenční hustoty dřeva smrku ztepilého	18
4.4.1 Příprava vzorků	18
4.4.2 Stanovení objemu V_{max}	19
4.4.3 Stanovení hmotnosti m_0	20

4.5 Metodika měření šířky letokruhů	20
4.6 Statistické vyhodnocení.....	21
5. Výsledky	22
5.1 Základní charakteristiky	22
5.2 Analýza konvenční hustoty	22
6. Diskuze	28
7. Závěr	31
8. Summary	32
9. Seznam literatury	33
Přílohy.....	36

1. ÚVOD

Smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) Karst.) je velmi rozšířenou dřevinou, jejíž význam v lesním hospodářství je neopomenutelný. Stavba jehličnatého dřeva je ve většině případech lépe pozorovatelná, a právě díky viditelné struktuře dřeva smrku ztepilého a jeho vlastnostem lze pozorovat změny v jeho růstu. Využití můžeme najít v dendrochronologické analýze při odhalování přesných letopočtů náhlých přírodních katastrof a prudkých klimatických změn. Tento směr ke svým výzkumům využívá zejména měření šířky letokruhů daného jedince.

Vlastnosti dřeva ale odhalují i jiné vlivy na růst stromů. Jednou z nich je jeho hustota. Tato veličina je velmi dobrým kritériem pro posuzování vlastností dřeva.

Práce předpokládá změnu konvenční hustoty způsobenou růstem stromu na svahu. Při růstu dřeva se díky různým abiotickým vlivům a podmínkám vytváří reakční dřevo, jehož hustota je znatelně vyšší než hustota dřeva vyvíjejícího se jedince bez vnějších okolních vlivů. Zjištěním průměrné šířky letokruhů má práce dokreslit růstové podmínky zkoumaného stanoviště.

2. CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo provést analýzu konvenční hustoty dřeva smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.). Primárním záměrem bylo zjistit, zda je tato hustota ovlivněna růstem stromů na svahu s různým sklonem. Dalším cílem bylo zjistit průměrné hodnoty šířky letokruhů studovaných ploch.

3. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

3.1 Smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) Karst.)

3.1.1 Charakteristika

Smrk ztepilý se řadí do čeledě borovicovité (*Pinaceae*) a je hojným stromem v severní Evropě a pahorkatinách a pohořích střední Evropy. Má přímý kmen s pravidelným přeslenitým větvením, kuželovitou korunu. Dorůstá výšky 30–40 m a dožívá se stáří 300–500 let (Pokorný, 1990).

Borka je měděné barvy, hnědavě červená, jemně šupinatá. V mládí je málo odlupčivá, u straších stromů se člení na oblé plátky. Jehlice jsou značně tuhé, 1–2 cm dlouhé, tmavozelené, na průřezu kosočtverečně čtyřhranné, převážně směřují kupředu, řidčeji odstávají. Jednotlivě přisedají na drobné polštářky. Pupeny jsou úzce kuželovité, nepryskyřičnaté. Kvete v období měsíců duben až květen. Samčí květy jsou karmínově červené barvy, samičí šištice jsou podlouhlé, vyrůstají na konci loňských výhonů, a dorůstají v nerozpadavé převislé šišky válcovitého tvaru, dlouhé až 16 cm (Kremer, 1995).

Kořenová soustava je mělká, talířovitá, často proto vznikají díky nedostatečnému zakotvení v půdě působením větru vývraty. Kořenové náběhy jsou výrazné. Dobře klíčí na pařezech i padlých kmenech, vznikají tak chůdovité kořeny. Kolem horní hranice lesa se mohou vytvářet splynutím větví se zemí rozvody. Svrchní půda je díky mělké kořenové soustavě vyčerpána, a to zejména v monokulturách. Nastává pak díky kyslejšímu půdnímu prostředí problém zalesnění listnatými stromy (Úradníček, 2003).

Pro svou dřevní hmotu je smrk ztepilý velmi ceněnou lesní dřevinou, lehké a pružné dřevo se používá ve stavebnictví, nábytkářství i chemickém průmyslu. Vysoce kvalitní dřevo smrku poskytuje rezonanční dřevo na výrobu hudebních nástrojů. Smrk se výrazně uplatňuje i v okrasném sadovnictví, a to zejména svými kultivary mnoha tvarů (Pokorný, 1990).

3.1.2 Ekologické nároky

Řadí se ke světlomilným dřevinám, snášejičím v mládí zástin. Proto může snadno vniknout do porostů jiných dřevin a zaujmout jejich místo. Porosty mohou silně zastíňovat půdní povrch. Je náročný na vlhkost půdy a vzduchu – na sušších a chudších půdách se v určitém věku dostavuje ochromení růstu (Úradníček, 2003).

Podléhá různým houbovým škůdcům způsobujících hnilobu, a to zejména v podmínkách delšího vegetačního období. Lépe se mu proto vede při krátkém vegetačním období, tedy v krátkém a chladném létě.

Je nenáročný na půdy a geologické podloží, půda však nesmí být extrémně suchá, chudá a nedostatečně provzdušněná. Nejlepší růst vykazuje na svěžích, hlinitopísčitych půdách. Může osidlovat i mělké půdy, a to při jejich dostatečné vlhkosti s trochou humusu. Ustupuje buku na vápencových horninách, roste poblíž horní hranice lesa zejména na kamenitých až balvanitých půdách (Úradníček, 2014). Smrk je schopný snášet nízké teploty a také silné zimní mrazy. Citlivý je však na vysoké teploty a nízkou relativní vlhkost vzduchu. Sníh a vítr může také velmi ovlivnit růst smrku, v horských oblastech se mohou proto vytvořit jednostranné vlnkové koruny. Znečištěné ovzduší je pro růst smrku nebezpečné, zejména působení SO₂ (důkazem je rozsáhlé hynutí porostů na našem území v minulosti) (Úradníček, 2003).

3.1.3 Struktura dřeva

Jedním z makroskopických znaků je barva – dřevo je žlutobílé až světle žlutohnědé. Jádro není barevně odlišeno, jedná se o bělové dřevo s vyzrálým dřevem. Letokruhy jsou zřetelné a převažuje zastoupení jarního dřeva, je zde středně ostrý přechod mezi jarním a letním dřevem. Pryskyřičné kanálky se vyskytují na radiálním řezu a tangenciálním řezu v podobě pásku. Dřevo smrku patří mezi lehká dřeva ($\rho_0 = 420 \text{ kg.m}^{-3}$) a měkká ($H_I = 26 \text{ MPa}$). Zvláštností textury je lískovcové dřevo, které se projevuje místním zvlněním letokruhů na příčném řezu (Šlezingerová a Gandelová, 2014).

Mikroskopicky lze pozorovat tracheidy a parenchymatické buňky, které jsou u všech jehličnanů základními anatomickými elementy. Přechod mezi jarními a letními tracheidami smrku je středně ostrý. Na stěnách tracheid se nacházejí dvůrkaté ztenčeniny (dvojtečky), jejich rozmístění je u dřeva smrku obvykle jednořadé. Buněčné stěny příčných tracheid jsou hladké a zvlněné. Epitelové buňky pryskyřičného kanálku (typ SM) jsou tlustostěnné, menší a 8–12 jich tvoří jeden kanálek. Dřeňový paprsek je heterocelulární (jsou tvořeny nejen parenchymatickými buňkami, ale i ležatými tracheidami), počet parenchymatických buněk na výšku dřeňového paprsku je 10–15. Většinou jsou jednovrstevnaté, uprostřed

vícevrstevnatých se pak vyskytuje pryskyřičný kanálek. Na radiálním řezu lze pozorovat piceoidní typ teček v křížovém poli, tedy v místě styku buněčné stěny parenchymatické buňky dřeňového paprsku a vertikální tracheidy, počet teček v křížovém poli je 2–4–6 (Šlezingerová a Gandelová, 2014).

3.2 Hustota dřeva

Hustota dřeva a jeho variabilita ve vztahu s různými faktory byla popisována mnohými autory. Jeho hodnota vyjádřená v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ se zjišťuje jako podíl hmotnosti dřeva a jeho objemu. Je považována za velmi významnou vlastnost dřeva, která ovlivňuje další fyzikální a mechanické vlastnosti (Gryc a Horáček, 2007). Poznatky o hustotě dřeva jsou důležité zejména při jeho mechanickém a chemickém zpracování, při kterém se zjišťuje zvláště hmotnostní množství dřevní hmoty. Dřevo s vyšší hustotou vykazuje oproti dřevu s nižší hustotou větší tvrdost, pevnost, dokonce i menší opotřebování (Wilson a White, 1986). Potvrzujeme si tak velký význam této vlastnosti dřeva i v praxi.

3.2.1 Variabilita hustoty dřeva

Hustotu dřeva ovlivňuje mnoho faktorů, mezi které patří zejména její poloha v kmeni, stanovištní podmínky, stavba dřeva, chemické složení dřeva, vlhkost dřeva a také způsob pěstování dřeviny. Nejen, že je tedy různá mezi dřevinami, ale i v rámci jedince (Požgaj a kol., 1997).

Hustota dřeva v kmeni se směrem k obvodu i s výškou mění. Změnu hustoty po průměru kmene způsobuje zejména nepravidelná šířka letokruhů. Letní dřevo má vyšší hustotu než dřevní jaro, hustota letokruhu je proto tím vyšší, čím větší je podíl letního dřeva. Pro jehličnaté dřeviny obecně platí, že se hustota směrem k obvodu zvyšuje – šířka letokruhu od dřeně se zmenšuje a tím se zvyšuje podíl letního dřeva. Gryc a Horáček (2007) uvádí, že nejnižší konvenční hustotu má smrk ztepilý právě blízko dřeně. Hodnoty hustoty smrkového dřeva naměřené v různých vzdálenostech od dřeně také uvádí Požgaj a kol. (1997):

Tab. 1 Hustota dřeva smrku ztepilého ve vzdálenostech od dřeně

	Hustota smrkového dřeva v různých vzdálenostech od dřeně							
Vzdálenost od dřeně	0–10	12–32	34–54	56–76	78–98	100–120	122–142	144–164
Hustota dřeva smrku [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]	408	385	390	404	439	402	427	463

S výškou kmene hustota obecně klesá. Při stejné šířce letokruhů se s výškou kmene vyskytuje menší podíl letního dřeva, což se projeví nižší hustotou ve vyšších polohách kmene (Wilson a White, 1986). Během několika desítek let hustota dosáhne svého maxima a dále se stabilizuje.

Věk hustotu dřeva ovlivňuje u většiny dřevin s výjimkou smrku. Platí, že s vyšším věkem hustota klesá. Tento jev se tudíž projevuje také na klesající kvalitě dřeva (Požgaj a kol., 1997). Větší vlhkost koreluje s vyšší hustotou – přitom se hmotnost zvyšuje až do maximálního nasycení, objem však jen do meze hygroskopicity (Horáček, 1998).

3.2.2 Konvenční hustota

Konvenční hustotou je podíl hmotnosti dřeva v absolutně suchém stavu (m_0) a jeho objemu při vlhkosti nad mezí hygroskopicity, tedy když je dřevo maximálně nasycené vodou (V_{\max}). Lze ji vypočítat podle vzorce

$$\rho_k = m_0 / V_{\max} [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$$

Rozdíly mezi hodnotami konvenční hustoty jsou nejen v rámci jedné dřeviny, ale i v rámci jednoho kmene. Tato hodnota se využívá pro výpočty zejména v lesním a dřevozpracujícím průmyslu, např. pro přepočítání zásoby mokrého dřeva na hmotnost sušiny. Uplatnění nalezneme při váhové přejímce zboží (Šlezingerová a Gandelová, 2014). Požgaj a kol. (1997) uvádí průměrnou hodnotu konvenční hustoty pro smrk ztepilý $338 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, Šlezingerová a kol. (2012) uvádějí hodnotu $370 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ a Matovič (1980) uvádí hodnotu pro ČSR $409,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

3.3 Metody určení konvenční hustoty

3.3.1 Stanovení konvenční hustoty z kmenového kotouče

Ke stanovení hodnoty konvenční hustoty je možno použít dva typy vzorků. První možností je odebrat ze stromu kmenový kotouč, uříznutý kolmo na podélnou osu kmene. Tento způsob odběru je prováděn nejčastěji motorovou pilou. Pro odebrání kmenového kotouče je nutno strom pokácet, proto je v mnoha případech tato metoda nepřijatelná a její použití je omezené (Speer, 2010). Často je také obtížný jejich transport a uskladnění tak, aby nebyly poškozeny. Výhodou je však kompletní přehled o tloušťkovém přírůstu po celé ploše průřezu a jeho velká přesnost.

Tento způsob odběru vzorků se používá zejména při provádění tzv. kmenové analýzy, tedy rozřezání kmene na jednotlivé sekce a jejich kompletní rozbor výškového a

tloušťkového přírůstu. Jen při výzkumu vzácných exponátů je možno využít kotoučovou metodu bez destrukce stromu, je však potřeba velmi nákladného přístrojového vybavení a používá se jen výjimečně (Drápela a Zach, 1995).

3.3.2 Stanovení konvenční hustoty z vývrtu

Dalším typem vzorku je vývrt, který je odebírán pomocí speciálního vrtáku nazývaným Presslerův (přírůstový) nebozez. Dutý dvouruční pravotočivý vrták má na konci vrtáku speciální šroubovitý závit. Výsledkem vrtání je úzký váleček do průměru 5 mm. Oproti metodě kmenového kotouče je výhodou fakt, že se strom nemusí kácet. Kmen je poškozen jen lokálně a neměl by být po odebrání vzorku ohrožen. Vývrty se také snadno transportují a uskladňují. (Drápela a Zach, 1995)

Tato metoda odběru je poměrně rychlá, avšak fyzicky náročná a je důležité udržet směr vrtání kolmo na podélnou osu kmene. Zcela optimálním vzorkem je ten, kde je přítomen jak podkorní letokruh, tak i dřeň. Pro správný odběr je podstatné dbát na to, aby byl vrták v dobrém technickém stavu (tedy byl správně nabroušen a měl nepoškozené ostří) a po vytažení byl uložen do vhodného obalu (Speer, 2010).

3.3.3 Stanovení konvenční hustoty ze zkušebních vzorků ČSN 49 0108

Norma ČSN 49 0108 vydaná roku 1993 stanovuje metodu zjišťování hustoty dřeva (poměr hustoty dřeva k jeho objemu) fyzikálními a mechanickými zkouškami, a to pro případ určité vlhkosti dřeva v době zkoušky, pro případ úplně suchého dřeva i pro případ konvenční hustoty (poměr hustoty zkušebního tělesa v úplně suchém stavu k jeho objemu při dané vlhkosti nebo při vlhkosti stejné nebo vyšší než je mez nasycení buněčných stěn dřeva). Tato metoda je na přípravu náročná, má mnoho nevýhod (ČSN 49 0108 – Drevo. Zjišťovanie hustoty., 1993).

3.4 Tlakové reakční dřevo

Reakční dřevo vzniká reakcí na určité mechanické namáhání. Nakloněný strom či větev má tendenci klesat pod svou vlastní tíhou a snaží se vrátit z nakloněné polohy do původní. Tento sklon k narovnání se způsobuje, že spodní strana je pod tlakem a na svrchní stranu působí tah (Wilson a White, 1986). V případě jehličnatých stromů vzniká dřevo tlakové (anglicky compression wood), které je přítomno na spodní straně větví a nakloněných stromů. Projevuje se totiž v místě tlaku jako tendence „vytlačit“ strom do více vertikální polohy. Tuto místní změnu struktury označujeme také jako

křemenitost (Šlezingerová a kol., 2012). Reakční dřevo se řadí k vadám dřeva, avšak jeho přítomnost má z botanického pohledu velmi důležitou funkci v životě stromu (Wilson a White, 1986).

Vznik tlakového dřeva je často provázen excentricitou dřeně. Hustota reakčního dřeva je přibližně 1,5krát větší než hustota nereakčního dřeva (Timell, 1986). Křemenité dřevo má i zvýšenou tvrdost, pevnost v tlaku i ohybu (v důsledku většího podílu ligninu, a tedy většího dřevnatění), avšak modul pružnosti je nižší. Díky tlakovému dřevu je struktura dřeva nestejnorodá, hrozí borcení dřeva, a to v příčném i podélném směru. V případě vyššího procentuálního zastoupení reakčního dřeva je dříví při třídění kulatiny a řeziva zařazeno do nižší jakostní třídy (Požgaj a kol., 1997).

3.4.1 Struktura tlakového reakčního dřeva

Z makroskopického pohledu má reakční dřevo širší letokruhy, je zde 3–4krát větší podíl letního dřeva. Makroskopicky lze pozorovat hnědou zónu v užším páse či ve tvaru půlměsíce. Pokud je tlakové dřevo méně vyvinuté, letokruhy letního dřeva jsou pak jen místy rozšířeny (Požgaj a kol., 1997).

Mikroskopicky lze pozorovat, že tracheidy tlakového dřeva jsou na příčném řezu okrouhlého průřezu. Díky tomuto tvaru je zmenšena dotyková plocha se sousedními buňkami a vznikají tak velké mezibuněčné prostory. Buněčná stěna tracheid je z vnitřní strany opatřena spirálovitými rýhami. Je o mnoho hrubší než buněčná stěna normálního dřeva (Wilson a White, 1986).

3.5 Tloušťkový přírůst

V mírném a chladném pásmu se růst dřeva ve vegetačním klidu přerušuje a vznikne tak letokruh. Je výsledkem tloušťkového přírůstu dřeva za vegetační období, vytvořený činností kambia. Jeden letokruh tedy odpovídá jednomu roku života stromu. U skupiny jehličnatých dřev jsou tyto přírůsty dobře viditelné s patrnou zónou jarního a letního dřeva, kde převažuje zastoupení dřeva jarního (Šlezingerová a Gandelová 2014).

Počet letokruhů se však ani u dřevin mírného pásma nemusí vždy krýt s věkem stromu. Může dojít k vynechání letokruhu či může za vegetační období dojít ke zdvojení letokruhu a vznikne tak navíc letokruh nepravý (Schweingruber, 1996). Tyto jevy jsou při analýze obtížně rozpoznatelné. Příčinou vynechání letokruhu může být zejména poranění kmene, koruny nebo kořenu. Nepravý letokruh se tvoří zejména

v důsledku střídání suchého a vlhkého nebo chladného a teplého počasí, ale také v důsledku zničení asimilačních orgánů hmyzem (Speer, 2010).

3.5.1 Faktory ovlivňující tloušťkový přírůst

Vlivy působící na přírůst dřeva můžeme tedy rozdělit na vnitřní – genetické vlastnosti a biotičtí činitelé, a vnější – abiotičtí činitelé (Schweingruber, 1996).

Významným faktorem růstu dřeva je teplota. Přírůst může být snížen díky nízkým teplotám zejména v počátku vegetačního období, dojde totiž k opožděnému startu kambiální aktivity (Fritts, 1976). Dalším důležitým vlivem je voda, a to jak kolísání hladiny podzemní vody, průtok či stagnace vody v půdním profilu či samotná hydraulická vodivost (schopnost půdy vést vodu). Jak bylo zmíněno v kapitole 3.2.1, se změnou obsahu vody ve dřevě se mění i hustota. Mohou nastat dokonce i prostorové změny jako důsledky náhlého úbytku či příbytku vody – a to sesychání či bobtnání dřeva. Právě působení vody na porosty studuje skrze datované letokruhy dendrohydrologie (Speer, 2010).

Neopomenutým faktorem je také nadmořská výška. S rostoucí nadmořskou výškou se zkracuje vegetační období a klesá teplota – přírůsty se zmenšují. Vliv bonity půdy má v tvorbě dřeva také důležité postavení. Kvalita půdy je určena především množstvím minerálních látek a humusu. S lepší bonitou se tedy zvyšuje i přírůst. V neposlední řadě je třeba zmínit vliv sociálního postavení stromu v porostu, kdy důležitou roli hraje zejména světlo (Fritts, 1976). Tloušťkový přírůst dřeva se zvětšuje s prostorem kolem stromu, příčinou může být větší stromový rozestup v rámci porostu či náhlé uvolnění vlivem odumření či těžby okolních jedinců.

4. MATERIÁL A METODIKA

4.1 Lokalizace a charakteristika území – Soběnovská vrchovina

Soběnovská vrchovina se nachází na severozápadním kraji Novohradských hor a s rozlohou 161 km² řadí se do PLO 12 – Předhoří Šumavy a Novohradských hor, konkrétně do části Předhoří Novohradských hor (ÚHÚL, 2000). Je podcelkem geomorfologického celku Novohradské podhůří (Culek, 2005). Reliéfem je značně členitá. Nejvyšší skupinou hor jsou zde Slepíčí hory se svým nejvyššími vrcholy Kohout (870 m n.m.) a Vysoký Kámen (865 m n.m.). Střední nadmořská výška je zde 672,8 m n.m.

Převážná část Soběnovské vrchoviny je odvodňována řekou Černou. Černá se vlévá do Malše - hlavního toku Novohradského podhůří, který místy vytváří hluboké až kaňonovité údolí (Kolektiv autorů, 2006). Na území převládají smrkové monokultury. Soběnovská vrchovina je složena z metamorfovaných hornin (zejména rula, svorová rula, svora, migmatizovaná pararula) a z vyvřelých hornin centrálního moldanubického plutonu (granodiority a granity).

Území patří do půdního regionu mezobazických (středně nasycených bazickými kationty) i dystrických (silně kyselých) kambizemí a rankerů a do regionu horských dystrických kambizemí až kryptopodzolů (Culek, 1996).

Soběnovská vrchovina se řadí převážně do mírně teplé klimatické oblasti. Průměrná roční teplota při nadmořské výšce 500 m n.m. je 7 °C a průměrný roční úhrn srážek při stejné výšce je 660 mm (Kolektiv autorů, 2006).

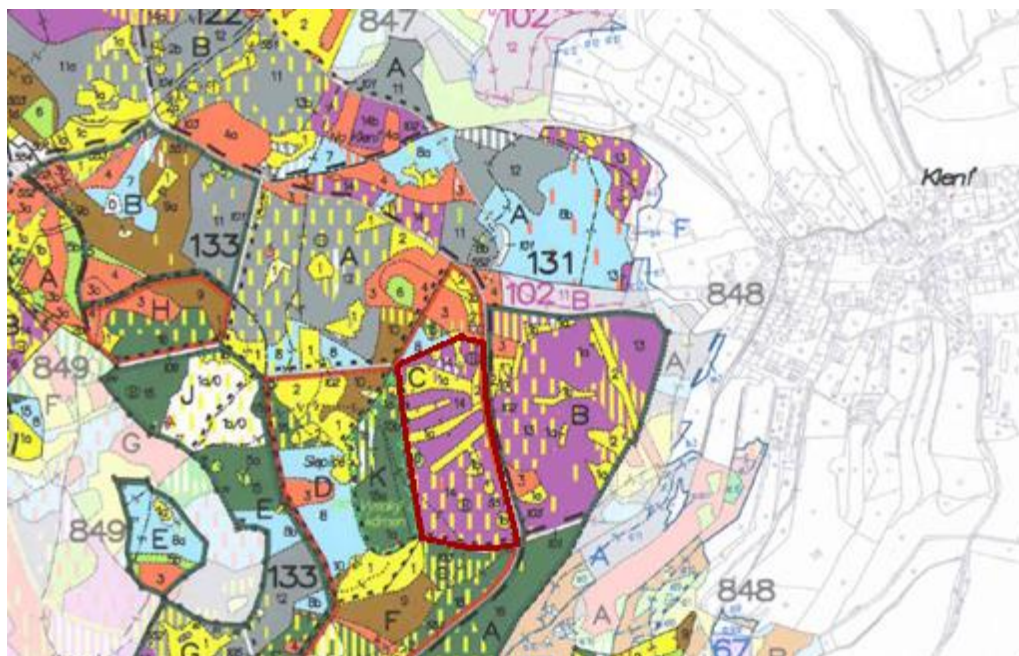
4.2 Výzkumná porostní skupina

Zkoumaná porostní skupina 133C14 se nachází v HS 11, v revíru Kohout na katastrálním území Klení, okres Český Krumlov, kraj Jihočeský (obr. 1). Souřadnice vybrané studované plochy porostu jsou 48° 45' s. š. a 14° 36' v. d.

Plocha porostní skupiny (obr. 2) je 4,96 ha, lesní typ 5Y2 – skeletová jedlová bučina se šřavelem. Půdním typem je ranker. Současnou dřevinou je zde SM se zastoupením 93 %, BK 5 % a JD 2 %. Zkoumaný smrk ztepilý zde má průměrnou výčetní tloušťku 39 cm, průměrnou výšku 33 m a řadí se do fenotypové třídy B. Věk celé porostní skupiny je 139 let. Pro účely výzkumu byla část porostní skupiny pomyslně rozdělena na tři části – část A (nejprudší svah) – 32 °, B (střední svah) – 20 °, C (mírný svah až rovina) – 9 °. Průměrná nadmořská výška studovaného území je 775 m n.m.



Obr. 1 Mapa s označením studovaného území (zdroj: <http://google.cz/maps>)



Obr. 2 Označený porost v porostní mapě studovaného území v měřítku 1:10 000

4.3 Metodika odběru vzorků

Odběr vzorků byl proveden Presslerovým přírůstovým nebozezem, a to ve dnech 14. - 16. 9. 2016 ve studovaném porostu. V každé části porostu bylo vybráno 15 reprezentativních stromů, celkem tedy 45 stromů. Na každém smrku byly ve výčetní výšce (1,3 m od paty kmene) odebrány tři vývrty, jeden pod svahem (dolní), druhý nad svahem (horní) a třetí boční. Vzorky byly odebírány tak, aby byl získán průřez dřevem kolmý na směr růstu, který obsahuje co nejvíce letokruhů od jádra po okraj kmene, a to nejlépe na místě, kde není letokruhový profil narušen sukem nebo jiným poškozením dřeva.

Vývrty byly pečlivě popisovány a ukládány do předem připravených desek. Po odběru vývrtů byl na každém stromě zjištěn průměr pomocí průměrky, a to ve výčetní výšce 1,3 m a pomocí výškoměru byly zjištěny jejich výšky. Byly také změřeny sklony jednotlivých studovaných ploch, a to pomocí latě, vodováhy a pásma.

4.4 Metodika stanovení konvenční hustoty dřeva smrku ztepilého

Veškeré laboratorní práce vedoucí ke stanovení konvenční hustoty byly prováděny na Ústavu nauky o dřevě Mendelovy univerzity.

4.4.1 Příprava vzorků

Než byly provedeny samotné postupy pro zjištění objemu a hmotnosti, proběhla nejdříve příprava vzorků. Z důvodu zvýšení přesnosti zjištění konvenční hustoty byly vývrty rozřezány na jednotlivé sekce pomocí ostří žiletky. Délky jednotlivých sekcí byly určeny podle různého procentuálního zastoupení z celkového obsahu kotouče – graf podle Ericsona (1959):

sekce č. 1: 5 %,

sekce č. 2: 5 %,

sekce č. 3: 10 %,

sekce č. 4: 20 %,

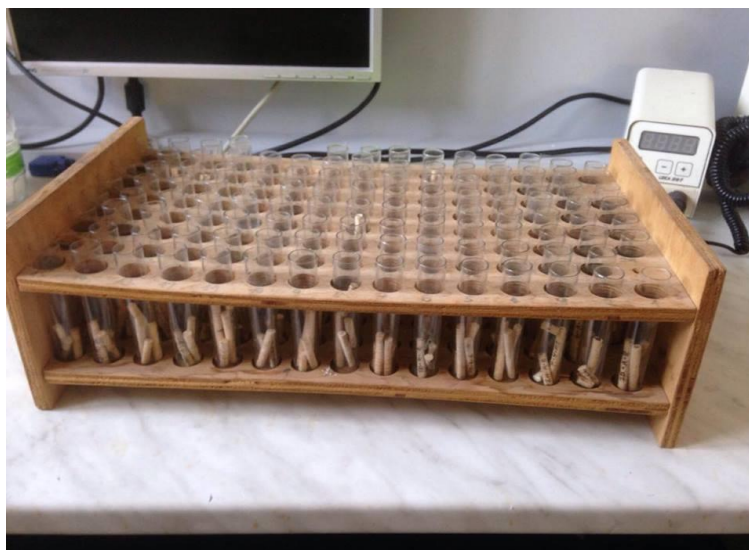
sekce č. 5: 20 %,

sekce č. 6: 20 % a

sekce č. 7: 20 % z celkového obsahu kotouče.

Celková konvenční hustota se vypočítá jako vážený aritmetický průměr všech sekcí. Rozčleněné a označené vývrty byly vloženy do zkumavek, zkumavky byly po okraj naplněny destilovanou vodou (obr. 3). Vzorky byly ve vodě ponechány do té doby

než změna hmotnosti mezi dvěma váženími, které se prováděly po dvou hodinách, nepřekročí 0,01 g.



Obr. 3 Rozčleněné vývrty ve zkumavkách

4.4.2 Stanovení objemu V_{\max}

Objem byl stanoven podle Olesena (1971). Principem stanovení objemu V_{\max} je ponoření vzorku do kádinky s destilovanou vodou, kdy kádinka byla položena na laboratorní váze SCALTEC. Výsledný objem vzorku byl získán vážením vzorku, kdy objem vytlačené vody se rovná objemu ponořeného vzorku. Vzorek byl ponořen díky jehle, na kterou byl napíchnut (obr. 4). Po ponoření byla hodnota zobrazená na váze zapsána do předem připravených tabulek. Objem tělesa byl určen přímo, a to proto, že se 1 g vytlačené vody při 10 °C rovnal 1 cm³ objemu tělesa.



Obr. 4 Laboratorní váha SCALTEC a speciální stojan s jehlou

4.4.3 Stanovení hmotnosti m_0

Pro vypočítání výsledné konvenční hustoty bylo dále potřeba stanovit hmotnost m_0 . Po zjištění objemu byla proto ze zkumavek vylita voda a vzorky se vložily do sušičky značky SANYO. Sušily se při teplotě $103\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ do té doby, než se jejich hmotnost nezměnila maximálně o 1 %. Jednotlivé vzorky byly zváženy na laboratorní váze a hodnoty zapsány do připravených tabulek.

4.4.4 Výpočet konvenční hustoty ρ_k

Po zjištění hodnot objemu a hmotnosti byla vypočítána konvenční hustota. Nejdříve byly vypočítány hodnoty jednotlivých sekcí a poté jejich váženým průměrem konvenční hustota celého stromu. Vzorec na výpočet konvenční hustoty je uveden v kapitole 3.4.2.

4.5 Metodika měření šířky letokruhů

Šířka letokruhů byla měřena v dendrochronologické laboratoři Ústavu nauky o dřevě. Na měření šířky letokruhů byly použity boční vývrty, které by neměly být ovlivněny potenciálním reakčním dřevem a zkreslovat tak změřené hodnoty. Vývrty musely být nejdříve pro samotnou analýzu letokruhů připraveny – byly nalepeny do dřevěných lišt a po několikadenním schnutí pro lepší viditelnost letokruhů seřezány pomocí mikrotomu (obr. 5). Pro snadnější seřezání byl vývrt potřen vodou.



Obr. 5 Seřezávání vývrtů na mikrotomu

Šířka letokruhů byla měřena na mechanickém měřicím zařízení – měřicím stole vybaveným posuvným šroubovým mechanismem. Jako optická část byl použit

stereomikroskop. Vzorek byl vždy měřen od středu směrem k obvodu, a to kolmo na každý následující letokruh. Data byly ukládány na záznamovou část – stolní počítač. Letokruhy jsou zde změřeny s přesností na 0,01 mm. Pro měření byl použit program Past4 a data poté přenesena do programu Excel.

4.6 Statistické vyhodnocení

Po zjištění hodnot konvenční hustoty byla provedena její analýza. Při této analýze byl použit program Statistica 12 CZ poskytovaný společností StatSoft. Pro vyhodnocení výsledků byla použita vícefaktorová analýza rozptylu (ANOVA). Před použitím tohoto testu však bylo nutné ověřit normalitu výběru a dále homogenitu rozptylů výběru. Pro ověření normálního rozdělení byl použit Shapiro-Wilkův test, kde H_0 = výběrový soubor pochází ze základního souboru s normálním rozdělením. Homogenita rozptylu uvnitř souborů byla otestována Leveneovým testem, kde H_0 = soubory jsou stejného rozptylu.

První faktor ve vícefaktorové analýze rozptylu určuje pozici odběru vývrtu (D – dolní vývrt a H – horní vývrt) a druhý faktor sklon zkoumané plochy (A–C). V tomto testu je nulovou hypotézou H_0 = střední hodnoty se rovnají. Analýza rozptylu vypočítala hodnoty pro zjištění ovlivnění sklonem, hodnoty pro zjištění ovlivnění pozicí odběru, hodnoty pro zjištění ovlivnění kombinací sklonu a pozicí odběru, a tudíž vyhodnotila statistickou významnost této analýzy.

Pro statistické vyhodnocení šířky letokruhů byla taktéž použita analýza rozptylu ANOVA. Zde byl použit jen jeden faktor, a to studovaná plocha (A–C).

5. VÝSLEDKY

5.1 Základní charakteristiky

V tab. 2 je uvedena popisná statistika výčetních tloušťek a výšek. Nejvyšší hodnota výčetní tloušťky 53,2 cm byla zjištěna na ploše C, nejnižší hodnota 27,8 cm na ploše B. Průměrná výčetní tloušťka kmene na ploše A je 45,1 cm, na ploše B 40,1 cm a na ploše C 39,8 cm. Největší rozptyl hodnot byl vyhodnocen na ploše B. Maximální výška na ploše A i B dosahuje hodnoty 34,6 m, na ploše B je minimální hodnotou výška 31,5 m. Průměrná výška na ploše A dosahuje hodnoty 33,9 m, na ploše B 33,4 m a na ploše C 33,1 m. Na ploše B byl zjištěn největší rozptyl.

Tab. 2 Popisná statistika – výčetní tloušťky a výšky

Popisná statistika – výčetní tloušťky [cm] a výšky [m] stromů jednotlivých ploch							
	<i>Průměr</i>	<i>Medián</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Rozptyl</i>	<i>Sm.odch.</i>	<i>Var.koef.</i>
průměr A	45,1	44,5	40,0	51,6	14,7	3,8	8,5
průměr B	40,1	40,0	27,8	50,1	42,2	6,5	16,2
průměr C	39,8	39,0	32,1	53,2	31,9	5,6	14,2
výška A	33,9	33,9	32,7	34,6	0,4	0,6	1,8
výška B	33,4	33,4	31,5	34,6	0,6	0,8	2,3
výška C	33,1	33,2	31,7	34,2	0,5	0,7	2,0

5.2 Analýza konvenční hustoty

Popisnou statistikou byly zjištěny některé statistické charakteristiky pro konvenční hustotu jednotlivých výzkumných ploch (tab. 3).

Na ploše C je průměrnou konvenční hustotou hodnota 398,7 kg·m⁻³, nejvyšší průměrná hodnota ze všech ploch. Medián na ploše C vykazuje hodnotu 399,9 kg·m⁻³. Na ploše A byla zjištěna minimální naměřená hodnota 320,6 kg·m⁻³, maximální naměřená hodnota plochy B je 482,5 kg·m⁻³. Plocha B vykazuje největší rozptyl, a to hodnotu 1223,8.

Tab. 3 Popisná statistika – konvenční hustota

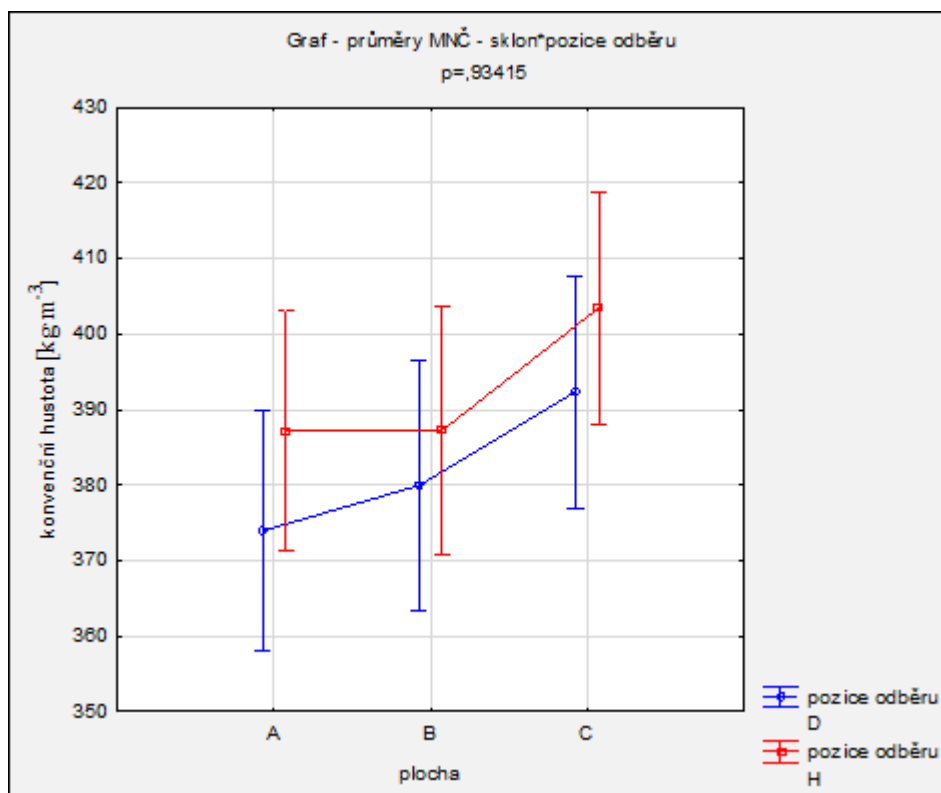
Popisné statistiky – konvenční hustota [kg·m ⁻³]							
	<i>Průměr</i>	<i>Medián</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Rozptyl</i>	<i>Sm.odch.</i>	<i>Var.koef.</i>
plocha A	380,6	380,2	320,6	449,4	781,9	28,0	7,3
plocha B	383,8	374,6	327,7	482,5	1223,8	35,0	9,1
plocha C	398,7	399,9	354,6	445,4	861,4	29,4	7,4

Analýza byla vyhodnocena za statisticky významnou, avšak jednotlivá ovlivnění sklonem, pozicí výběru i kombinací sklonu a pozice odběru za statisticky nevýznamnou. Podle testu významnosti (tab. 4), tedy nebyl ve výběru zjištěn žádný ze studovaných vlivů na konvenční hustota dřeva.

Tab. 4 Test významnosti – konvenční hustota

Jednorozměrné testy významnosti – konvenční hustota [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]					
efekt	SČ	stupně volnosti	PČ	F	p
abs. člen	13464795	1	13464795	14013,83	0
sklon	5341	2	2670	2,78	0,067797
pozice odběru	2504	1	2504	2,61	0,110195
sklon*pozice odběru	131	2	65	0,07	0,934154
chyba	80709	84	961		

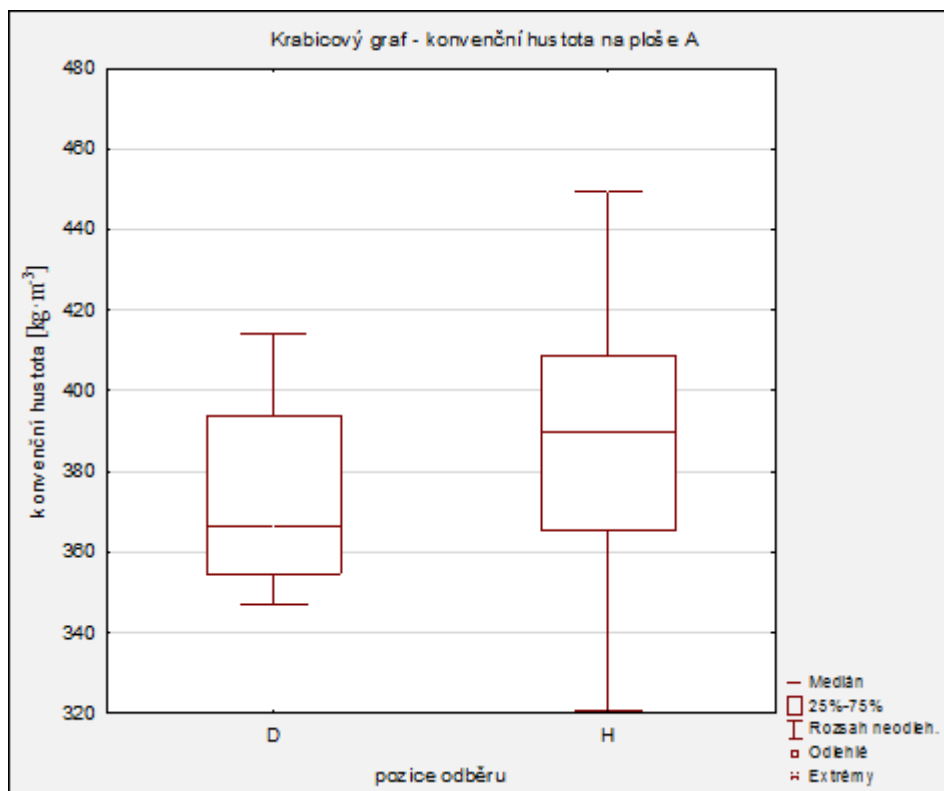
Obr. 6 vyjadřuje ovlivnění hustoty sklonem na všech třech plochách a pozicích odběru. I když statisticky jsou rozdíly nevýznamné, můžeme si všimnout, že konvenční hustota zjištěná na horních vzorcích je nepatrně vyšší než konvenční hustota na vzorcích dolních. Také můžeme vidět, že plocha A vykazuje ze všech ploch hodnoty nejnižší a plocha C naopak hodnoty nejvyšší.



Obr. 6 Graf statistické významnosti analýzy konvenční hustoty

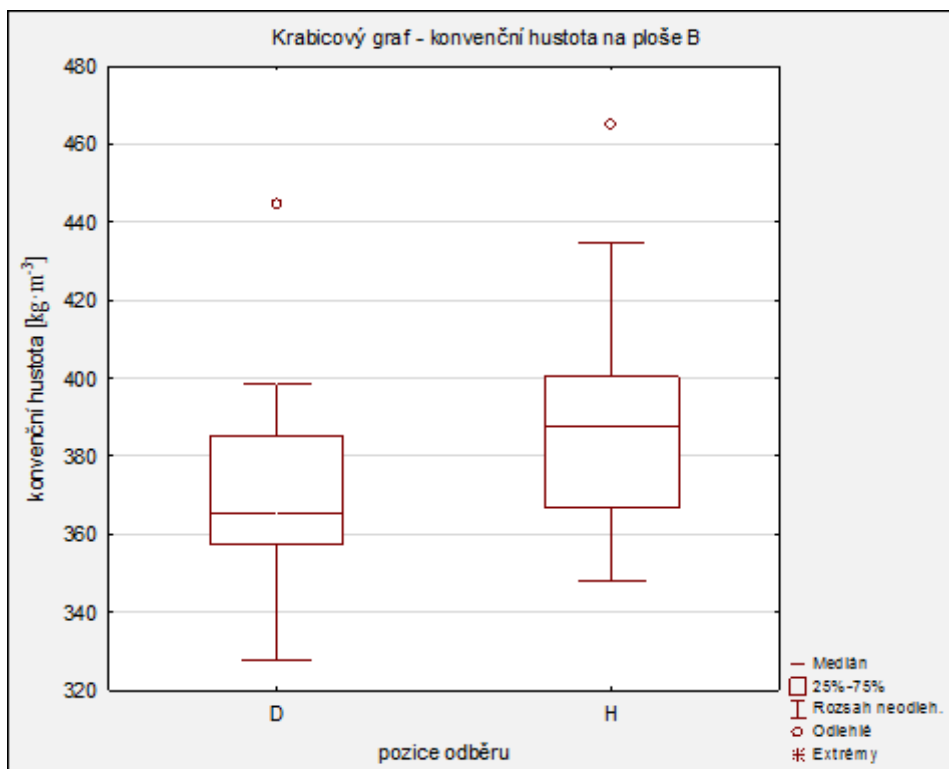
Pro každou plochu byl vyhodnocen krabicový graf zobrazující nejmenší a největší hodnoty (nejsou odlehlým pozorováním), medián, dále první (s relativní četností 0,25) a třetí kvartil (s relativní četností 0,75).

Obr. 7 zobrazuje krabicový graf konvenční hustoty na ploše A. Rozsah neodlehlých hodnot je u pozice odběru H výrazně větší než u pozice odběru D. Na ploše A nebyly zjištěny žádné odlehlé hodnoty ani extrém.



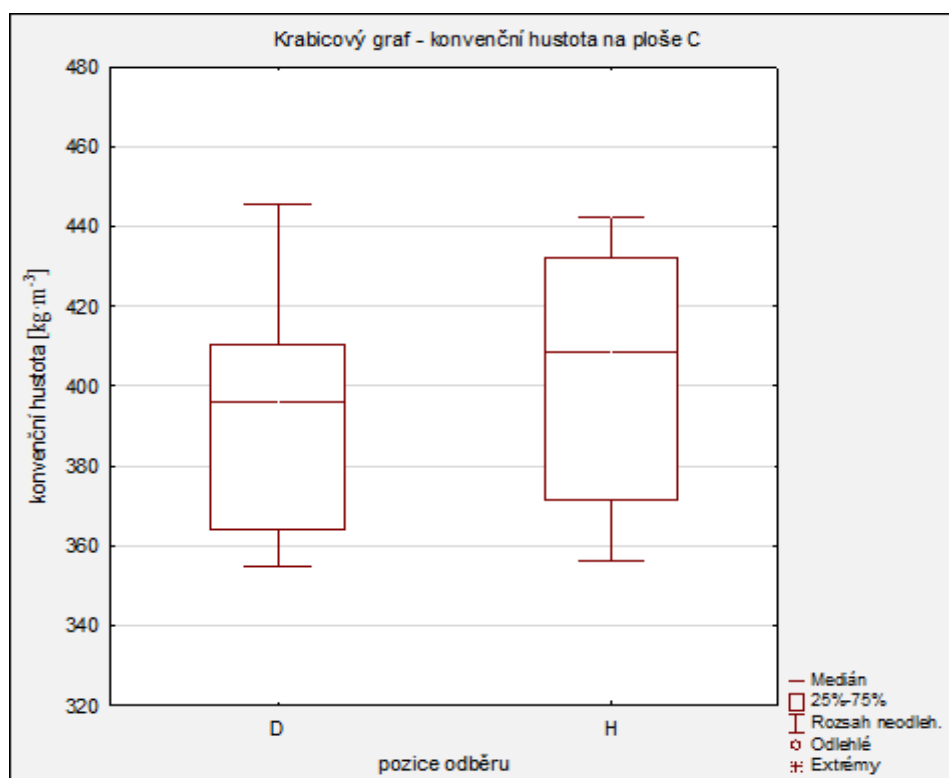
Obr. 7 Krabicový graf – konvenční hustota na ploše A

Na ploše B byla zjištěna jedna odlehlá hodnota u dolní pozice odběru a jedna odlehlá hodnota u horní pozice odběru (obr. 8). Žádný extrém konvenční hustoty se na ploše B nevyskytuje.



Obr. 8 Krabicový graf – konvenční hustota na ploše B

Na obr. 9 lze vidět, že na ploše C se nevyskytuje žádná odlehlá ani extrémní hodnota. Rozsah neodlehlých hodnot je u pozice dolního a horního odběru téměř bez rozdílu.



Obr. 9 Krabicový graf – konvenční hustota na ploše C

5.3 Výsledky měření šířky letokruhů

Popisnou statistikou byly zjištěny některé základní statistické charakteristiky hodnot průměrné šířky letokruhů (tab. 5).

Průměrná šířka letokruhu na ploše A je 1,59 mm. Průměrnou hodnotou souboru na ploše A je hodnota 1,58 mm. Největší šířka letokruhu 3,19 mm byla zaznamenána na ploše B. Na té samé ploše byl také změřen letokruh s nejmenší hodnotou 1,05 mm. Největší rozptyl vykazuje soubor z plochy B, a to hodnotu 32,21.

Tab. 5 Popisná statistika – průměrná šířka letokruhu na jednotlivých plochách

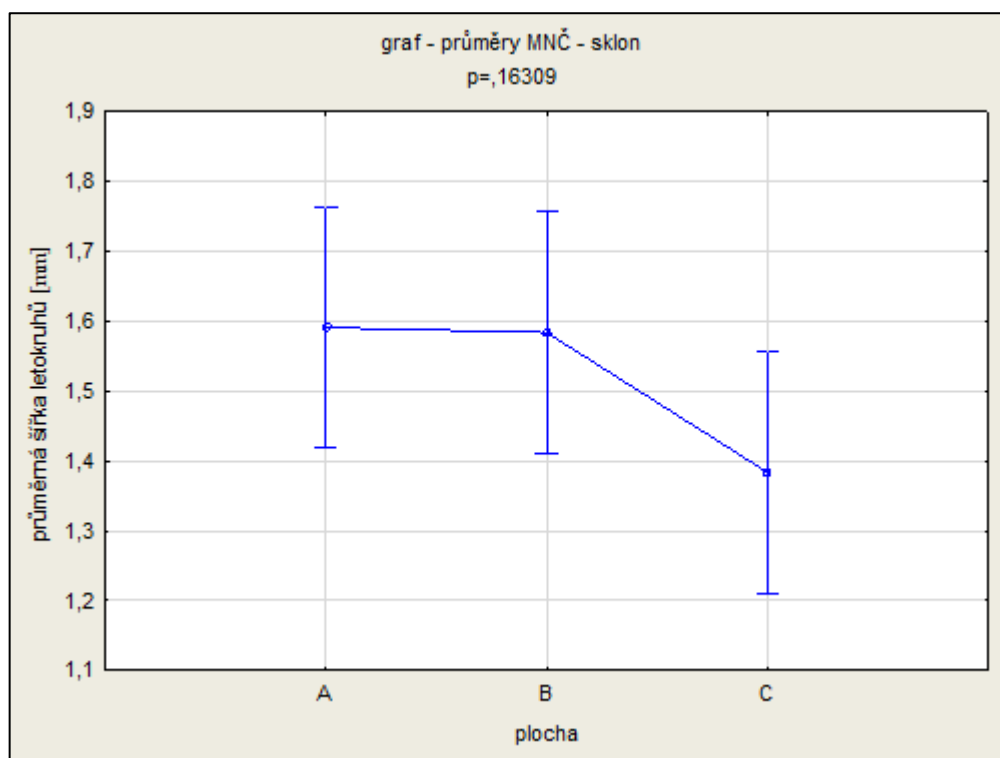
Popisné statistiky – průměrná šířka letokruhu [mm]							
	<i>Průměr</i>	<i>Medián</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Rozptyl</i>	<i>Sm.odch.</i>	<i>Var.koef.</i>
plocha A	1,59	1,58	1,33	2,1	0,03	0,18	11,59
plocha B	1,58	1,53	1,05	3,19	0,26	0,51	32,21
plocha C	1,38	1,37	1,12	1,74	0,03	0,19	13,46

Jednofaktorová ANOVA, kde faktorem byla studovaná plocha, test vyhodnotila jako statisticky nevýznamný. Rozdíly v průměrné šířce mezi jednotlivými plochami tedy nejsou významné. Výsledek testu významnosti analýzy uvádí tab. 6.

Tab. 6 Test významnosti – průměrná šířka letokruhu na jednotlivých plochách

Jednofaktorová ANOVA, průměrná šířka letokruhů [mm] Průměry MNC; p=,16309				
	<i>Průměr</i>	<i>Sm. ch.</i>	- 95,00 %	+ 95,00 %
plocha A	1,59	0,09	1,42	1,76
plocha B	1,58	0,09	1,41	1,76
plocha C	1,38	0,09	1,21	1,56

Obr. 10 vyjadřuje závislost průměrné šířky letokruhů na studovaných plochách. Jak už ukazuje tab. 6, velké rozdíly v šířkách letokruhů mezi plochami nejsou, avšak z grafu můžeme vyčíst, že plocha C vykazuje nejmenší hodnoty průměrů šířek letokruhů ze všech ploch.



Obr. 10 Graf statistické významnosti – průměrná šířka letokruhů [mm]

6. DISKUZE

Pro studované téma byla zvolena metoda zjišťování z vývrtů odebraných Presslerovým nebozezem. Jak uvádí Drápela a Zach (1995), tento způsob odběru vzorků je ekonomickým a zároveň šetrným způsobem získání materiálu.

Analýza nenašla žádné souvislosti mezi změnou konvenční hustoty a sklonem svahu. V případě předpokládané přítomnosti tlakového dřeva by byla konvenční hustota zhruba 1,5krát vyšší než konvenční hustota nereakčního dřeva (Timell, 1986). Reakční dřevo nebylo zjištěno na žádné pozici odběru vzorku, jeho přítomnost chybí. Průměrná hodnota konvenční hustoty na ploše A při sklonu 32° byla 380,6 kg·m⁻³. Na této ploše byla zjištěna průměrná šířka letokruhu, a to 1,59 mm. Průměr naměřených hodnot konvenční hustoty na ploše B při sklonu svahu 20° je 383,8 kg·m⁻³. Na této ploše je průměrná šířka letokruhů hodnota 1,58 mm. Tato hodnota se téměř neliší od hodnoty zjištěné na ploše A. Na ploše C, kde je sklon svahu minimální, je průměrnou hodnotou 398,7 kg·m⁻³. Průměrná šířka letokruhů na ploše C je 1,38 mm, což je hodnota v rámci všech ploch nejmenší. Nejprudší (A) a střední svah (B) pak tedy vykazují větší přírůsty (statisticky jsou však rozdíly nevýznamné) než plocha téměř rovinatá. Lepší podmínky pro růst lze přisoudit přítomnosti bukových jedinců, kteří svým opadem obohacují půdu a vykonávají tak meliorační funkci v horních částech porostu. Přesto celý porost nacházející se na balvanitém svahu má charakter nevyvinuté půdy, a tedy omezených podmínek k růstu.

Přírůst na ploše C vykazuje tedy v průměru menší hodnoty než na ostatních studovaných místech – buk zde není přítomen a meliorace půdy tedy také ne. Omezenější možnosti přirůstat odpovídá výše zmíněná průměrná konvenční hustota, kdy při menším průměru narůstá podíl letního dřeva v letokruhu a tím se hodnota konvenční hustoty zvyšuje. Podle Šlezingerové a kol. (2012) je průměrná šířka letokruhu hospodářských dřevin našeho území se pohybuje od 1 do 5 mm. Požgaj a kol. (1997) uvádí průměrnou hodnotu šířky letokruhu pro smrk ztepilý 2,4 mm, uvedená hodnota se však vztahuje na celé území ČSR a nelze tyto hodnoty zcela porovnávat. Nebyla nalezena žádná literatura popisující průměrnou šířku letokruhů na území Soběnovské vrchoviny.

Při měření šířky letokruhů byl také potvrzen trend přírůstu se zvyšujícím se věkem – první desetiletí růstu stromu jsou znatelně větší přírůsty (způsobeno velkým přístupem světla v porostu), postupně se zúžující a nakonec opět větší přírůsty (vzniklé nejspíše

postupným uvolňováním jedinců v porostu) zejména v posledních dvaceti letech růstu.

Analýza potvrzuje tvrzení Matoviče (1980), že hodnoty konvenční hustoty smrku klesají s přibývajícím nadmořskou výškou, zejména od 5. lesního vegetačního stupně. Matovič také potvrzuje klesání konvenční hustoty se stoupající trofností, což v rozsahu této práce nebylo možné zhodnotit.

Průměrné hodnoty konvenčních hodnot i šířek letokruhů všech ploch mezi sebou nevykazují tedy velké odchylky. Jelikož hodnoty odpovídají hodnotám průměrné konvenční hustoty bez přítomnosti reakčního dřeva, neprokázal se tedy vliv růstu stromu na skloněném terénu na změnu konvenční hustoty dřeva.

Podle literatury (Timell, 1986) je konvenční hustota dřeva ovlivněna na svazích nestabilních. V tomto případě je prokázána tvorba reakčního dřeva a tím i změna konvenční hustoty. Strukturu dřeva a jeho vlastnosti na stabilním svahu studovali např. Barij a kol. (2006), v jejich práci se konvenční hustota stromů rostoucích na svahu vykazujícího stabilitu nezměnila. Z prací dotýkající se tvorby struktury dřeva stromů rostoucích na svahu nelze utvořit konečný úsudek pro danou problematiku.

Svah studovaný v této práci nevykazoval žádné známky nestability a sesuvy půdy nebyly zjištěny z aktuálního stavu ani z historických dokumentů, i když soubor lesních typů 5Y obecně značí ohrožení erozí. Moderní disciplínou, která studuje růstové reakce stromů při různých typech svahových procesů, je dendrogeomorfologie. V tomto oboru bychom mohli najít uplatnění v řešeném problému.

Matovič (1980) upozorňuje na to, že je nezbytné prozkoumat závislost konvenční hustoty na ekologických řadách a vegetačních stupních (tedy přibližně na nadmořské výšce a s tím i související délkou vegetační doby). Přemyslovská a kol. (2007) zjišťovali konvenční hustotu na vybraných místech České republiky podle edafických kategorií, avšak hodnota konvenční hustoty pro ekologickou řadu Y, s kterou by se mohla porovnat hodnota získaná touto prací, nebyla zjištěna. Výzkum zkoumající závislost sklonu svahu na konvenční hustotě je proto potřeba provést na těchto různých stanovištích s odlišnými podmínkami a vytvořit tak závěr o dané problematice.

Tato analýza není konečným výsledkem pro dané téma. Při dalším výzkumu je doporučeno odebrat větší počet vzorků a provést studii na stanovištích s odlišnými

podmínkami, rozmístěných ve větších vzdálenostech, kde nejlépe budou stanoviště reprezentovány soubory lesních typů. Doporučením je založit výzkumné plochy na svazích, které jsou aktuálně pod vlivem eroze či na svazích, kde porost vykazuje jakékoli zjevné známky nestability porostu. Tyto výsledky se dále doporučují porovnat s hodnotami zjištěnými na svazích stabilních s porostem nenakloněných stromů či stromů bez zjevných znaků naklonění od počátku jejich růstu. Tento výzkum by pak zhodnotil případné vztahy mezi těmito podmínkami porostu a tvorbou konvenční hustoty. Metoda odběru vývrtů se pro podchycení této velké rozmanitosti podmínek doporučuje i dále.

7. ZÁVĚR

Cílem práce bylo zjistit vliv sklonu svahu na konvenční hustotu smrku ztepilého. Pro tento účel byly vybrány tři plochy s různým sklonem v jednom porostu, a to v oblasti Soběnovské vrchoviny. Druhotným záměrem bylo změřit šířky letokruhů těchto stromů, a zjistit tak průměrnou šířku letokruhů jednotlivých ploch.

Konvenční hustota byla vypočítána z hmotnosti vysušených vzorků a z maximálního objemu. Mezi plochami zde v této veličině nebyl zjištěn statistický rozdíl, tudíž nebyla v práci nalezena souvislost mezi sklonem svahu a změnou konvenční hustoty. Šířka letokruhů byla změřena na dendrochronologickém měřicím zařízení. Ani zde nebyly prokázány statistické rozdíly mezi studovanými plochami.

Doporučením je provádět další výzkumy na svazích nestabilních, kde se předpokládá výskyt reakčního dřeva a tím zvýšení konvenční hustoty. Tyto výsledky by se mohly následně srovnat s výsledky svahů vykazujících stabilitu a najít tak souvislosti v dané problematice. Návrhem je také tyto studie rozšířit na stanoviště vykazující rozdílné podmínky, kdy nejlepším ukazatelem těchto rozdílů bude soubor lesních typů.

Hustota je velmi významnou vlastností dřeva, která má vliv na mnoho fyzikálních a mechanických veličin, je proto důležité se touto vlastností zabývat a umět využívat získané poznatky v náš prospěch.

8. SUMMARY

The aim of the thesis was find out influence of slope on basic density of Norway spruce. For this purpose were chosen tree areas with different tilt in one forest in Soběnovská vrchovina. The other aim was measure the widths of tree rings and find out average width of tree rings on each area.

The basic density was calculated from weight of dried samples and from maximal volume. In this analysis statistics did not determine statistical differences, there was not find out the context between the slope and the change of basic density between the areas therefore.

The width of the tree rings was measured on dendrochronology measuring equipment. In this analysis were not find out statistical differences between the areas.

The recommendation is to make other researches on unstable slopes where reaction wood is expected and then the increase of the basic density is expected too. These results should be compared with results of slopes which show stability and they should find out the context in this problematics therefore. The proposal is to extend this study on habitats which show different conditions. The best index of these differences will be site codes.

The density is very significant property of wood which has the influence on many physical and mechanical value. It is important to study this property and to know tu use acquired knowledges to have benefits.

9. SEZNAM LITERATURY

AMANN, Gottfried. 1993. Stromy a keře lesa. Vimperk: J. Steinbrener. 228 s. ISBN 80-901324-9-9.

CULEK M. 1996. Biogeografické členění České republiky. Praha, Enigma. 244 s. ISBN 80-85368-80-3.

CULEK, M. 2005. Biogeografické členění České republiky. II. díl. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. ISBN 80-86064-82-4.

ČSN 49 0108. 1993. Drevo. Zisťovanie hustoty.

BARIJ N. a kol. 2006. Does growing on a slope affect tree xylem structure and water relations? Heron Publishing. Victoria, Canada.

DRÁPELA K., ZACH J. 1995. Dendrometrie (Dendrochronologie). MZLU Brno, 149 s. ISBN 80-7157-178-4.

ERICSON, B. 1959. A mercury immersion method for determining the wood density of increment core sections. Statens skogsforskningsinstitut, Stockholm. 31 s.

FRITTS, H. C. 1976. Tree rings and climate. London: Academic Press. ISBN 0-12-268450-8.

GRYC V., HORÁČEK P. 2007. Variability in density of spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) wood with the presence of reaction wood. Mendelova univerzita v Brně.

HORÁČEK P. 1998. Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva I. MZLU Brno, 128 str., ISBN 80-7157-347-7.

KOLEKTIV AUTORŮ. 2006. Novohradské hory a novohradské podhůří: příroda – historie – život. Praha. Baset. 848 s. ISBN 80-7340-091-X.

KREMER, B. 1995. Stromy: v Evropě zdomácnělé a zavedené druhy. Praha, Knižní klub, Průvodce přírodou, 287 s. ISBN 80-7176-184-2.

MATOVIČ A. 1979. Variabilita konvenční hustoty dřeva smrku se zřetelem na stanoviště, výšku a věk stromů. MZLU Brno, 103 s.

MATOVIČ A. 1980. Konvenční hustota dřeva smrku z lokalit ČSR. MZLU Brno, 33 s.

OLESEN P. 1971. The Water Displacement Method, The royal Veterinary and agricultural. University of Kopenhagen, 18 s.

POKORNÝ, J. 1998. Stromy. Praha, Aventinum, 223 s. ISBN 80-7151-045-9.

POŽGAJ A. a kol. 1997. Štruktúra a vlastnosti dreva. Bratislava, Príroda, 485 s. ISBN 80-07-00960-4.

PŘEMYSLOVSKÁ, E. a kol. 2007. Basic density of wood in different forest type. Mendelova univerzita v Brně.

SCHWEINGRUBER, F. 1996. Tree rings and environment dendroecology. Berne: Paul Haupt Publishers. ISBN 3-258-05458-4.

SPEER, James H. 2010. Fundamentals of tree-ring research. The University of Arizona Press: Arizona, ISBN 978-0-8165-2684-0.

ŠLEZINGEROVÁ J. a kol. 2012. Nauka o dřevě. MZLU Brno, 176 s. ISBN 978-80-7375-312-2.

ŠLEZINGEROVÁ J., GANDELOVÁ L. 2014. Stavba dřeva. Mendelova univerzita v Brně, 187 s. ISBN 978-80-7375-966-7.

TIMELL, T. E. 1986. Compression wood in gymnosperms. New York: Springer-Verlag, 2150 s. ISBN 0387157158.

ÚRADNÍČEK L. 2003. Lesnická dendrologie I. (Gymnospermae). Mendelova univerzita v Brně, 70 s. ISBN 80-7157-643-3.

ÚRADNÍČEK L. 2014. Dendrologie. Mendelova univerzita v Brně, 143 s. ISBN: 978-80-7509-181-9

WILSON K., D. J. B. WHITE. 1986. The anatomy of wood, its diversity and variability. London, Stobart, 309 s. ISBN 0854420347.

elektronické zdroje:

ÚHÚL Brandýs nad Labem. Oblastní plán rozvoje lesů pro PLO 12 - Předhoří Šumavy a Novohradských hor [online]. citováno 28. 4. 2017. Dostupné z: <<http://uhul.cz>>

PŘÍLOHY



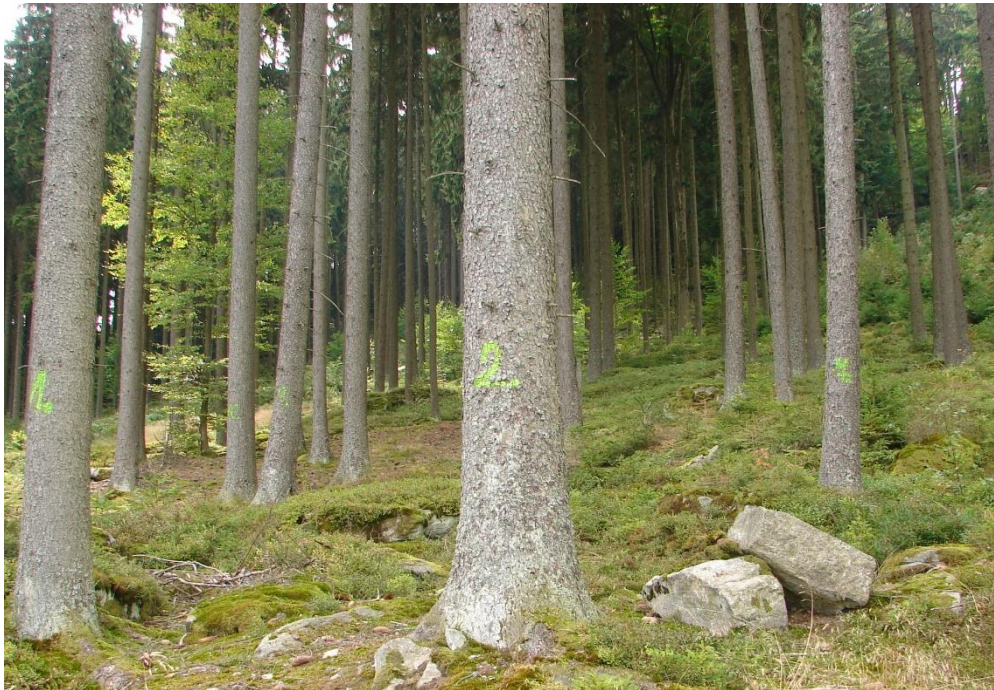
Příloha 1: Označené stromy ve studovaném porostu – plocha A



Příloha 2: Označené stromy ve studovaném porostu – plocha B



Příloha 3: Označené stromy ve studovaném porostu – plocha C



Příloha 4: Označené stromy ve studovaném porostu – plocha C



Príloha 5: Odběr vývrty Presslerovým nebozezem



Príloha 6: Detail odebraného vzorku