

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

**Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav nauky o dřevě**



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Hustotní profil a jeho vliv na vlastnosti třískových desek

2016/2017

Bc. Michal Matyáš

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Hustotní profil a jeho vliv na vlastnosti třískových desek vypracoval 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 vědom/a, 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 12.04.2017

Podpis

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu práce doc. Dr. Ing. Pavlovi Královi za pomoc s teoretickou částí práce, poskytnutí literatury a podkladů a cenné rady při zpracování výsledků a ochotu mě vést, dále pak konzultantovi Ing. Pipíškovi za pomoc při experimentální části této práce. Mé poděkování patří také mé rodině a blízkým, kteří mě po celou dobu psaní této práce podporovali.

Abstrakt

Autor: Michal Matyáš

Název práce: Hustotní profil a jeho vliv na vlastnosti třískových desek

Práce se zabývá zjišťováním vlastností vyrobených dřevotřískových desek s různým procentuálním obsahem recyklované složky. Cílem bylo zjistit hustotu, plošnou hustotu, bobtnání, vlhkost, rozlupčivost, ohybové vlastnosti a hustotní profil desek. Práce také obsahuje obecný postup výroby dřevotřískových desek. Cílem výzkumu bylo zjistit vliv obsahu recyklátu na výsledné vlastnosti desek při stejné hustotě desek. V práci je popsána metodika a postup výroby vlastních dřevotřískových desek. Vlastnosti materiálů byly testovány dle EN norem a jako statistické pomůcky pro vyhodnocování byly použity: analýza rozptylu (ANOVA), popisná statistika, lineární regrese. Dle výsledků lze pozorovat, že vliv obsahu recyklátu je poměrně mizivý, nicméně existují skutečnosti, které mohly ovlivnit výsledky, tyto skutečnosti jsou uvedeny a popsány v této práci.

Klíčová slova: dřevotřísková deska, hustota, bobtnání, rozlupčivost, vlhkost, modul pružnosti v ohybu, modul pevnosti v ohybu, recyklované dřevo, hustotní profil

Abstract

Author: Michal Matyáš

Title of Diploma Thesis: Density profile and its effects on particleboard properties

The goal of this thesis is to determine properties of manufactured particleboards with different percent content of recycled wood. The objective was to determine density values, thickness swelling, moisture content, internal bonding, bending properties and vertical density profile of particleboards. The research question was to report the effect of different percent content of recycled wood on final properties of particleboard. The own method was established and various particleboards produced. The properties of materials were tested according to EN standards and by descriptive statistics, analysis of variance (ANOVA) and linear regression evaluated. In summary in research it was observed that percent content of recycled wood has little impact on final properties of particleboard, although there were several factors which may have affected these results. These factors are described in this thesis.

Key words: particleboard, density, thickness swelling, internal bonding, moisture content, modulus of elasticity, modulus of rupture, recycled wood, density profile

Obsah

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ÚVOD..... | 1 |
| 2. CÍL PRÁCE | 2 |
| 3. LITERÁRNÍ PŘEHLED | 3 |
| 3.1 Aglomerované materiály..... | 3 |
| 3.1.1 Využití aglomerovaných materiálů..... | 3 |
| 3.2 Dřevotřísková deska | 4 |
| 3.2.1 Skladba dřevotřískové desky | 5 |
| 3.2.2 Vstupní dřevní suroviny | 5 |
| 3.2.3 Výroba dřevotřískových desek | 8 |
| 3.2.4 Požadavky na třískové desky | 12 |
| 3.3 Hustotní profil | 13 |
| 3.3.1 Hustotní profil jako charakteristický znak třískových desek | 14 |
| 3.3.2 Význam hustotního profilu..... | 16 |
| 3.3.3 Měření hustotního profilu | 18 |
| 3.3.4 Závislost hustotního profilu na procesu výroby třískových desek | 20 |
| 3.3.5 Závislost hustotního profilu na struktuře třískového koberce | 20 |
| 3.3.6 Vliv nanášení lepicí směsi..... | 21 |
| 3.3.7 Vliv předlisování a lisování..... | 21 |
| 3.4 Plošná hustota..... | 23 |
| 4. METODIKA | 25 |
| 4.1 Materiály a jejich příprava | 25 |
| 4.1.1 Štěpka..... | 25 |
| 4.1.2 Recyklát..... | 26 |
| 4.1.3 Lepidlo | 27 |
| 4.1.4 Tvrdidlo | 27 |
| 4.2 Výpočet navážky | 27 |
| 4.3 Třídění třísek | 28 |
| 4.4 Určení vlhkosti třísek a sušení..... | 30 |
| 4.5 Výroba desek..... | 30 |
| 4.5.1 Navážka materiálů | 31 |
| 4.5.2 Nanášení lepidla na třísky | 31 |

| | | |
|--------|--------------------------------------------------------------------|----|
| 4.5.3 | Vrstvení třískového koberce..... | 32 |
| 4.5.4 | Lisování desky..... | 33 |
| 4.5.5 | Klimatizace desky..... | 33 |
| 4.5.6 | Formátování desky..... | 34 |
| 4.6 | Řezání připravených panelů na zkušební vzorky | 34 |
| 4.7 | Specifikace mechanických vlastností | 35 |
| 4.7.1 | EN 323 Zjišťování hustoty | 35 |
| 4.7.2 | EN 310 Stanovení modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu | 36 |
| 4.7.3 | EN 319 Zjišťování pevnosti v tahu kolmo na rovinu desky | 38 |
| 4.7.4 | EN 317 Stanovení bobtnání po uložení ve vodě | 39 |
| 4.7.5 | EN 322 Zjišťování vlhkosti..... | 39 |
| 4.8 | Měření hustotního profilu | 40 |
| 5 | VÝSLEDKY | 41 |
| 5.1 | Hustota..... | 41 |
| 5.2 | Plošná hustota..... | 43 |
| 5.3 | Bobtnání | 45 |
| 5.4 | Vlhkost..... | 47 |
| 5.5 | Ohybové vlastnosti | 49 |
| 5.5.1 | MOE – Modul pružnosti v ohybu..... | 49 |
| 5.5.2 | MOR – Modul pevnosti v ohybu..... | 51 |
| 5.6 | Pevnost v tahu kolmo na rovinu desky – Rozlupčivost..... | 54 |
| 5.7 | Hustotní profil | 56 |
| 5.7.1 | Hustotní profil desky s 0% obsahem recyklátu | 56 |
| 5.7.2 | Hustotní profil desky s 10% obsahem recyklátu | 57 |
| 5.7.3 | Hustotní profil desky s 20% obsahem recyklátu | 57 |
| 5.7.4 | Hustotní profil desky s 30% obsahem recyklátu | 58 |
| 5.7.5 | Hustotní profil desky s 40% obsahem recyklátu | 59 |
| 5.7.6 | Hustotní profil desky s 50% obsahem recyklátu | 59 |
| 5.7.7 | Hustotní profil desky s 60% obsahem recyklátu | 60 |
| 5.7.8 | Hustotní profil desky s 70% obsahem recyklátu | 61 |
| 5.7.9 | Hustotní profil desky s 80% obsahem recyklátu | 61 |
| 5.7.10 | Hustotní profil desky s 90% obsahem recyklátu | 62 |
| 5.7.11 | Hustotní profil desky s 100% obsahem recyklátu | 63 |

| | | |
|--------|-------------------------------------------------------------|-----|
| 5.7.12 | Hustotní profil desky z třísek Kronospan..... | 643 |
| 5.7.13 | Hustotní profil originální broušené desky Kronospan | 64 |
| 5.7.14 | Hustotní profil originální nebroušené desky Kronospan | 65 |
| 5.8 | Závislost ohybových vlastností na hustotě..... | 66 |
| 5.8.1 | Deska s 40% obsahem recyklátu | 66 |
| 5.8.2 | Deska s 70% obsahem recyklátu | 67 |
| 5.8.3 | Deska s 100% obsahem recyklátu | 68 |
| 5.8.4 | Vyrobená deska z třísek Kronospan | 69 |
| 5.8.5 | Originální broušená deska Kronospan | 70 |
| 5.8.6 | Originální nebroušená deska Kronospan | 71 |
| 6 | DISKUZE | 73 |
| 6.1 | Hustota | 73 |
| 6.2 | Plošná hustota..... | 74 |
| 6.3 | Bobtnání | 74 |
| 6.4 | Vlhkost..... | 75 |
| 6.5 | Ohybové vlastnosti | 75 |
| 6.6 | Pevnost v tahu kolmo na rovinu desky – Rozlupčivost..... | 77 |
| 6.7 | Hustotní profil | 78 |
| 7 | ZÁVĚR..... | 80 |
| 8 | SUMMARY | 81 |
| 9. | LITERATURA..... | 82 |
| 9.1 | Literární zdroje | 82 |
| 9.2 | Internetové zdroje | 86 |

1. ÚVOD

Dřevo je prvotním materiálem, který byl využíván člověkem, a to z několika důvodů. Má vynikající a univerzální vlastnosti, bylo téměř všude snadno dostupné, má oproti ostatním materiálům nižší hustotu vzhledem k dobré pevnosti, snadné opracování apod. Tyto vlastnosti zapříčinily rozsáhlé používání dřeva lidskou společností, nejprve v jeho surové, rostlé podobě a následně s rozvojem technologií i v podobě modernějších vrstvených a kompozitních materiálů.

S používáním dřeva jako materiálu ve stavebnictví, souvisí i vznik dřevního odpadu. Jedná se zřejmě o nejstarší typ odpadu vůbec. Možností použití dřeva a způsobů jeho zpracování je nepřeberné množství, nicméně stejně důležité je i zpracování a využití dřevního odpadu, jelikož se dá předpokládat, že všechno, co ze dřeva vyrobíme, se jednou stane odpadním materiálem, který bude možno dále využít. Vzhledem k neustálému ubývání lesních ploch a celkově se zvyšujícím nárokům na ekologické požadavky ve všech odvětvích průmyslové výroby včetně stavebnictví je velmi zásadní využívat dřevní odpad ve všech jeho podobách.

Dřevotřískové desky jako klasický materiál používaný ve stavebním průmyslu jsou vhodnou možností, jak uplatnit dřevní recyklát, jelikož úpravou různých parametrů při výrobě a použitím inovativních materiálů, jež jsou nedílnou součástí kompozitů (pojiva, tvrdidla, aditiva, apod.), lze dosáhnout výrobků velmi dobrých vlastností z materiálu, který by jinak nebyl dále použitelný. Ve výrobě dřevotřískových desek se stále zvyšuje podíl recyklované složky, což je logický důsledek tendence co nejvíce využít odpadní materiál a zlepšování ekologické stopy všech výrobků. Dřevotřískové desky s vyšším obsahem recyklátu mají oproti klasickým deskám jistě několik nevýhod, nicméně tyto nevýhody se dají omezit postupem výroby, použitím inovativních přísad a příměsí a v neposlední řadě dodržením zásad správného použití a taktéž dodržením konstrukčních a bezpečnostních zásad.

2. CÍL PRÁCE

Hlavním cílem této práce je představit dřevotřískovou deskou s různým obsahem recyklované složky, jelikož zvyšování obsahu recyklátu má pozitivní ekonomický a ekologický dopad. Při posuzování vlastností desky bude taktéž pozorován vliv hustotního profilu, jež se zásadně podílí na výsledných pevnostních vlastnostech. V našem výzkumu jsme si stanovili následující cíle, které povedou k objasnění daného tématu: (1) Výroba desek s různým procentuálním obsahem recyklátu, včetně síťové analýzy třísek různé vstupní suroviny. (2) Změřit fyzikální a mechanické vlastnosti a hustotní profil těchto desek. (3) Poskytnout vysvětlení získaných výsledků ve formě porovnání s relevantní literaturou a dostupnými produkty.

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

Literární přehled obsahuje obecné informace o dřevotřískových deskách, jejich strukturu a vlastnosti, zabývá se postupem výroby desek a popisuje materiály používané při jejich výrobě (zejména možnost použití recyklovaného dřeva, vliv materiálů na výsledné vlastnosti, dále pak požadavky na tyto desky a jejich použití a v taktěž vliv faktorů při lisování na výsledné fyzikální a mechanické vlastnosti desek, zejména pak hustotního profilu, který se významnou mírou podílí na výsledných pevnostních vlastnostech desek. Práce dále rozvádí význam hustotního profilu a jeho uplatnění při ovlivňování vlastností desek.

3.1 Aglomerované materiály

Pod pojmem aglomerované materiály rozumíme výrobky z dřevních anebo jiných lignocelulosových částic, získaných dezagregací rostlinného materiálu, a jejich rekonstitucí na plošné či tvarové výrobky. Příčinou prudkého rozvoje výroby aglomerovaných materiálů je fakt, že se jedná o moderní materiál nacházející uplatnění jak ve výrobě nábytku, tak i ve stavebnictví, zejména v dřevostavbách všech typů (Hrázský a Král, 2007).

3.1.1 Využití aglomerovaných materiálů

Hrázský a Král (2000) uvádí, že aglomerované materiály, mezi které řadíme i dřevotřískové desky, překonávají do značné míry nevýhody dřeva, jakými jsou například heterogenita, anizotropie, rozměrová nestálost, přičemž zachovávají většinu dobrých vlastností dřeva. Aglomerované materiály mají celou řadu předností:

- velkoplošnost
- izotropnost a homogenní struktura bez přírodních vad
- široký sortiment (hustota, tloušťka, pevnost, speciální povrchové úpravy)
- příznivé mechanické vlastnosti vzhledem ke své hustotě
- nízká tepelná vodivost
- dobré akustické vlastnosti
- možnost lepení a spojování klasickými spojovacími prostředky
- vhodnost pro různé povrchové úpravy
- nízké nároky na kvalitu vstupní suroviny

Nedostatky aglomerovaných materiálů:

- nižší „atraktivita“ v porovnání s masivním dřevem
- diskutované emise škodlivých látek
- u některých typů menší odolnost proti povětrnostním vlivům

3.2 Dřevotřísková deska

Dřevotřísková deska je často obecně používaný pojem pro jakýkoliv panelový produkt, který je vyroben z dřevních částic. Znakem společným pro všechny typy desek je spojení dřevěných částic pomocí syntetického lepidla a následně lisování za vysokého tlaku a teploty. Postup výroby těchto panelových produktů je velmi důležitý, neboť zásadně ovlivňuje jejich vlastnosti (Rowell, 2013).

Dřevotřísková deska je jedním z hlavních výrobků na bázi dřeva, která může být vyrobena použitím materiálů nízké kvality. Proces výroby takovéto desky může využít většinu anatomie stromu, včetně kůry, malých větví i jehličí (Maloney, 1993).

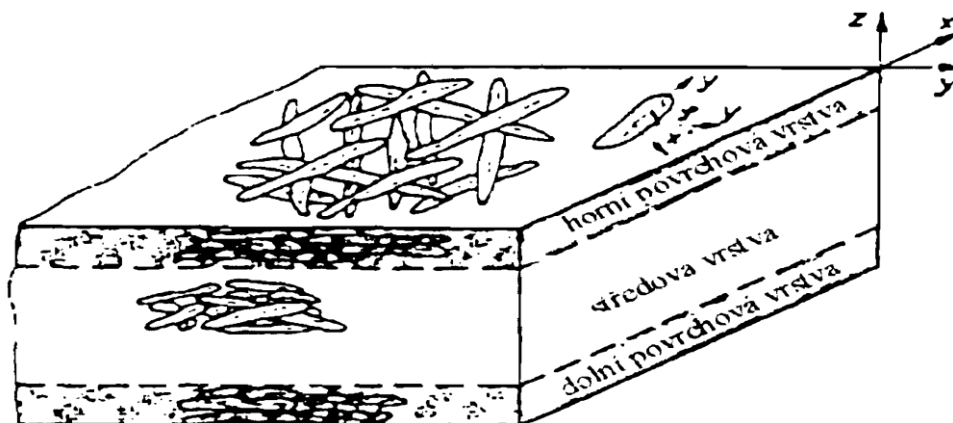
Hlavním rozdílem mezi dřevotřískovou deskou a ostatními materiály na bázi dřeva je materiál nebo částice použité k jejich výrobě. Hlavními typy částic používaných k výrobě jsou třísky, hobliny, piliny, vlákna, dřevitá vlna apod. (EPA, 2002).



Obr. 1 Dřevotřísková deska
(zdroj: www.cabinets.com)

3.2.1 Skladba dřevotřískové desky

U třískových desek můžeme analogicky jako u masivního dřeva nalézt rozdíly v makro a v mikro struktuře. Rozhodující význam pro vlastnosti třískových desek má jejich makrostruktura. Pod makrostrukturou rozumíme v dalším textu morfologické vlastnosti strukturálních elementů (dřevních částic), jejich prostorové uspořádání, včetně orientace částic a struktury vrstev kolmo na rovinu koberce, jakož i způsob fixace částic (bodová, plošná aj.) Třískové desky mohou být označeny v jednodušší formě jako trojrozměrná, porézní síť z křížících se a překrývajících se dřevních částic. Fixování částic se děje pomocí lepidlových můstků, většinou bodových (Hrázský a Král, 2007).



Obr. 2 Model struktury třívrstvé třískové desky (Hrázský a Král, 2007)

3.2.2 Vstupní dřevní suroviny

Přibližně 95 % z lignocelulózových materiálů používaných pro výrobu dřevotřískových desek je dřevo. Zbytek se skládá hlavně ze sezónních plodin jako je len, bagasa a obilná sláma. Některé druhy dřevin jsou více vhodné pro produkci aglomerovaných materiálů než jiné (Thoemen et al., 2010).

Kelly (1977) uvádí, že dřevotřísková deska vysoké kvality může být vyrobena pouze z třísek pocházejících z druhů dřevin s adekvátní původní pevností, které mohou být roztřískovány a následně znovu spojeny bez nadměrného poškození původní pevnosti.

Dřevotřískové desky nejvyšší kvality jsou vyráběny z kulatiny. Výrobce má nejvyšší možnou kontrolu nad tvarem částic i velikostí částic. Taky má možnost rozhodnout se, jestli nechá odstranit kůru před roztřískováním či nikoliv. Nevýhodou tohoto materiálu je jeho cena, dále pak cena za skutečné roztřískování tohoto materiálu, což zahrnuje náklady na strojní vybavení a cenu za provoz. Velkou zátěž představuje rovněž sušení částic (Rowell, 2013).

Úspěch dřevotřískového průmyslu nicméně spočívá v jeho schopnosti využít zbytky dřeva, jako jsou koruny stromů, větve nebo pařezy, které mají ale vysoký obsah kůry. Odpady z pil jsou preferovány, jelikož jsou obvykle bez kůry. Dále pak je výhodná jejich nižší vlhkost než u kulatiny, takže vyrobené třísky vyžadují menší míru sušení. Dalším zdrojem jsou různé truhlářské závody, které produkují velké množství pilin a hoblin. Hobliny jsou žádanější, nicméně jsou používány i pro jiné účely, a proto je po nich velká poptávka, která se odráží na jejich ceně. Výhodou pilin je jejich nízká cena a vlhkost, nicméně výrobce má mnohem menší kontrolu nad tvarem částic a druhem dřevin. Piliny zvyšují pevnost v tahu kolmo na rovinu desky, zvanou též jako rozlupčivost, což je způsobeno pravděpodobně zvýšením tření vnitřních částic, nicméně ostatní vlastnosti jsou jimi snižovány (Rowell, 2013).

Hrázský a Král (2003a) ale dokázali, že je možné přidávat piliny do povrchových a středových vrstev při výrobě třívrstvých třískových desek až do množství 25 %, kdy fyzikální a mechanické vlastnosti vyhovují platným normám. Při vyšším množství přidaných pilin již dochází k poklesu pevnostních vlastností.

Rowell (2013) uvádí, že z důvodu konkurence schopnosti se výrobci dřevotřískových desek zaměřují na co největší snížení nákladů na výrobu. Většina výrobců dřevotřískových desek používá recyklované dřevo, aby snížili své náklady na výrobu, jelikož to nabízí levnou alternativu k jiným zdrojům dřeva a je obvykle sušší než ostatní zdroje, tudíž výrobce ušetří značnou část energie během sušícího procesu.

Používání recyklovaného dřeva se jeví jako věc přátelská k životnímu prostředí a zároveň dává ekonomický smysl, nicméně má také své vlastní problémy. Dřevotřískový průmysl vždy používal hodně „odpadní“ suroviny jako materiálu pro svou výrobu. To zahrnuje různé odřezky, prach z broušení a nekvalitní desky z výroby, odpad z pil, zbytky ze sekundární výroby, například piliny a hobliny apod. Tyto zbytky jsou tvořeny jako výsledek výroby nějakého produktu, například dřevěného nábytku a nebyly použity pro konkrétní účel před tím, než byly použity jako materiál pro jiný výrobek, v tomto případě dřevotřískovou desku (Rowell, 2013).

Podle jeho konečného použití je dřevní odpad tříděn, zpracován a používán jako surový materiál pro výrobu vláknitých a dřevotřískových desek. Takto vyrobené dřevotřískové desky nacházejí své uplatnění jako stropní a stěnové panely, přepážky v kancelářích, nástěnky, části nábytku apod. a zdá se, že výroba dřevotřískových desek z recyklovaného odpadu na bázi dřeva je nejběžnější způsob využití tohoto materiálu (Wang a Sun, 2002).

Trend stále většího používání recyklovaného dřeva plyne ze stále většího používání již použitých zdrojů, jako je například zbourané konstrukční řezivo, starý nábytek, palety a obaly. Mnoho zdrojů recyklovaného dřeva, ale obzvláště již použité obsahují kontaminanty, které je nutno odstranit. Toto zahrnuje různé minerály, jako jsou například kameny, beton, zemina apod., dále pak železité kovy jako jsou železo a ocel, kovy bez obsahu želena jako je kupříkladu hliník, olovo, mosaz atd. a taktéž organický materiál jako jsou plasty, barvy, gumy a látky. Existují sofistikované čistící systémy, které tyto kontaminanty odloučí, nicméně vyžadují vysoké kapitálové výdaje. Většinou ale ekonomické výhody používání recyklovaného dřeva ospravedlňují vyžadovanou investici, a tudíž je očekávaný značný nárůst používání recyklovaného dřeva pro výrobu dřevotřískových desek v dalších letech (Rowell, 2013).



Obr. 3 Sběr dřevního odpadu (zdroj: www.letsrecycle.com)

Při procesu používání recyklovaného dřevního odpadu pro další využití je třeba brát v úvahu několik problémů, jedním z nich je nebezpečí uvolňování formaldehydu z dřevotřískové desky do interiéru budovy z důvodu neúplných chemických reakcí močovino-formaldehydového (UF), močovino-melamin-formaldehydového (UMF), melamin-formaldehydového (MF) nebo fenol-formaldehydového (PF) lepidla, které se používají v dřevotřískových deskách. (Baumann et al., 2000)

Formaldehyd je považován za nebezpečnou látku a jeho koncentrace v interiérovém prostředí je v mnoha zemích omezena kvůli jeho reaktivitě, toxicitě a pronikavému zápachu (Wang et al., 2008; Nemli a Ozturk, 2006).

Omezení v používání recyklovaného dřeva v mnoha zemích je dáno nedostatečnou strukturou k jeho sběru, zpracování a dopravě. Další potenciální omezení je soupeření o tuto surovinu s bioenergetickým průmyslem, který je často podporován státními dotacemi a granty (Rowell, 2013).

Používání recyklovaného dřeva poskytuje výrobcům dřevotřískových desek možnost označit své výrobky jako přátelské k životnímu prostředí, stejně tak jako papírový průmysl úspěšně podporuje výrobky z recyklovaného papíru (Rowell, 2013).

3.2.3 Výroba dřevotřískových desek



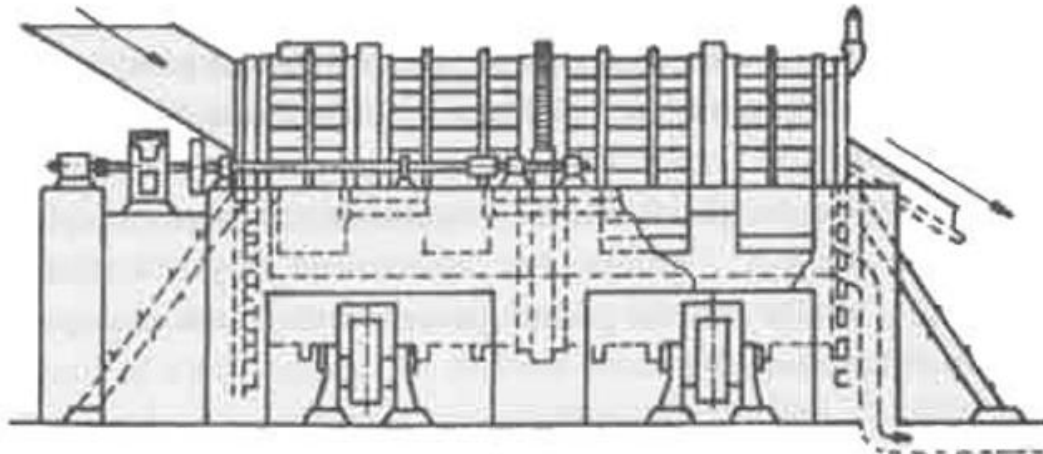
Obr. 4 Výrobní linka OSB třískových desek firmy Kronospan v Jihlavě (zdroj: www.psj.cz)

Třískové desky je možné vyrábět plošným lisováním, výtlačným lisováním (extrudováním) a válcovým lisováním (kalandrovým lisováním). Při plošném lisování působí tlak kolmo na plochu lisovaného třískového koberce, při výtlačném lisování působí lisovací tlak (úderem pístu) ve směru nekonečné délky lisu. Proto se tento typ

desek nazývá též deskami pýchovanými. Tento způsob umožňuje i výrobu vylehčených desek (s otvory). Při válcovém lisování prochází nekonečný třískový koberec mezi vyhřívaným hlavním lisovacím válcem a soustavou vyhřívaných přítlačných válců (Hrázský a Král, 2007).

Hlavní kroky používané ve výrobě dřevotřískových desek zahrnují ošetření nebo tvorbu materiálu, sušení, mísení s pojivem, formování spojeného materiálu do koberce, lisování za tepla, dokončování (EPA, 2002).

Povrchové vrstvy trojvrstvých a vícevrstvých třískových desek by měly být vyrobeny z odkorněné dřevní hmoty. Kůra obsahuje velké množství minerálních, eventuálně i kovových příměsí, které otupují nástroje sekacích a roztřískovacích strojů. Dále pak přítomnost kůry všeobecně snižuje fyzikální a mechanické vlastnosti hotových třískových desek a je-li kůra přítomna v povrchových vrstvách, dochází ke značným problémům při povrchových úpravách, zejména tekutými nátěrovými hmotami, ale i laminováním a fóliováním. Do linek třískových desek bývají vřazovány odkorněovací stroje rotorové, frézovací, bubnové nebo tryskové (Hrázský a Král, 2007).



Obr. 5 Odkorněvací buben (Böhm, 2005)

Pro výrobu štěpek sekáním se různé typy sekaček, zejména diskové a bubnové, které mohou být provedeny jako stacionární nebo pojízdné. Dále existuje mnoho obměn těchto základních typů, jako například sekačky dvojdiskové, spirálové a kuželové, s vodorovně, šikmo nebo svisle uloženou hřídelí (Hrázský a Král, 2007).

Dříví větších rozměrů se zpracovává na třísky jednostupňovým nebo dvoustupňovým způsobem. Jednostupňovým způsobem se vyrábějí třísky žádané

tloušťky. Tyto třísky se nazývají lístkové a slouží k výrobě mikrotřísky pro povrchové vrstvy tří a vícevrstevných třískových desek. Dvoustupňovou technologií se nejdříve vyrobí dezintegrací (sekáním) kusového odpadu štěpky a tyto se na dalším stroji (roztřískovači) zpracovávají na třísky požadované tloušťky. Takovéto třísky se nazývají jehlicovité a používají se pro středové vrstvy desek (Hrázský a Král, 2007).

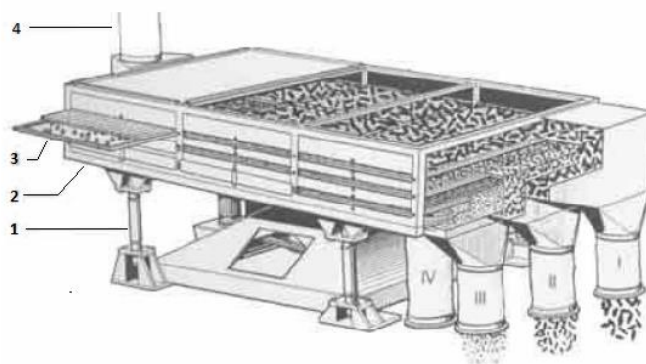
Surový materiál obvykle nedorazí do výroby v dostatečně nízké vlhkosti pro okamžité použití. Vlhkost tohoto materiálu se může pohybovat od 10 % do 200 %. Například pro použití s tekutými lepidly, vlhkost tohoto materiálu musí být zmenšena na 2 % až 7 %. Vlhkost třísek je zásadní během lisování za tepla a záleží, zda je lepidlo přidáváno v suchém stavu, jako roztok nebo emulze. Vlhkost materiálu, opouštějící sušárny je obvykle od 4 % do 8 % (Forest Products Laboratory, 2010).

Vyrobené třísky mokré, suché třísky po vysušení a třísky s nanesenou lepící směsí je nutno skladovat v zásobnících (silech) v takových množstvích, aby byly vytvořeny mezizásoby nutné na překlenutí krátkých výrobních poruch jednotlivých strojů a byla tak zabezpečena plynulá výroba desek (Hrázský a Král, 2007).

V zásadě se používají dva hlavní typy zásobníků třísek: horizontální a vertikální. Horizontální zásobníky (viz Obr. 1) mají menší objem, a to cca do 50 m³. Slouží převážně jako mezizásobníky lepící směsi nanesených třísek před vlastní vrstvicí stanicí. Nevytvářejí se v nich klenby, dávkování třísek probíhá rovnoměrně. Vertikální zásobníky slouží pro uskladňování mokrých třísek a třísek po vysušení. Jsou to stojaté válce o průměru nad 4 m a o objemu od 50 m³ do 1000 m³ (Hrázský a Král, 2007).

Vlhkost třísek je rozhodujícím faktorem výroby třískových desek, rozhodujícím o kvalitě i o kapacitě výrobního zařízení. V zásadě se rozlišují sušárny na přímé a nepřímé vyhřívání. V současnosti se pro sušení povrchových třísek a středových třísek z ekonomických a kapacitních důvodů používají nejčastěji sušárny bubnové a tryskové, výjimečně proudové (Hrázský a Král, 2007).

Třídění třísek se provádí po operaci sušení třísek. Je to velmi důležitá technologická operace. Třídí se společně vysušované jehlicovité a lístkové třísky na frakce určené pro povrchové vrstvy (mikrotřísky), středové vrstvy, hrubý podíl (na domílání) a jemný podíl (na spálení ve spalovacích komorách sušáren). Různé způsoby třídění mají různou účinnost, ale též



Vibrační třídič: 1 - kloubové mechanismy, 2 - rám, 3 - síto s čistícím prostředkem, 4 - vstup třísek (Soiné)

Obr. 6 Vibrační třídič (Böhm, 2005)

fyzikální zákonitosti. U klasického třídění jsou možné prakticky dvě základní varianty: plošné třídění, které využívá gravitační síly a vodorovné setrvačné síly a ploché, případně strmé vibrační třídění, které využívá zemskou přitažlivost a kolmé, nahoru směřující setrvačné síly (Hrázský a Král, 2007).

Třísky jsou po přípravě navrstveny do vyrovnaného a konzistentního koberce, který může být lisován do panelu. Tato operace může být prováděna diskontinuálním nebo kontinuálním způsobem. U obou způsobů je často používáno předlisování, které snižuje výšku materiálu a pomáhá připravit materiál na lisování. Po předlisování jsou desky lisované do panelů. Vývoj v průmyslu umožnil konstrukci lisů dovolujících výrobu značně větších velikostí panelů (Forest Product Laboratory, 2010).

Vrstvení musí zaručit maximální rovnoměrnost ukládání třísek do souvislého třískového koberce. Nejnovější úpravy vrstviček (vrstvicích hlavic) sledují zabezpečení co nejmenšího úhlu vrstvení se souběžným využitím vzduchového třídícího efektu. Cílem je dosažení hladkého, uzavřeného povrchu, symetrie třískových desek a tím i jejich tvarové stability při dostatečné kapacitě vrstvení a plynulosti výrobního procesu (Hrázský a Král, 2007).

Třískový koberec je při lisování vystaven tlaku lisu a současně působení vysoké teploty prostřednictvím vyhřívaných topných desek lisu. Tímto pochodem dochází k vytvrzení lepidla naneseného v nanášečkách lepicí směsi na třísky. Toto vytvrzování nastává od povrchových vrstev a ukončuje se ve středové vrstvě, tehdy je možné lisování ukončit (Hrázský a Král, 2007).

Po lisování a ochlazení jsou panely ořezávány na požadovanou délku a šířku. Po ořezání mohou být broušené nebo hoblované v závislosti na balení a odesílání produktů. Mohou být taktéž podýhovány nebo pokryty jinými materiály, aby poskytly dekorativní povrch, nebo mohou být nalakovány případně nabarveny. Dostupné jsou taktéž ošetření ohnivzdornými chemickými látkami (Forest Product Laboratory, 2010).

3.2.4 Požadavky na třískové desky

Požadavky na třískové desky stanovuje ČSN EN 312:2004, která je českou verzí normy EN 312:2003. Evropská norma EN 312:2003 má status české technické normy. ČSN EN 312 specifikuje požadavky pro neopláštěné třískové desky pojené syntetickými pojivy. Hodnoty uváděné v této normě jsou vlastnostmi výrobku, ale nejsou charakteristickými hodnotami pro výpočty při navrhování. Charakteristické hodnoty (např. pro výpočty při navrhování podle ENV 1995-1-1) jsou uvedeny buď v EN 12369-1 nebo stanoveny zkoušením podle EN 789, EN 1058 a ENV 1156 (Hrázský a Král, 2007).

Tato norma podává další informace o doplňkových vlastnostech pro určité účely použití. Tato norma neuvádí požadavky pro desky s orientovanými třískami (OSB), které jsou uvedeny v EN 300. Tato norma neplatí pro výtlačně lisované třískové desky (Hrázský a Král, 2007).

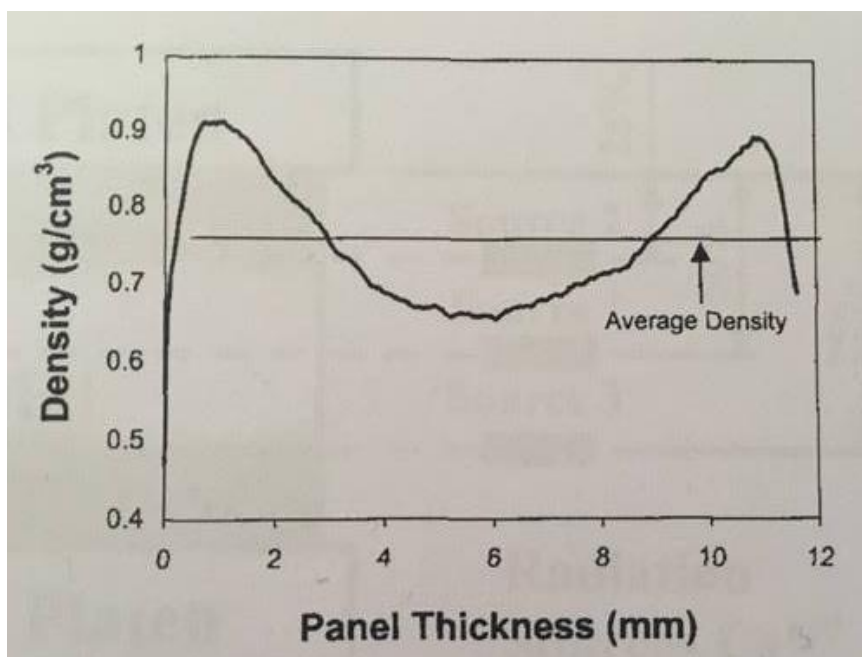


Obr. 7 Zkouška ohybu v laboratoři firmy Kronospan
(zdroj: www.stavebnictvi3000.cz)

3.3 Hustotní profil

Různé oblasti použití třískových desek vyžadují jejich odlišnou strukturální tvorbu. Zatímco tvar třísek, střední hustota a jiné strukturální parametry jsou v širokých mezích docela dobře ovlivnitelné, hustotní profil je vytvářen během horkého lisovacího procesu a je ovlivňován působením materiálově-strukturálních a různých výrobních a technických veličin. Pod profilem hustoty můžeme tedy rozumět rozložení hustoty v průřezu desky ve vrstvách rovnoběžných (vodorovných) s plochou desky (Hrázský a Král, 2007).

Hustota třískové desky lisované za tepla není v průřezu tloušťky v kolmém směru rozložena stejně, ale liší se ve vertikálním směru. Hustotní profil desky je vysoce závislý na složení částic, rozložení vlhkosti v materiálu na počátku lisování, rychlosti uzavírání lisu, teplotě lisování, vytvrzování lepidla a pevnosti dřevních částic (Kelly, 1997).

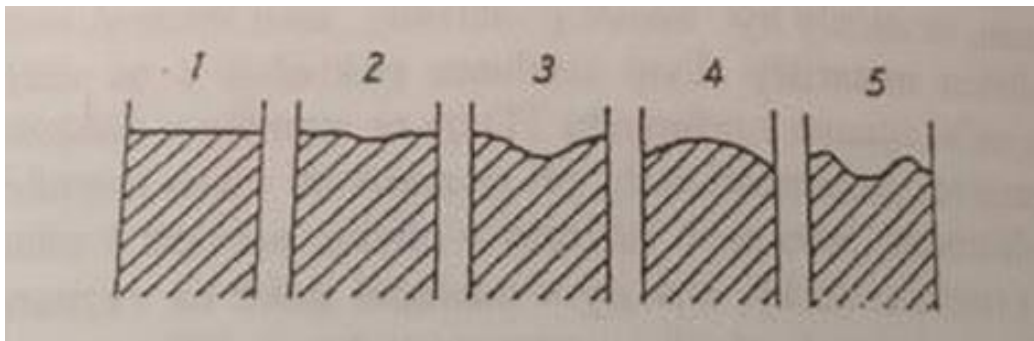


Obr. 8 Znárodnění rozložení hustoty v tloušťce desky - Hustotního profilu (Winistorfert et al, 1999)

Typický hustotní profil připomíná svým tvarem písmeno U, s nejvyšší hustotou poblíž povrchových vrstev a nejnižší hustotou ve středové vrstvě desky (Wong et al., 1999).

3.3.1 Hustotní profil jako charakteristický znak třískových desek

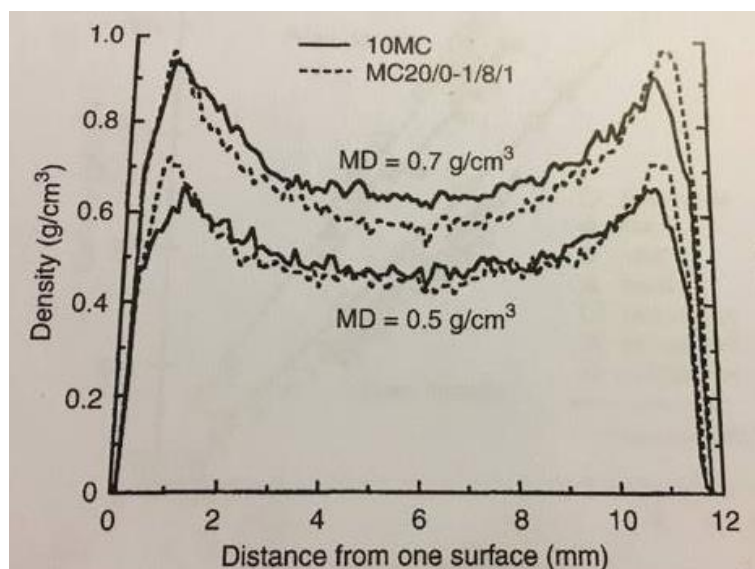
Rutinně zkoušené, normované vlastnosti třískových desek (pevnost v ohybu, pevnost v tahu kolmo na rovinu desky, bobtnání) nepostačují k posouzení vhodnosti průmyslově vyráběných třískových desek z hlediska konkrétních účelů použití. Tyto vlastnosti poskytují také velmi málo informací pro další vývoj výrobních postupů a technik, a proto musí být tyto doplněny prostřednictvím dalších zkoušek. Téměř všechny vlastnosti třískových desek jsou závislé přímo či nepřímo na hustotě, z čehož plyne, že hustota je rozhodující vlastností třískových desek. Samotná střední hustota ale nemá dostatečnou vypovídající schopnost, a proto nestačí znát pouze její hodnotu, ale rozložení hustoty v příčném průřezu desky – čili znát tzv. hustotní profil (Hrázský a Král, 2003b).



Obr. 9 Typické tvary hustotního profilu v průřezu třískových desek (Hrázský a Král, 2003)

Tři standartní vlastnosti třískových desek (pevnost v ohybu, pevnost v tahu kolmo na rovinu desky, bobtnání), které předepisují všechny kvalitativní normy, mají v různých uživatelských technikách velmi rozdílnou váhu. Standartní zkoušky se používají jako pomocný prostředek pro vlastní vnitropodnikovou provozní kontrolu. Musí být však zvoleny takové vlastnosti, které jsou měřitelné jednoduchým způsobem bezprostředně po odběru vzorků z výroby a na jejichž základě mohou být provedeny co nejrychleji nutné regulační zásahy do strojního zařízení. Standartní zkoušky se vztahují tedy na kontrolní vlastnosti. Mimo to mají také vypovídající schopnost pro užité vlastnosti, a to na základně korelačních vztahů. Také mezi kontrolními vlastnostmi na jedné straně a hustotou na straně druhé vznikají korelační vztahy, ze statistického hlediska jsou k dispozici multi korelace, jež mohou být popsány prostřednictvím násobných korelačních a regresních koeficientů (Hrázský a Král, 2003b).

Wong et al. (1994) dokázali, že samotný hustotní profil je taktéž ovlivňován střední hodnotou hustoty desky, tedy že desky s vyšší průměrnou hodnotou dosahují většího kontrastu mezi maximální hustotou povrchových vrstev a minimální hustotou středové vrstvy. Oblast střední části hustotního profilu byla plochá, zatímco u desek vyšších hustot připomínala tvar oblouku. Dále pak desky s podobnými průměrnými hustotami, ale s rozdílným obsahem vlhkostí povrchu a středu vykazovaly relativně štíhlejší a větší hustotní vrchol blíže k povrchu a širší a nižší spodní středovou oblast (tečkovaná křivka na Obr. 10) oproti deskám s rovnoměrnou vlhkostí vrstev.



Obr. 10 Hustotní profily desek s odlišnou průměrnou hustotou (Wong et al., 1999)

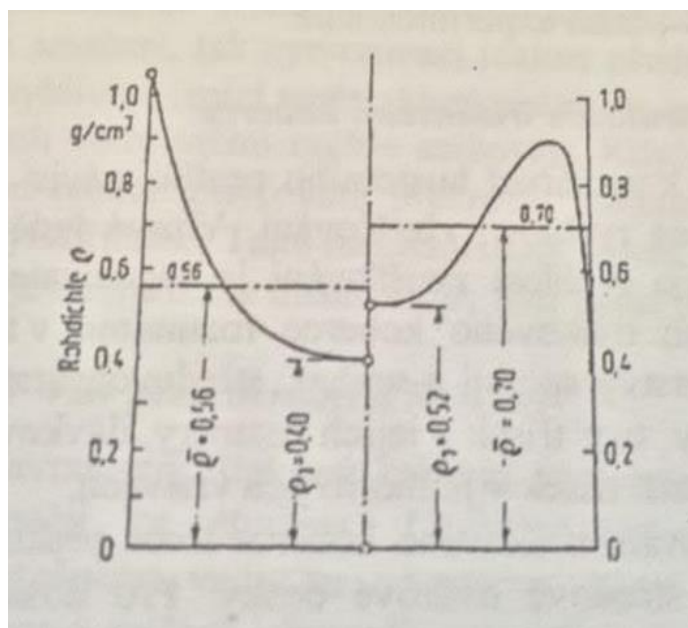
Znalost hustotních korelací je obzvláště důležitá pro výroby třískových desek, sloužících pro speciální účely, neboť střední hustota určuje materiálovou spotřebu. Zároveň nicméně záleží na tom, jak těsné jsou takové souvislosti neboli, jak moc se můžeme v jednotlivých případech na tyto korelace spolehnout. Nejvíce uspokojivé, těsné korelace se nacházejí mezi hustotou a pevností v ohybu. Naopak při vyhodnocování zkoušek byly nalezeny poměrně volné, nespolehlivé korelace mezi hustotou a pevností kolmo na rovinu desky. Z toho vyvstává domněnka, že tato nedostatečná pevnost souvisela se zkušební technikou, protože byly použity dvojice hodnot, které představovaly ovlivňující veličinu – střední hustotu a závislou, cílovou veličinu – pevnost v tahu kolmo na rovinu desky – slabých míst v průřezu desky, tzn. ose desky. Je pravděpodobné, že mnohem těsnější závislosti se získají, pokud bude zohledněno rozdělení hustoty a pevnosti v tahu

kolmo na rovinu desky v průřezu desky. Rozdělení hustoty ve směru kolmém na plochu desky je obvykle označováno jako hustotní profil neboli ρ – profil. Hustotní profil se ukázal přitom jako velmi významný a užitečný charakteristický hodnotící znak pro třískové desky. (Hrázský a Král, 2003b).

3.3.2 Význam hustotního profilu

Vertikální gradient hustoty (hustotní profil) dřevotřískové desky významně ovlivňuje mnoho jejích pevnostních vlastností. Určité vlastnosti, zejména pak ohybová pevnosti jsou výrazně vylepšeny přítomností hustotního profilu, zatímco jiné jako je kupříkladu pevnost v tahu kolmo na rovinu desky (rozlupčivost) jsou ovlivňovány negativně. Záleží tedy, které vlastnosti desky jsou důležité při budoucí aplikaci vyrobené desky a dle toho upravit lisovací proces a parametry výroby obecně, aby byl vytvořen vhodný hustotní profil (Kelly, 1977).

Ideální hustotní profil je takový, který vykazuje hustotní maximum přímo na povrchu desky. Zejména však při lisování na víceetážových lisech není možno tohoto hustotního profilu dosáhnout. Profil hustoty třískových desek lisovaných na těchto lisech je charakteristický tím, že přímo v povrchových plochách se hustota pohybuje v rozmezí 650–50 kg/m³, což přibližně odpovídá rozsahu hodnot průměrné hustoty. Od povrchu středem ke středu desky hustota příkře roste a v závislostech na lisovacím diagramu a na tloušťce desky dosahuje v hloubce pod povrchem cca 0,5 až 3 mm tzv. hustotní maximum, které leží v rozmezí 850 až 1000 kg/m³, někdy i více. Od této maximální hodnoty hustota strmě klesá směrem ke středu desky, ve kterém dosahuje tzv. hustotní minimum v celém jejím profilu, a to rozmezí 400 až 600 kg/m³. Samotný povrch vylisovaných třískových desek je v důsledku zejména nižší hustoty porézní, málo soudržný a vyznačuje se přídržností k vnitřním vrstvám desky (Boehme, 1992; Plath, 1971; Plath a Schnitzler, 1974).



Obr. 11 Schéma typického hustotního profilu (Hrázský a Král, 2003)

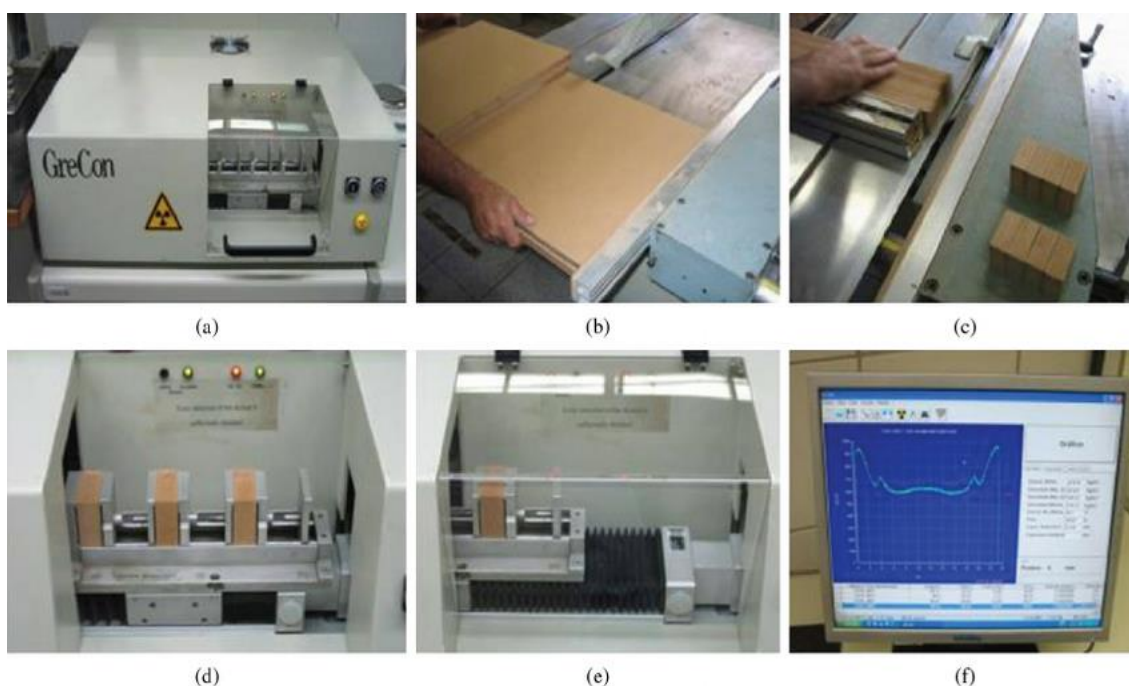
Na Obr. 11 je znázorněn ideální hustotní profil třískové desky, v levé polovině je znázorněn profil broušené desky, v pravé pak nebroušené třískové desky s řídkými povrchovými vrstvami. Zrcadlovým obrazem by měl být profil hustoty druhé poloviny desky. Jakékoliv asymetrie v hustotním profilu třískových desek buď ve vzdálenosti maximální hustoty znamená asymetrickou konstrukci, čímž je vytvořen potencionální zdroj nerovnoměrných napětí v desce, zejména při vlhkostních změnách, které mohou mít za následek pozdější deformace desky (Hrázský a Král, 2003b).

Kelly (1997) uvádí, že desky se strmějším hustotním profilem dosahují oproti deskám s rovnoměrnějším profilem lepších ohybových vlastností, ale menších hodnot rozlupčivosti.

3.3.3 Měření hustotního profilu

Nejstarší a na laboratorní přístrojové vybavení nejméně náročnou metodou je odfrézování, respektive odbrušování jednotlivých vrstev a výpočet příslušné hustoty na základě zjišťování hmotnosti a tloušťky před a po obrusování. Je-li tloušťka vrstev malá, přesnost měření je vyšší. Pokud jsou voleny tlusté vrstvy, bude skutečný tvar hustotního profilu, zejména ve vnějších vrstvách značně zkreslen (Hrázský a Král, 2003b).

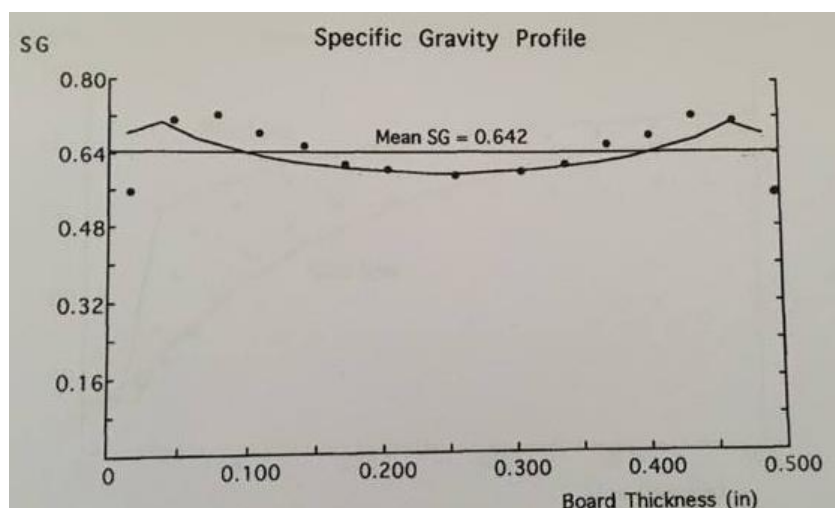
V současnosti se nicméně používá modernější metoda zjišťování hustotního profilu pomocí Roentgenova záření. Zvláštní předností tohoto způsobu spočívají ve velmi krátkých časech měření, které se pohybují od 3 do 6 sekund pro jedno těleso. Kromě toho je k dispozici velmi velká rozlišovací schopnost, což znamená, že mohou být měřeny vrstvy tlusté 0,1 mm. Tím dochází



Obr. 12 Měření hustotního profilu rentgenovým denzitometrem (Belini et al., 2013)

k výraznému zlepšení přesnosti jednotlivých měření a měření většího množství zkušebních těles je možno provést v podstatně kratším čase. Měření je nedestruktivní, tzn., že tělesa po změření hustotního profilu mohou být dále použita ke zkoušení jiných vlastností. K tomuto navazuje skutečnost, že naměřené výsledky jsou zpracovávány na příslušné navazující výpočetní technice a jsou k dispozici prakticky ihned po ukončení vlastního měření. Takto je možno shromažďovat pro jednotlivé desky reprezentativní hustotní profily a pro změněné výrobní podmínky stanovovat typické vlivy na hustotní profil (Hrázský a Král, 2003b).

Alternativou k používání denzitometrů je používání přístrojů, které měří odpor materiálu při vrtání a tím zjišťují hustotní profil. Výhodou tohoto způsobu oproti přístrojům, které pracují s rentgenovými paprsky je zejména nižší cena vybavení vzhledem ke komplikovanému denzitometru, dále pak větší bezpečnost kvůli nepřítomnosti radioaktivního záření, možnost použití této metody do výroby jako téměř nedestruktivní zkoušky (v desce po zkoušce zůstane pouze otvor o průměru 3 mm). Všechny tyto faktory a možnost snadného přenosu soupravy na měření pomocí odporu při vrtání dělají tento způsob zajímavou alternativou pro výrobce. Využitím této soupravy může být hustotní profil změřen kdykoliv (bez odběru vzorků z produkce) a kdekoliv v procesu výroby, a tak přispět ke kontrole produkčního procesu (Winistorfer et al, 1995).



Obr 13 Srovnání simulace hustotního profilu s naměřenými daty (Suo a Bowyer, 1994)

Další možností je simulace procesu horkého lisování k tvorbě modelu hustotního profilu jakožto zásadního faktoru ovlivňujícího vlastnosti třískových desek. Suo a Bowyer (1992) vytvořili druh simulační modelovací metody, která může být použita k modelování hustotního profilu třískové desky, pomocí počítačového programu, který převádí vstupní data jako je např. lisovací tlak, teplota, obsah vlhkosti apod. na model hustotního profilu. Tento program zobrazuje třískovou desku jako systém skládající se z tenkých a jednotných vrstev, jejichž hustota byla stanovena zohledněním teploty a obsahu vlhkosti a následného výpočtu stlačení jednotlivých vrstev, čím došlo k zobrazení hustotního profilu. Srovnání experimentálně naměřených dat (viz Obr. 13) se simulovaným počítačovým modelem prokázalo, že výsledné hustotní profily si vzájemně odpovídají (naměřená data jsou v grafu reprezentovány tečkami, simulovaný model křivkou).

3.3.4 Závislost hustotního profilu na procesu výroby třískových desek

Hrázský a Král (2003b) uvádí, že můžeme definovat jisté zásady pro tvorbu hustotního profilu, z nichž praktický význam mají především tyto:

- 1) Hustotní profil má plynule a rovnoměrně vzrůstat od středu desky k povrchovým plochám desky, přičemž hustotní maxima mají ležet v povrchových plochách desky a ne uvnitř desky
- 2) Hustotní profil má být symetrický vzhledem ke středu desky
- 3) Rozdíl mezi maximem a minimem v hustotním profilu třískové desky má být co možná největší

Na hustotním profilu, který je tvořen během lisování za tepla na třískovém koberci, se podílí všechny stupně výrobního procesu. Jak a v jakém rozsahu jej ovlivňuje určité strojní technologické vybavení, to závisí na konkrétních podmínkách daného provozu. Zásadní jsou struktura třískového koberce, řízení lisovacího procesu, nanášení lepidla na třísky, rozdílná vlhkost povrchových a středových vrstev v koberci. Všechny tyto faktory jsou vzájemně závislé. Optimální lisovací podmínky mohou být nalezeny pouze experimentálně (Plath a Schnitzler, 1974).

3.3.5 Závislost hustotního profilu na struktuře třískového koberce

Proces zhušťování v horkém lisu, při kterém dochází k vytváření hustotního profilu, závisí na odporu třískového koberce vůči zhuštění a následně na rychlosti zhušťování. Zásadně rozhodující je struktura třískového koberce, zatímco rychlost zhušťování je možné regulovat ovládním a řízením lisu zvenčí. V této souvislosti struktura třískového koberce znamená rozdělení hmoty třísek na povrchové vrstvy horní a spodní vrstvy, středovou vrstvu, zastoupení dřevin, ze kterých pochází používané třísky, rozměr a tvar těchto třísek, dávkování lepidla na povrchové a středové třísky a obsah vlhkosti v jednotlivých vrstvách (Hrázský a Král, 2003b).

Odpor třísek vůči zhuštění, který je třeba při zhušťování třískového koberce překonat, vyplývá z podílu vrstev povrchových a vrstvy středové třískové desky. Pro dosažení hustotního profilu s co největší povrchovou hustotou má být dílčí odpor povrchových vrstev malý a odpor středové vrstvy naopak co největší. Do určité míry jsou tyto požadavky splněny, vlivem působením postupujícího tepla směrem dovnitř, a to u všech vrstvených třískových koberců, i jednovrstvých. Nicméně u jednovrstvých

třískových desek je dosažený rozdíl hustoty vždy menší než u tří a vícevrstvých. V praxi jde o maximalizování difference odporu jednotlivých vrstev vůči zhušťování. Změna vlhkosti mezi povrchovými a středovou vrstvou, kdy je zvyšována pouze vlhkost povrchových vrstev, není použitelná. Středová vrstva je nedostatečně paropropustná, v důsledku jejího obalení těsnými, nepropustnými povrchovými vrstvami, a tak nemůže dojít k odvodu páry, aniž by proběhla exploze páry. Obsah vlhkosti ve středové vrstvě pochází výhradně z lepicí směsi a musí být dodržován na možná nejnižší možné úrovni. Výše uvedené naznačuje, že použití vlhkosti jako faktoru při ovlivňování tvorby hustotního profilu je omezené. Při překročení určité kritické hodnoty vlhkosti, dochází při otevření lisu k oslabení soudržnosti dřevních částic, a to z důvodu zvýšeného množství par, což dále způsobuje zhoršení výsledných vlastností desek, v krajním případě může dojít i k roztržení desek (Hrázský a Král, 2003b).

Hrázský a Král (2003b) rovněž uvádí, že jediným faktorem, který má zásadní vliv na odpor vůči zhušťování je tvar třísek použitých ve středové vrstvě desky. Tenké a ploché třísky leží v koberci většinou vodorovně a jsou lehčeji zhutitelné, oproti tlustým dřevním částicím nepravidelných tvarů, které bývají v třískovém koberci šikmo nebo i kolmo k ploše koberce.

3.3.6 Vliv nanášení lepicí směsi

Výlisek po odvodu páry a vyprázdnění lisu zachovává soudržnost na základě koheze lepidlových můstků, které byly vytvořeny během lisování. Nicméně v koberci se vždy nacházejí místa, která byla oproti jiným více zhuštěna, a tudíž v hotové desce vznikají napětí, která mohou vést ke zpětnému odpružování. V případě že toto odpružování je příliš velké, značí to špatné slepení jednotlivých třísek, což může vést až k tvorbě řídkých zón v povrchových plochách. Hustota těchto ploch je často nižší než střední hustota použitého dřevního druhu (Hrázský a Král, 2003b).

3.3.7 Vliv předlisování a lisování

Třískový koberec se před vlastním lisovacím procesem obvykle předlisuje, a to z důvodu vytlačení přebytečného vzduchu z koberce, který do něj vnikl ve fázi jeho vrstvení a dále pak kvůli snížení celkové výšky koberce a jeho zhutnění. Předlisování má zanedbatelný význam z hlediska tvorby hustotního profilu, protože nedochází k významnému zhuštění třískového koberce (Hrázský a Král, 2003b).

Nemli a Demirel (2007) uvádí, že na vliv hustotního profilu má i způsob lisování.

Desky lisované v otevíracím lisu dosahovaly vyšších hustotních hodnot v povrchových vrstvách a nižších hodnot ve středu než desky lisované kontinuálně. Druh lisování taktéž ovlivňoval bobtnání desek, kdy desky lisované kontinuálně dosahovaly výrazně nižších hodnot bobtnání.

Horké lisování lze označit za nejdůležitější operaci v celém procesu výroby třískových desek. Po zasunutí třískových koberců do lisu dochází ke styku povrchových vrstev koberce s lisovacími deskami a dochází intenzivně k výměně tepla mezi těmito deskami a kobercem. Míra intenzity výměny tepla závisí na teplotním gradientu – jeho velikost se při lisování za tepla neustále mění, protože se mění i teplota v třískovém koberci. Proces přenosu tepla pak probíhá ve dvou směrech, a to ve směru kolmém na rovinu desky a souběžně s rovinou desky. Teplo je přenášeno tepelnou vodivostí, konvekcí i sáláním. V třískovém koberci je nerovnoměrně rozložena vlhkost a zároveň má tento koberec odlišnou vlhkost než okolí, a tudíž vznikají dva vlhkostní gradienty, které vyvolávají difuzi vlhkosti. Jeden z těchto gradientů působí kolmo na rovinu desky směrem ke středové vrstvě koberce, po vyschnutí horní vrstvy koberce tento gradient otáčí svůj směr o 180° při současné změně tlakového gradientu. Druhý gradient vlhkosti probíhá souběžně s rovinou koberce ve směru do okolí. V okamžiku styku horkých topných desek (cca 100 °C) s třískovým kobercem se nejdříve intenzivně tvoří pára v povrchové vrstvě, zároveň dochází v povrchové vrstvě obsažený vzduch, což vede ke zvětšování objemu. Toto vede ke vzniku přetlaku v povrchových zónách koberce, což vede ke vzniku dvou tlakových gradientů, jeden z nich je ve směru kolmém na rovinu třískového koberce a probíhá od počátku lisování nejdříve směrem do vnitřních vrstev koberce, po prohřátí středové vrstvy na teplotu cca 100 °C vzniká v této oblasti vlivem vniku páry z obsažené vlhkosti vnitřní tlak, který následně způsobí otočení směru tlakového gradientu o 180 °C. Toto způsobí tvorbu druhého tlakového gradientu, který působí souběžně s rovinou koberce směrem do okolí (Hrázský a Král, 2003b).

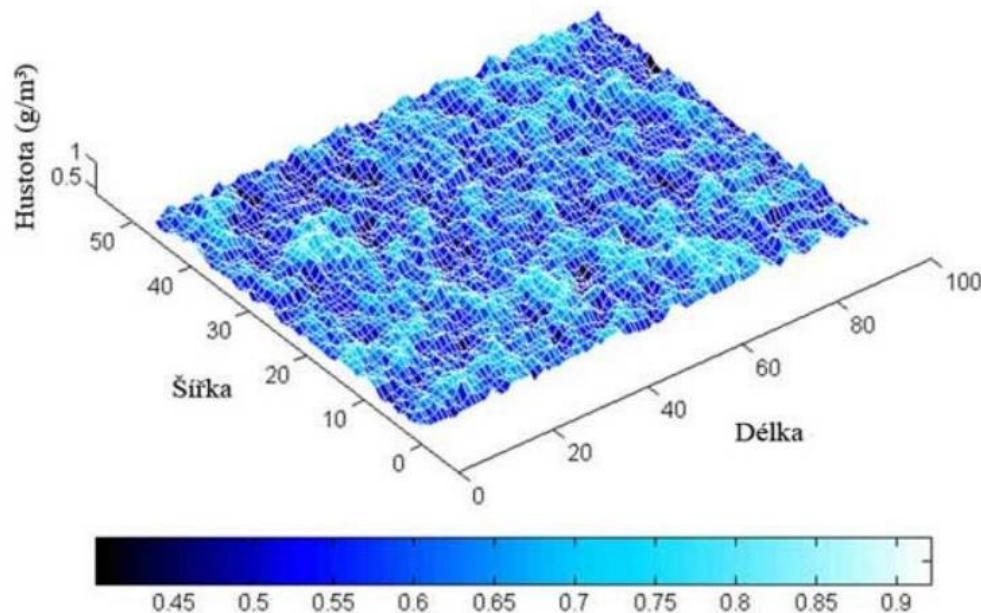
Hrázský a Král (2005) uvádí, že na hustotní profil má také vliv rychlost uzavírání lisu. V případě rychlého uzavírání a stlačení nastává velké zhuštění třísek v povrchových vrstvách a menší ve středové vrstvě, tyto desky pak vykazují větší pevnosti v ohybu a menších hodnot rozlupčivosti. Naopak při pomalém stlačení dochází k větší plastifikaci dřevních částic a menšímu zhuštění povrchových vrstev a většímu zhuštění středové vrstvy. Tyto desky mají nižší hodnoty ohybové pevnosti a vyšší hodnoty rozlupčivosti.

Vstupní a výstupní hodnoty tlaku při lisování mají zásadní vliv na výsledné

vlastnosti desek. Použitý tlak při lisování výrazně ovlivnil hustotní profil. Zatímco hustota povrchu se zvýšila se zvýšením počátečního lisovacího tlaku a snížením konečného tlaku, hustota středu se snížila. V případě snížení počátečního tlaku a zvýšení konečného tlaku, povrchová hustota se snížila a hustota středu naopak zvýšila (Nemli a Demirel, 2007).

3.4 Plošná hustota

Při procesu výroby aglomerovaných materiálů, mezi které patří i dřevotřísková deska, bývá z dřevěných částí částic vytvořen produkt s nerovnoměrnou hustotou, jelikož během vrstvení třískového koberce dochází nezbytně k tomu, že některé oblasti obsahují větší množství vzájemně se překrývajících částí třísek než jiné. Při následném lisování třískového koberce na určitou konstantní tloušťku jsou tyto oblasti více zhuštěny oproti oblastem, které obsahují překrývajících se částí méně. Rozdílná schopnost tloušťkového bobtnání mezi těmito oblastmi s různou hustotou potom způsobují větší vnitřní pnutí desek (Suchsland, 1973; Xu, 1991).



Obr. 14 Příklad plošné hustoty u třískové OSB desky (Dai, 2005)

Plošná hustota třískového koberce, a proto i třískové desky, závisí nejvíce na přesnosti a rovnoměrnosti vlastního vrstvení, tedy na správné funkci jednotlivých

vrstvicích stanic, plošná hustota dále závisí i na tvaru a rozměrech třísek (tyto se odvíjí od způsobu roztřískování. Třísky větší velikosti z hlediska rozměru zapříčiňují nerovnoměrné rozložení hustoty a značné výkyvy v plošné hustotě, oproti tomu menší, podrozměrné třísky (velmi jemné částice) mají tendenci se shlukovat a tím taktéž způsobovat nerovnoměrnosti při vrstvení třískové hmoty (Hrázský a Král, 2005).

Nerovnoměrné rozložení hustoty nezpůsobuje pouze větší pnutí v místech s vyšší hustotou, které vzniká při vlhkostním namáhání, ale hraje roli taktéž z hlediska rozdílných hodnot fyzikálních i mechanických vlastností (Böhm, 2012).

Na plošnou hustotu má dále vliv i druh zpracovávané dřeviny, případně zastoupení jednotlivých druhů dřevin. Při výrobě třísek pouze z jedné dřeviny nebo z dřevin s velmi podobnou hustotou je možné při správné funkci vrstvicích stanic a při optimálních rozměrech třísek dosáhnout minimálního rozptylu hustoty v ploše třískových desek (Hrázský a Král, 2005).

Při lisování dochází ke zmenšení tloušťky třískového koberce na požadovanou tloušťku třískové desky, přičemž hmotnost lisované třískové hmoty zůstává na určité ploše stejná, nicméně dochází k roztlačení třísek v okrajových zónách třískové desky, čímž dochází k snížení plošné hustoty v těchto partiích. Při lisování desek je s tímto počítáno, a proto jsou vyráběny s dostatečnou nadmírou a při formátování jsou tyto nekvalitní části odřezány (Hrázský a Král, 2005).

Podle způsobu lisovacího zařízení jsou třískové desky lisovány s různě velkými přídávky na obroušení. Tyto přídávky jsou nejvyšší při lisování ve víceetážových lisech, a to až 0,6 mm z každé strany třískové desky. Jejich výše závisí všeobecně na funkci hydrauliky lisu, v případě že je seřízena optimálně, jsou třískové desky lisovány s minimálními přídávky na obroušení. Při nesprávném seřízení, respektive opotřebování hydraulického systému lisu, vykazují třískové desky v ploše rozdílné tloušťky. Následným obroušením dochází k rozdílnému úběru dřevní hmoty z povrchových vrstev desky. Plochy třískového koberce slisovaného na minimální tloušťku vykazují po obroušení vyšší plošnou hustotu v porovnání s plochami, které mají vyšší tloušťku (Hrázský a Král, 2005).

Kombinace popsaných faktorů způsobuje ve výrobě třískových desek vznik různých kvalitativních úrovní. Tyto faktory nelze zcela odstranit, dají se pouze eliminovat na minimum a tím lze u produkovaných třískových desek docílit minimálního rozptylu plošné hustoty a souvisejících fyzikálních a mechanických vlastností (Hrázský a Král, 2005).

4 METODIKA

V této kapitole je popsán postup výroby konkrétních dřevotřískových desek s různým obsahem recyklované složky vyrobených pro účely této práce, popis a příprava použitých materiálů při lisování a následné testování vlastností vzorků dle platných norem.

4.1 Materiály a jejich příprava

4.1.1 Štěpka

Pro výrobu třísek byla použita štěpka dodaná firmou Kronospan, která byla rozemleta na laboratorním mlýně Retsch 300 M. Štěpka určená k výrobě třísek určených pro povrchové vrstvy byla rozemleta dvakrát bez síta při 2200 otáčkách za minutu. Štěpka určená k výrobě povrchových vrstev byla rozemleta jednou za použití síta s mřížkou velikosti 2 mm, při 1600 otáčkách za minutu.



Obr. 15 Surová štěpka



Obr. 16 Rozemletá štěpka na středové třísky



Obr. 17 Rozemletá štěpka na povrchové třísky

4.1.2 Recyklát

Pro výrobu třísek byl taktéž použit recyklát dodaný firmou Kronospan. Tento materiál se skládal z různých materiálů na bázi dřeva, např. částí dřevotřískových a dřevovláknitých desek, dále z dřevního odpadu a recyklovaného rostlého dřeva apod.



Obr. 18 Surový recyklát

Směs taktéž obsahovala různé cizorodé látky: části tkanin a textilu, provázky, skelné střepy, gumové útržky a pryže, části plechů a hřebíky. Všechny tyto nežádoucí materiály byly odstraněny ručním přebráním ještě před vlastním rozemláním materiálu, jelikož by ovlivňovaly kvalitu výsledných desek a zejména by mohly poškodit laboratorní vybavení. Recyklát určený k výrobě třísek určených pro povrchové vrstvy byl rozemlet dvakrát bez

síta při 2200 otáčkách za minutu. Recyklát určený k výrobě povrchových vrstev byl rozemlet jednou za použití síta s mřížkou velikosti 2 mm, při 1600 otáčkách za minutu.



Obr. 19 Laboratorní mlýn Retsch SM 300

4.1.3 Lepidlo

Při výrobě dřevotřískových desek bylo použito močovino-formaldehydové (UF) lepidlo KRONORES CB 1100 pro povrchové vrstvy a lepidlo KRONORES CB 1637 pro středové vrstvy (viz Příloha č. 38 a 39) od firmy DUKOL Ostrava, s.r.o.

4.1.4 Tvrdidlo

Jako tvrdidlo byl použit chlorid amonný NH_4Cl v množství 1 % z hmotnosti lepidla, jako 10% roztok.

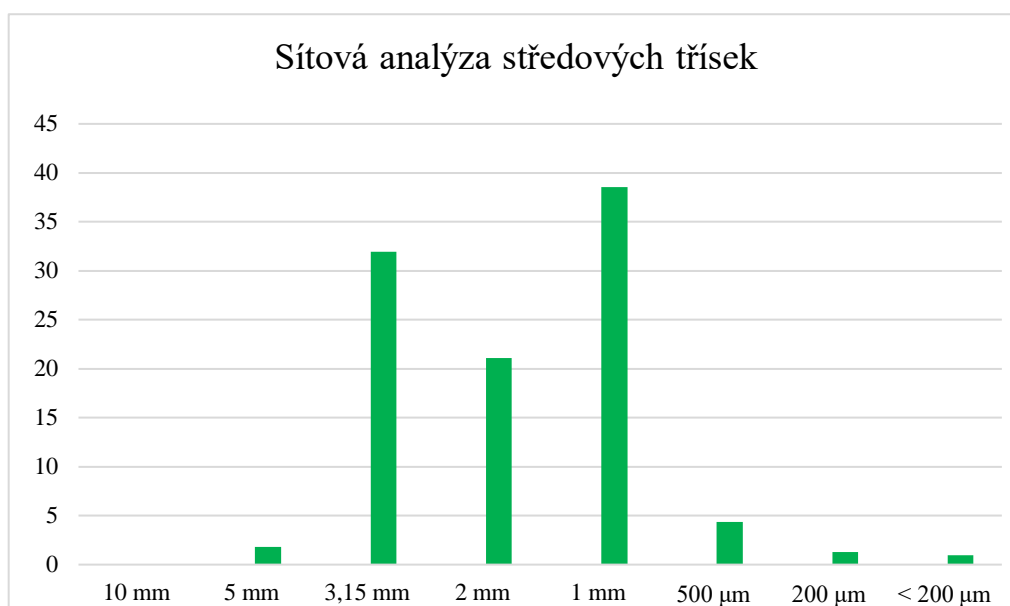
4.2 Výpočet navážky

Byly vyráběny desky s různým obsahem recyklované složky. Z celkového počtu 8 desek, byly vyrobeny 2 desky s 40% obsahem recyklátu, 2 desky s 70% obsahem recyklátu, 2 desky s 100% obsahem recyklátu a 2 referenční desky z třísek Kronospan

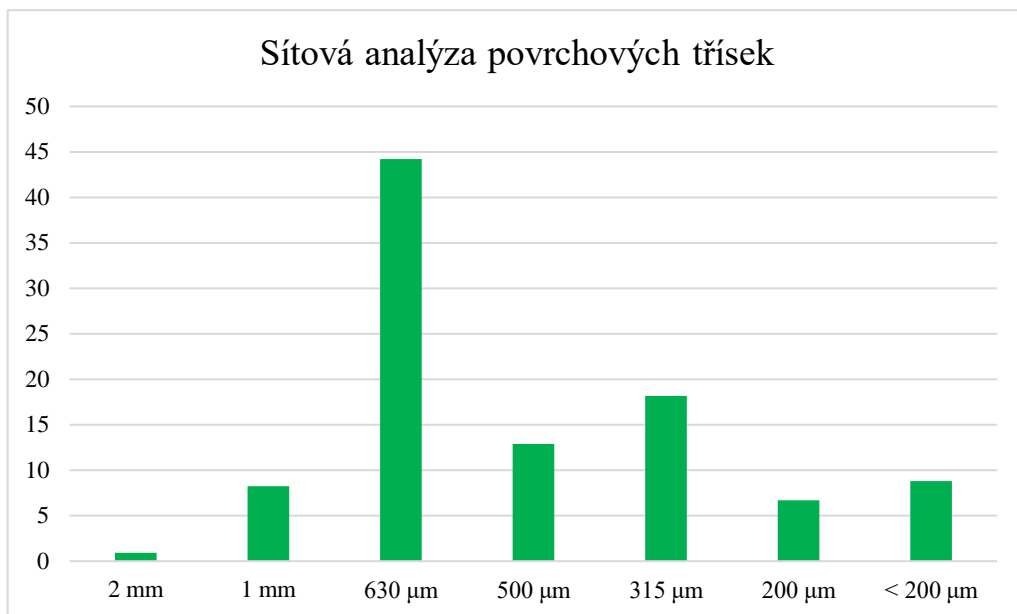
(viz Přílohy). Hustota desek byla stanovena na 600 kg/m^3 . Tato hustota zahrnuje mimo třísek i lepidlo a tvrdidlo. Tvrdidlo bylo naváženo jako 1 % z množství hmotnosti lepidla a specifické sušiny. Kalkulace jednotlivých složek potřebných při výrobě desek je přiložena v příloze.

4.3 Třídění třísek

Na povrchových a středových třískách firmy KRONOSPAN byla provedena síťová analýza k určení podílů jednotlivých frakcí třísek ve vzorku 100 gramů. Zastoupení jednotlivých frakcí zobrazuje Obr. 20 a Obr. 21. Dle zastoupení frakcí v těchto vzorcích bylo vypočteno celkové množství potřebných frakcí pro výrobu desek pro účely této práce. (viz Přílohy č. 4-6)



Obr. 20 Zastoupení frakcí středových třísek



Obr. 21 Zastoupení frakcí středových třísek

Pro třídění kontrolních vzorků i pro třídění třísek získaných rozemletím štěpky a recyklátu byl použit laboratorní třídič. Pro povrchové třísky byly použity síta o rozměrech ok 2 mm, 1 mm, 630 µm, 500 µm, 315 µm, 200 µm. Pro středové třísky byly použity síta o rozměrech ok 10 mm, 5 mm, 3,15 mm, 2 mm, 1 mm, 500 µm, 200 µm a méně jak 200 µm. Třídič byl nastaven na hodnotu amplitudy 2,0 mm a doba třídění jedné dávky třísek na 3 minuty.



Obr. 22 Vibrační třídič

4.4 Určení vlhkosti třísek a sušení

Rozemleté třísky byly týden přirozeně vysoušeny rozloženy v co největší ploše v laboratoři v Útěchově, následně byla na třískách měřena vlhkost analyzátozem vlhkosti Radwag MAC 210. Průměrná vlhkost měla hodnotu 10,45 %, proto bylo nutné třísky dále vysoušet v sušičce Sanyo MOV – 212P, při teplotě 80 °C. Třísky byly vysoušeny přibližně hodinu a půl, po tomto sušení dosahovaly průměrné vlhkosti 4 %. Již vysušené třísky byly uskladněny v uzavřených igelitových obalech, aby nedošlo ke zvýšení vlhkosti.



Obr. 23 Analyzátor vlhkosti Radwag Mac 210



Obr. 24 Sušička Sanyo

4.5 Výroba desek

Lisování dřevotřískových desek probíhalo v hydraulickém lisu s lisovací kapacitou 60 tun od společnosti Strozatech® (Obr. 25), lokalizovaném v Útěchově. Postup výroby simuloval průmyslovou velkovýrobu, v laboratorních podmínkách



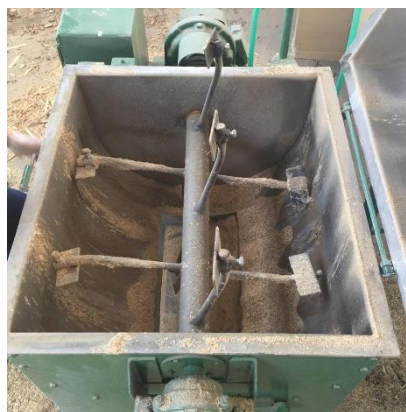
Obr. 25 Hydraulický lis Strozatech®

4.5.1 Navážka materiálů

Materiály byly naváženy laboratorní vahou podle kalkulace navážky. K celkovému množství bylo navíc přidáno 10 %, z důvodu predejití ztrát v průběhu procesu. Tyto ztráty by byly příčinou ovlivnění výsledné hustoty desky (viz Příloha č.1-3). Všechny suroviny byly naváženy pomocí laboratorních vah. Proces výroby je stejný pro všechny typy desek s různým obsahem recyklované složky, avšak za použití jiných množství materiálů.

4.5.2 Nanášení lepidla na třísky

Do míchačky byly vloženy zvážené třísky v přesně odváženém poměru jednotlivých frakcí. Následně bylo postupně dávkováno horními otvory v míchačce lepidlo předem smíchané s tvrdidlem. Tato směs byla důkladně promíchávána po dobu 10 minut z důvodu dostatečného obalení třísek lepidlem. Navážka materiálu pro 1 desku byla



Obr. 26 Míchačka

následně opět zvážena a přebývající materiál byl odstraněn, aby vylisovaná deska měla požadovanou hustotu 600 kg/m^3 po vylisování.

4.5.3 Vrstvení třískového koberce

Materiál byl vrstven do dřevěné formy na plechu, který byl pokryt pečícím papírem. Nejprve byla vrstvena polovina navážky pro povrchovou vrstvu, následně celá navážka středové vrstvy a následně druhá polovina navážky pro povrchovou vrstvu. Tímto byla vytvořena třívrstvá struktura třískového koberce. Ruční vrstvení koberce bylo provedeno opatrně, aby výška byla u všech krajů rámu stejná a zároveň, aby i celá plocha desky byla v rovině, bez hrbolů nebo prohlubní (s ručním zarovnáním každé vrstvy). Po odstranění formy byly ke koberci přiloženy distanční lišty o velikosti 12 mm (lišty určují výslednou tloušťku desky – 12 mm). Na koberec byl opět přiložen kovový plech, který byl podložen pečícím papírem, aby třísky nepřilnuly k lisu v průběhu lisování.



Obr. 27 Vrstvení třískového koberce do formy

4.5.4 Lisování desky

Desky byly lisovány hydraulickým lisem s kapacitou 60 tun, po dobu 2 minut od uzavření lisu. Teplota dosahovala 190 °C, při tlaku 3,5 MPa. Uzavření lisu proběhlo do 10 sekund.



Obr. 28 Lisování desky

4.5.5 Klimatizace desky

Desky byly klimatizovány po dobu 24 hodin při pokojové teplotě 24 °C s relativní vlhkostí vzduchu 65 %, při čemž došlo ke konečnému vytvrzení lepidla.



Obr. 29 Neořezaná deska

4.5.6 Formátování desky

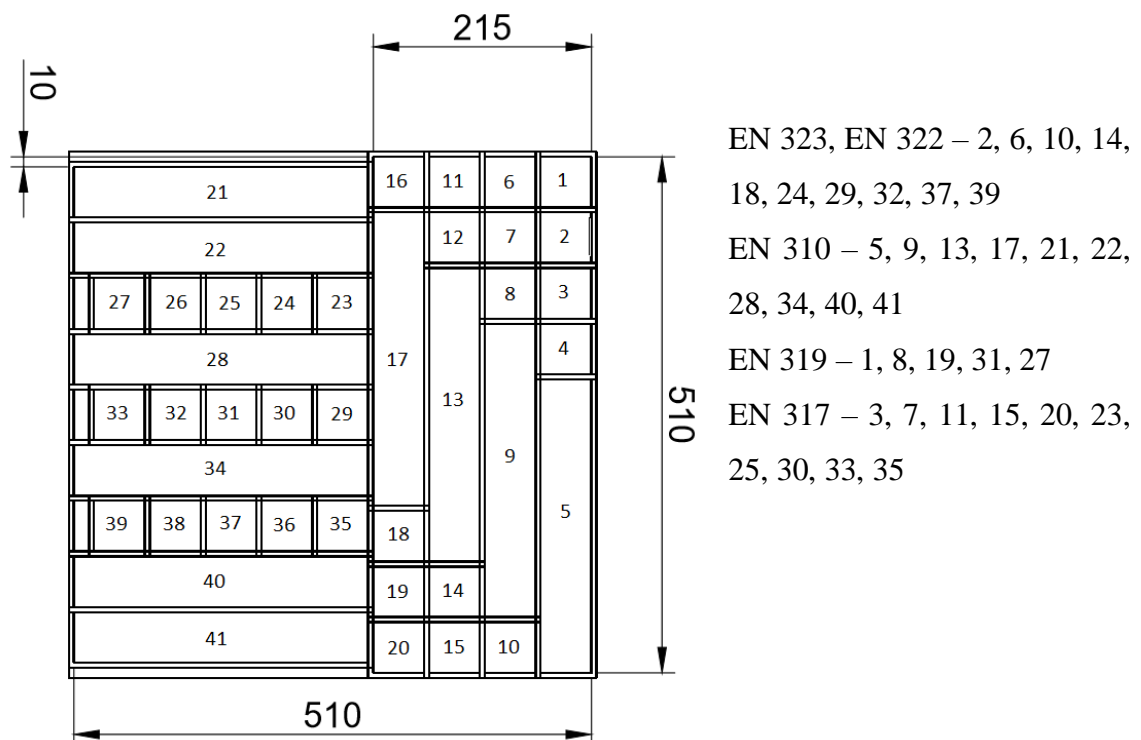
Hotové desky byly ořezány na požadovaný formát 600 x 600 mm, což bylo dosaženo ořezáním desek přibližně o 50 mm z každé strany.



Obr. 30 Formátování desky

4.6 Řezání připravených panelů na zkušební vzorky

Řezání vylisovaných desek na zkušební vzorky na testování vlastností probíhalo dle EN 326-1



4.7 Specifikace mechanických vlastností

Byly používány standardizované metody EN 323, EN 310, EN 319, EN 317. Ohybové vlastnosti byly testovány na zkušebním stroji ZWICK Z050 o maximální zatěžovací síle 50 kN a rychlosti posuvu 0.001–500 mm.min⁻¹.



Obr. 31 ZWICK Z050

4.7.1 EN 323 Zjišťování hustoty

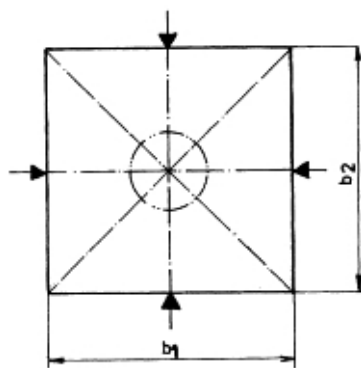
Tato norma uvádí metodu na zjišťování hustoty zkušebních těles ze dřevních materiálů. Podstata zkoušky je zjištění hustoty jako poměru hmotnosti zkušebního tělesa k jeho objemu, přičemž obě měření se provedou při stejné vlhkosti. Tyto výsledky se použijí pro stanovení hustoty celé desky.

Ze vzorků určených pro stanovení hustoty byla určena i plošná hustota.

Zkušební zařízení potřebná pro tuto metodu je přístroj na měření délky, tloušťky a šířky a váhy s přesností na 0,01 g.

Zkušební tělesa se odebírají podle EN 326-1. Tělesa musí být tvaru čtverce s nominální délkou 50 mm. Zkušební tělesa se klimatizují v prostředí s relativní vlhkostí vzduchu $(65\pm 5)\%$ a teplotou $(20\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Postup zkoušky: Každé těleso se zváží s přesností na 0,01 g. Rozměry těles se zjišťují tak, že hloubka t se měří v bodě průsečíků úhlopříček (Obr. 3) s přesností na 0,05 mm a rozměry b_1 a b_2 se měří ve dvou bodech rovnoběžně s hranami zkušební tělesa nad průsečíkem úhlopříček s přesností na 0,1 mm.



Obr. 32 Měření rozměrů zkušebních těles

b_1 a b_2 jsou délky stran tělesa (EN 325)

Výsledek se vyjadřuje jako hustota každého vzorku, která je vypočtena podle vzorce:

$$\rho = \frac{m}{b_1 \cdot b_2 \cdot t} \cdot 10^6 \text{ [kg} \cdot \text{m}^{-3}\text{]}$$

m – je hmotnost vzorku v g,

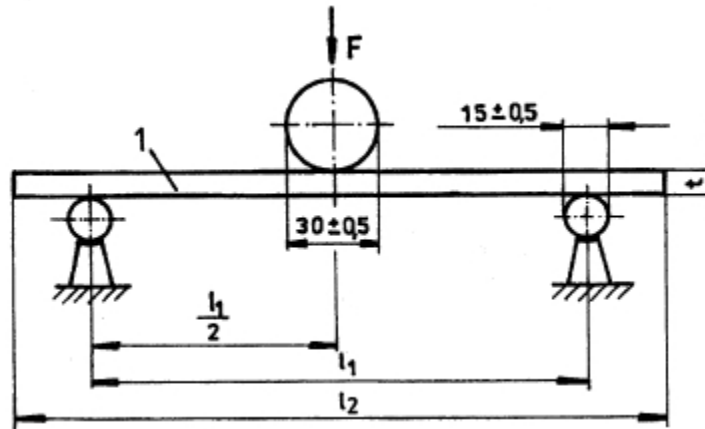
b_1, b_2, t – rozměry těles popsané výše v mm

4.7.2 EN 310 Stanovení modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu

Norma určuje metody stanovení zdánlivého modulu pružnosti při statickém ohybu u desek ze dřeva o jmenovité tloušťce rovné nebo větší než 3 mm.

Modul pružnosti v ohybu a pevnost v ohybu se stanoví zatížením zkušební tělesa v jeho středu uloženého na dvou podpěrách. Ohybová pevnost každého zkušební tělesa se vypočítá stanovením poměru ohybového momentu M při maximálním zatížení F_{\max} k momentu jeho celého průřezu.

Pro tuto metodu je potřeba měřící přístroj podle EN 325, zkušební zařízení (Obr. 33), vhodné měřidlo schopné měření průhybu tělesa ve středu rozpětí s přesností na 0,1 mm a vhodný zatěžovací měřící systém pro měření zatížení zkušebního tělesa s přesností na 1 % z naměřené hodnoty.



Obr. 33 Princip ohybové zkoušky

Zkušební zařízení má dvě rovnoběžné, válcové podpěry o průměru $(15 \pm 0,5)$ mm, s možností volného otáčení kolem osy a délky větší, než je šířka zkušebního tělesa

1 – zkušební těleso, F – zatížení, t – tloušťka zkušebního tělesa

$$l_1 = 20t, \quad l_2 = l_1 \pm 50$$

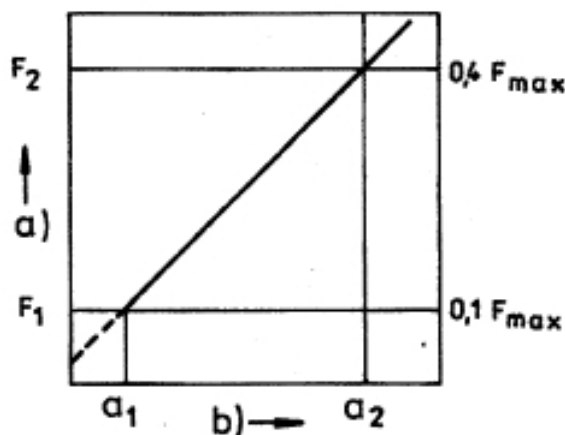
Zkušební tělesa musí být nachystána podle EN 326-1. Vyžadují se soubory příčných a podélných zkušebních těles. Musí být pravoúhlá, šířky b (50 ± 1) mm, délka musí být dvaceti násobkem jmenovité tloušťky + 50 mm, maximálně však 1050 mm a minimálně 150 mm.

Vyjádření výsledků – modul pružnosti:

$$E_m = \frac{l_t^3 (F_2 - F_1)}{4 \cdot b \cdot t^3 (a_2 - a_1)} \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

l_t – vzdálenost středů podpěr v mm, b – šířka zkušebního tělesa v mm, t – tloušťka zkušebního tělesa v mm, $F_2 - F_1$ – přírůstek zatížení v přímkové části zatěžovací křivky v N, F_1 – musí být přibližně 10 % a F_2 – přibližně 40 % z maximálního zatížení, $a_2 - a_1$ – přírůstek průhybu ve středu délky zkušební vzorku

Modul pružnosti v ohybu musí být pro každé zkušební těleso vyjádřen na tři platné číslice.



Obr. 34 Zatěžovací křivka v oblasti pružné deformace

Pevnost v ohybu:

$$f_m = \frac{3F_{\max}l_1}{2bt^2} \left[\frac{N}{\text{mm}^2} \right]$$

4.7.3 EN 319 Zjišťování pevnosti v tahu kolmo na rovinu desky

Potřebná zkušební zařízení pro zkoušku jsou posuvné měřítko a zkušební stroj s upínacím přípravkem. Zkušební tělesa musí být podle EN 326-1, čtvercového tvaru o straně 50 ± 1 mm. Mají být přesně nařezané, s úhlem 90° a hrany musí být rovné a čisté.

Vyjádření výsledků:

$$f = \frac{F_{\max}}{a b} \left[\frac{N}{\text{mm}^2} \right]$$

F_{\max} – zatížení působící na zkušební těleso v okamžiku porušení v N, a, b – délka a šířka zkušební tělesa v mm.

4.7.4 EN 317 Stanovení bobtnání po uložení ve vodě

Určuje metodu stanovení bobtnání plošně nebo výtlačně lisovaných třískových, vláknitých a cementopískových desek.

Bobtnání se stanoví měřením přírůstků tloušťky zkušebních těles po úplném ponoření do vody.

Zkušebním zařízením je mikrometr a vodní lázeň. Zkušební tělesa se odebírají a nařezávají podle EN 326-1. Musí být čtvercová o straně 50 ± 1 mm.

Zkušební tělesa se ponoří svisle do čisté, klidné vody s pH (7 ± 1) a teplotou (20 ± 1) °C. Tato teplota se udržuje po celou dobu zkoušky. Během zkoušky musí být zkušební tělesa oddělena od sebe navzájem, a také oddělena ode dna a stěn vodní lázně. Horní boky musí být 25 mm pod hladinou vody po celou dobu zkoušky. Po každé zkoušce se voda vymění. Po uplynutí doby ponoření se vyjmou zkušební tělesa z vody, zbytek vody se odstraní a změří se rozměry zkušebních těles.

Vyjádření výsledku – bobtnání tělesa:

$$G_t = \frac{t_2 - t_1}{t_1} 100 [\%]$$

t_1 – tloušťka zkušebního tělesa před ponořením v mm, t_2 – tloušťka zkušebního tělesa po ponoření v mm

Bobtnání desky je aritmetický průměr výsledků všech zkušebních těles odebraných z desky a vyjádřený v procentech na jedno desetinné místo.

4.7.5 EN 322 Zjišťování vlhkosti

Podstatou zkoušky je zjištění ztráty hmotnosti zkušebního tělesa mezi jeho stavem v čase odběru vzorků a po vysušení na konstantní hmotnost při (103 ± 3 °C); výpočet ztráty hmotnosti v procentech z hmotnosti zkušebního tělesa po vysušení, použití výsledků na určení vlhkosti celé desky

Zkušebním zařízením jsou váhy s povolenou chybou vážení 0,01 g, sušárna umožňující udržovat teplotu (103 ± 3 °C) a exsikátor se siligátem umožňující udržovat vzduch ve stavu co nejbližším absolutnímu suchému vzduchu.

Zkušební tělesa musí mít minimální hmotnost 20 g, velikost a tvar zkušebních těles není důležitá, zkušební tělesa musí být očištěna od třísek a pilin.

Zkoušené těleso ve stavu, ve kterém se odebere, odváží s povolenou chybou 0,01 g, toto první vážení se vykoná bezprostředně po odběru vzorků. Pokud to není možné, učiní se opatření, aby se zamezilo změně vlhkosti zkušebních těles po odběru vzorků.

Zkušební tělesa musí být uloženy v sušárně při teplotě $(103 \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C})$, až do dosažení konstantní hmotnosti. Konstantní hmotnost je dosažena, pokud výsledky dvou měření v intervalech 6 hodin se od sebe vzájemně neliší o víc než 0,1 % hmotnosti zkoušeného tělesa.

Po ochlazení v exsikátoru na teplotu místnosti se zkušební těleso odváží s dovolenou chybou 0,01 g tak rychle, aby se zabránilo zvýšení vlhkosti o víc než 0,1 %.

Vlhkost H zkoušeného tělesa se udává v procentech hmotnosti s přesností na 0,1 % a vypočte se podle vzorce

$$H = \frac{m_h - m_0}{m_0} 100 [\%]$$

kde m_h je hmotnost zkoušeného tělesa při prvním vážení po odběru vzorků v gramech

m_0 je hmotnost zkoušeného tělesa při posledním vážení po vysušení v gramech

Vlhkost desek je aritmetický průměr vlhkostí všech zkoušených těles této desky v 0,1 %.

4.8 Měření hustotního profilu

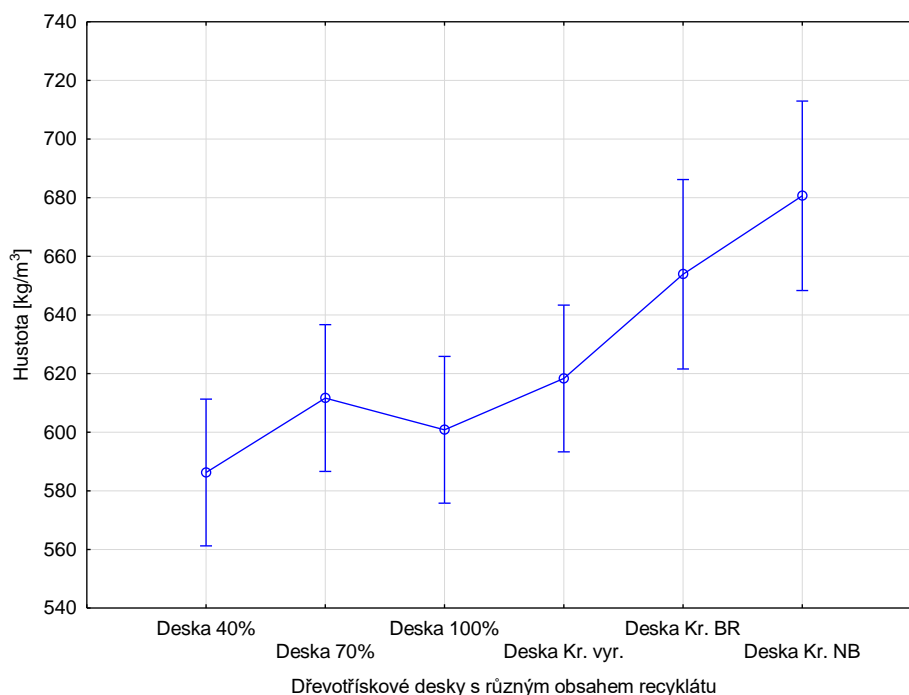
Hustotní profil byl měřen na densitometru X-RAY DENSELAB od firmy Specht Solution, byly měřeny vzorky o velikosti $50 \times 50 \text{ mm}$. Přístroj měřil hustotu jednotlivých vrstev po 0,01 mm, pomocí rentgenového záření. Výstupem měření byl textový dokument, obsahující jednotlivé hodnoty hustoty všech vrstev. V programu Excel byly pak z těchto hodnot vytvořeny grafy a popisná statistika hustotních profilů jednotlivých typů desek.

5 VÝSLEDKY

V této kapitole jsou statisticky vyhodnocená data a interpretace výsledků v grafické a číselné podobě, které vzešly z testování vlastností vzorků dle platných norem. Desky Kronospan slouží jako kontrolní desky pro srovnání výsledků. Analýza ANOVA, krabicové grafy a Sheffeho testy byly vytvořeny v programu Statistica, popisná statistika, grafy hustotního profilu a grafy lineární regrese byly vytvořeny v programu MS Excel.

5.1 Hustota

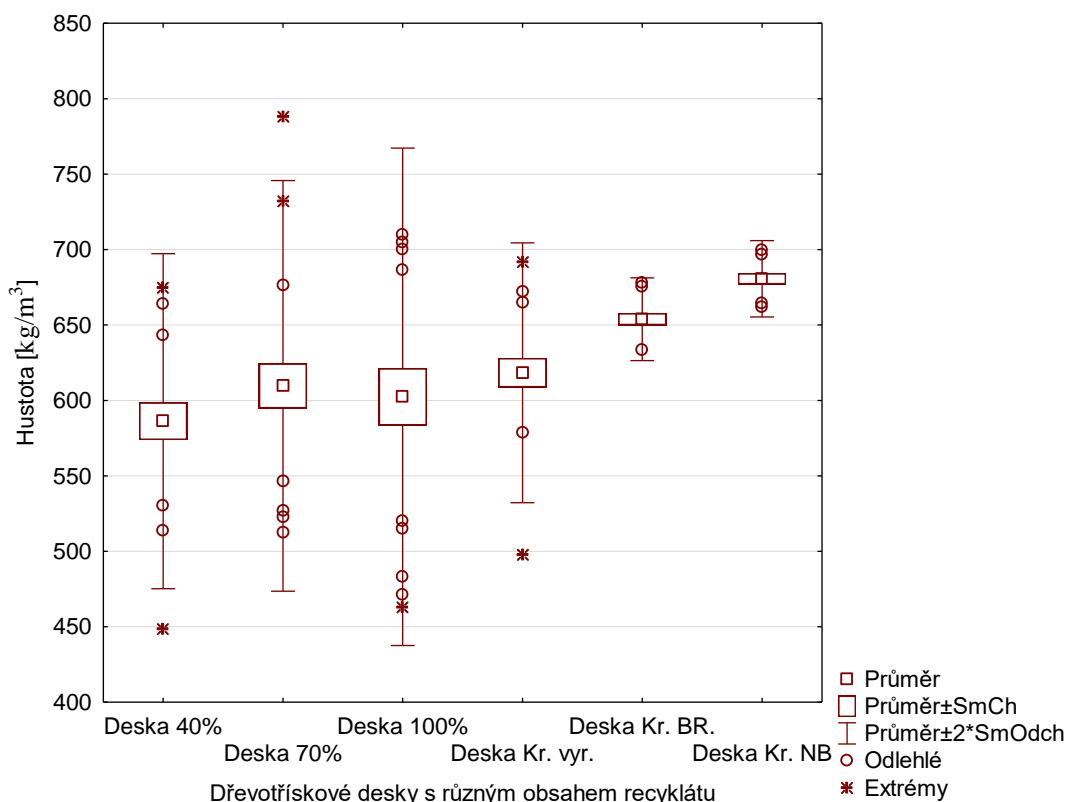
Pomocí jednofaktorové ANOVY bylo zjištěno, že hodnota $p < 0,05$. Mezi deskami tedy existuje statisticky významný rozdíl v hustotě. Použitím Scheffeho testu (Obr. 36) vícenásobného porovnání byly zjištěny následující podobnosti: (1) deska s 40% obsahem recyklátu s deskami se 70% obsahem recyklátu a 100% obsahem recyklátu a s vyrobenou deskou Kronospan a dále s originální broušenou deskou Kronospan, (2) podobnost desek se 40% obsahem recyklátu s deskami se 70% obsahem recyklátu a s deskami se 100% obsahem recyklátu a s vyrobenou deskou Kronospan a s oběma originálními deskami Kronospan (broušenými i nebroušenými).



Obr. 35 Analýza rozptylu ANOVA – Hustota

| Scheffeho test; proměnná Hustota Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 3181,5, sv = 98,000 | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|------|------|
| Č. buňky | Třídění | Hustota Průměr | 1 | 2 |
| 1 | Deska 40% | 586,2631 | **** | **** |
| 3 | Deska 100% | 600,8045 | **** | **** |
| 2 | Deska 70% | 611,6300 | **** | **** |
| 4 | Deska Kr. vyr. | 618,3462 | **** | **** |
| 5 | Deska Kr. BR | 653,8666 | **** | **** |
| 6 | Deska Kr. NB | 680,6351 | | **** |

Obr. 36 Scheffeho test – Hustota



Obr. 37 Krabicový graf – Hustota

Průměrná hustota desek s 40% obsahem recyklátu byla stanovena $586,26 \text{ kg/m}^3$, což je oproti cíli práce (600 kg/m^3) mírně snížená průměrná hodnota. Desky se 70% obsahem recyklátu dosahovaly průměrné hodnoty hustoty $611,63 \text{ kg/m}^3$, u desek se 100% obsahem recyklátu byla naměřena průměrná hustota $600,80 \text{ kg/m}^3$ a u vyrobených desek Kronospan byla stanovena hustota $618,35 \text{ kg/m}^3$. Odchyly od plánované hustoty 600 kg/m^3 , byly pravděpodobně způsobeny nepřesnostmi při navážce materiálů, případně nepřesnostmi při vlastním měření vzorků. Originální broušená deska Kronospan

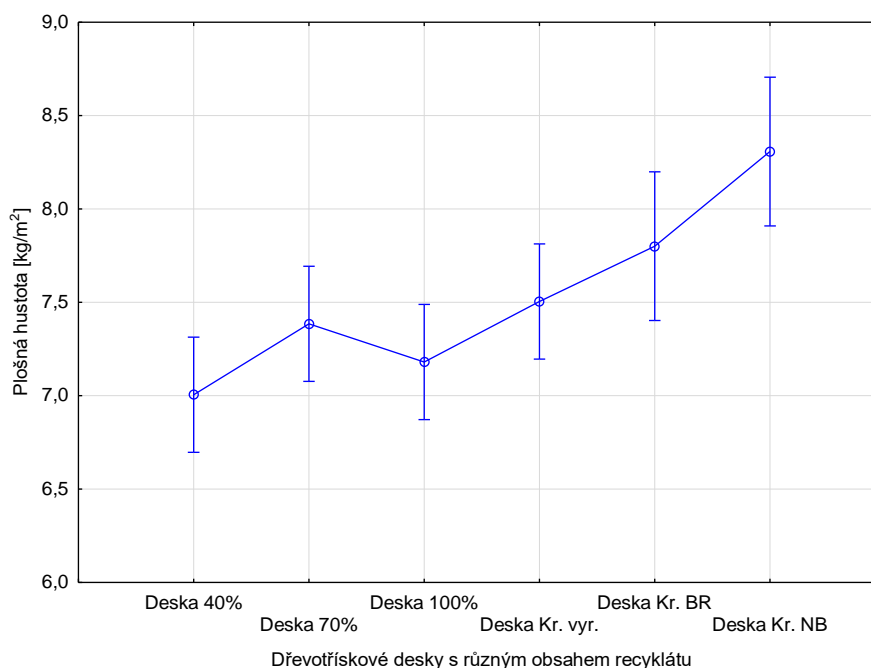
dosahovala průměrné hustoty 653,87 kg/m³ a originální nebroušená deska Kronospan 680,64 kg/m³, obě tyto hodnoty jsou více zvýšená oproti ostatním deskám a plánované hustotě při výrobě desek, nicméně výroba těchto typů desek nemohla být nijak ovlivněna. Popisná statistika hustoty je uvedena v tabulce 1.

Tab. 1 Popisná statistika hustoty

| Charakter. | 40 % | 70 % | 100 % | Kr. vyr. | Kr. BR | Kr. NB |
|------------|----------------------|--------|--------|----------|--------|--------|
| | [kg/m ³] | | | | | |
| Průměr | 586,26 | 611,63 | 600,80 | 618,35 | 653,87 | 680,64 |
| Minimum | 448,63 | 512,70 | 462,68 | 497,61 | 633,69 | 661,86 |
| Maximum | 674,58 | 787,97 | 709,83 | 691,82 | 678,13 | 699,95 |
| Sm. odch. | 54,10 | 67,44 | 78,49 | 41,97 | 13,13 | 12,12 |

5.2 Plošná hustota

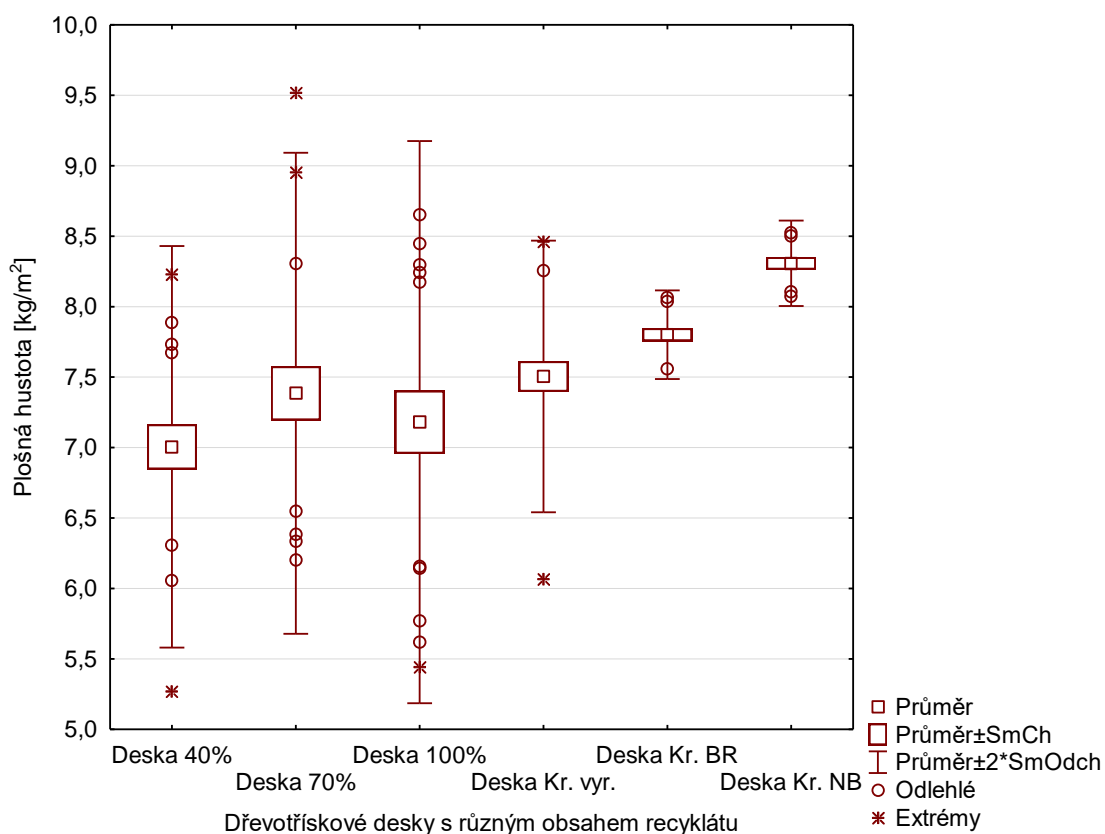
Pomocí jednofaktorové ANOVY bylo zjištěno že hodnota $p < 0,05$. Mezi deskami tedy existuje statisticky významný rozdíl v plošné hustotě. Použitím Scheffeho testu (Obr. 39) vícenásobného porovnání byly zjištěny následující podobnosti: (1) Deska s 40% obsahem recyklátu s deskou se 70% obsahem recyklátu a deskou se 100% obsahem recyklátu a dále pak s vyrobenou deskou Kronospan a s originální broušenou deskou Kronospan, (2) podobnost vyrobených desek Kronospan s oběma originálními deskami Kronospan (broušenými i nebroušenými).



Obr. 38 Analýza rozptylu – Plošná hustota

| Scheffeho test; proměnná Plošná hustota Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,48292, sv = 98,000 | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------|------|------|
| Č. buňky | Třídění | Plošná hustota Průměr | 1 | 2 |
| 1 | Deska 40% | 7,005269 | **** | |
| 3 | Deska 70% | 7,180794 | **** | |
| 2 | Deska 100% | 7,385192 | **** | |
| 4 | Deska Kr. vyr. | 7,504883 | **** | **** |
| 5 | Deska Kr. BR | 7,801049 | **** | **** |
| 6 | Deska Kr. NB | 8,307664 | | **** |

Obr. 39 Scheffeho test – Plošná hustota



Obr. 40 Krabicový graf – Plošná hustota

Průměrná hodnota plošné hustoty desky s 40% obsahem recyklátu byla stanovena 7,01 kg/m², což je i nejnižší průměrná hodnota souboru dat. Druhá nejnižší průměrná hodnota plošné hustoty 7,18 kg/m² byla naměřena u desky se 70% obsahem recyklátu. Deska se 100% obsahem recyklátu dosahovala podobných průměrných hodnot plošné hustoty jako vyrobená deska Kronospan (7,39 a 7,51 kg/m²). Nejvyšší

hodnota průměrné plošné hustoty 8,31 kg/m² byla naměřena na originální nebroušené desce Kronospan. Na originální broušené desce Kronospan byla naměřena druhá nejvyšší průměrná hodnota plošné hustoty 7,80 kg/m². Popisná statistika plošné hustoty je uvedena v tabulce 2.

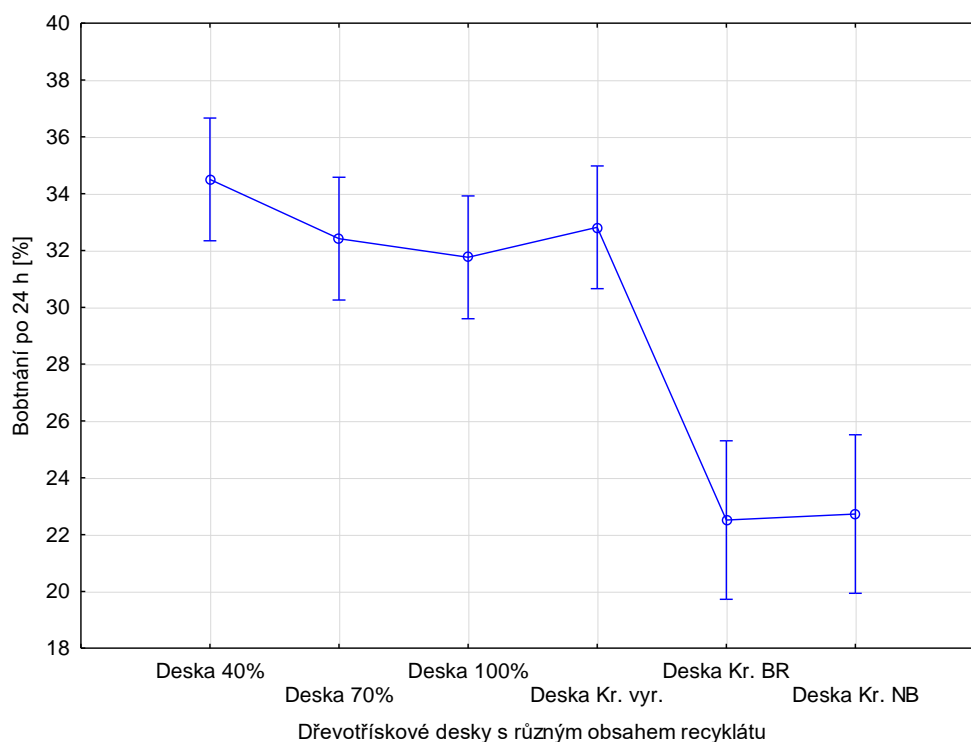
Tab. 2 Popisná statistika plošné hustoty

| Charakter. | 40 % | 70 % | 100 % | Kr. vyr. | Kr. BR | Kr. NB |
|------------|----------------------|------|-------|----------|--------|--------|
| | [kg/m ²] | | | | | |
| Průměr | 7,01 | 7,39 | 7,18 | 7,50 | 7,80 | 8,31 |
| Minimum | 5,27 | 6,20 | 5,44 | 6,07 | 7,56 | 8,07 |
| Maximum | 8,23 | 9,52 | 8,65 | 8,46 | 8,06 | 8,53 |
| Sm. odch. | 0,69 | 0,83 | 0,97 | 0,47 | 0,15 | 0,15 |

5.3 Bobtnání

Bobtnání bylo měřeno na vzorcích uložených v destilované vodě v časovém intervalu po 24 hodinách dle EN 317.

Pomocí jednofaktorové ANOVY bylo zjištěno, že hodnota $p < 0,05$. Mezi deskami tedy existuje statisticky významný rozdíl v bobtnání.

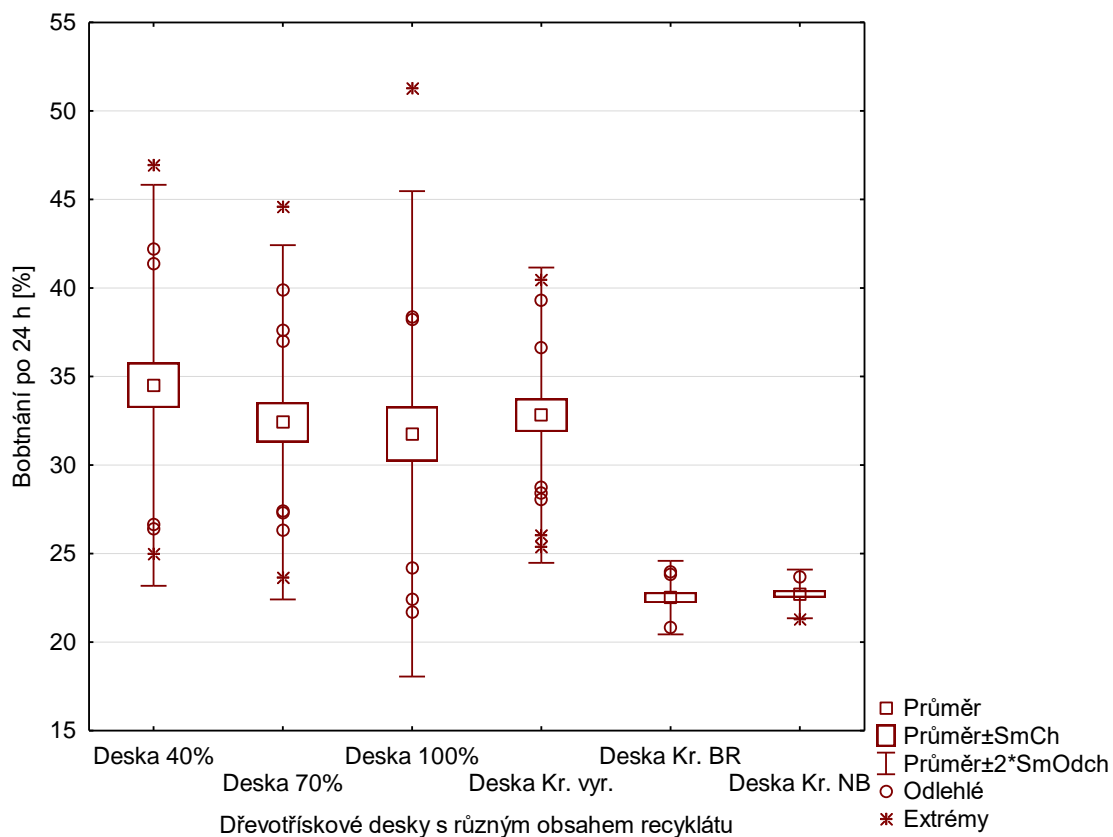


Obr. 41 Analýza rozptylu ANOVA – Bobtnání

Použitím Scheffeho testu (Obr. 42) vícenásobného porovnání byly zjištěny následující podobnosti: (1) deska s 40% obsahem recyklátu s deskami se 70% obsahem recyklátu a se 100% obsahem recyklátu a s vyrobenou deskou Kronospan, (2) originální broušená deska Kronospan s originální nebroušenou deskou Kronospan.

| Scheffeho test; proměnná Bobtnání 24 h Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 23,716, sv = 98,000 | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------|------|------|
| Č. buňky | Třídění | Bobtnání 24 h Průměr | 1 | 2 |
| 5 | Deska Kr. BR | 22,51310 | | **** |
| 6 | Deska Kr. NB | 22,72406 | | **** |
| 3 | Deska 100% | 31,76107 | **** | |
| 2 | Deska 70% | 32,41530 | **** | |
| 4 | Deska Kr. vyr. | 32,81500 | **** | |
| 1 | Deska 40% | 34,50286 | **** | |

Obr. 42 Scheffeho test – Bobtnání



Obr. 43 Krabicový graf – Bobtnání

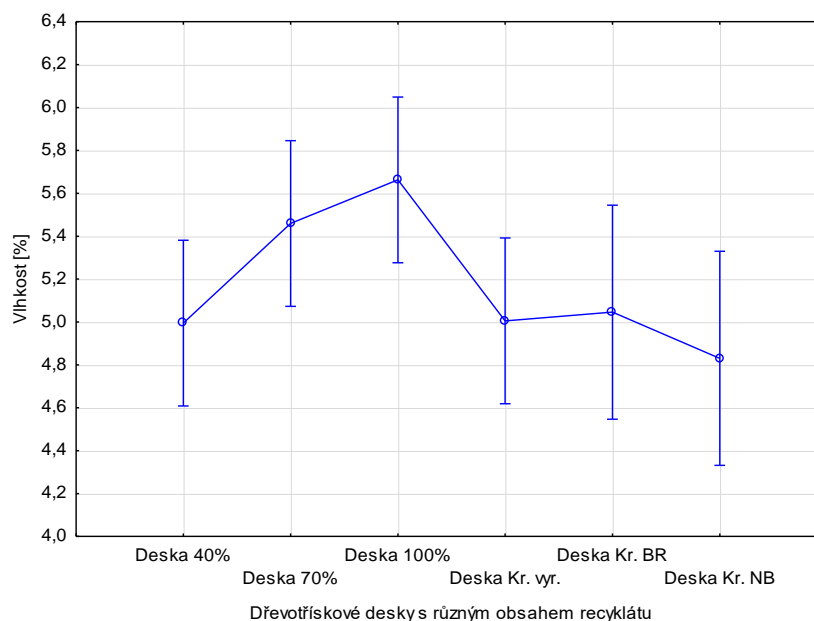
Průměrná hodnota bobtnání desky s 40% obsahem recyklátu byla stanovena 34,50 %, což je zároveň i nejvyšší průměrná hodnota souboru dat. S druhou nejvyšší hustotou 32,82 % následovala vyrobená deska Kronospan a následně deska s 70 % obsahem recyklátu s průměrnou hodnotou bobtnání 32,42 %. Nejnižší průměrné hodnoty bobtnání 31,76 % z desek vyrobených pro potřebu této práce dosáhla deska se 100% obsahem recyklátu. Nejméně bobtnaly originální desky Kronospan, broušená deska vykazovala nejnižší průměrnou hodnotu bobtnání 22,51 % z celého souboru dat. Na nebroušené desce Kronospan bylo pak naměřeno průměrné bobtnání 22,51 %. Popisná statistika bobtnání je uvedena v tabulce 3.

Tab. 3 Popisná statistika bobtnání

| Charakter. | 40 % | 70 % | 100 % | Kr. vyr. | Kr. BR | Kr. NB |
|------------|-------|-------|-------|----------|--------|--------|
| | [%] | | | | | |
| Průměr | 34,50 | 32,42 | 31,76 | 32,82 | 22,51 | 22,72 |
| Minimum | 24,98 | 23,63 | 21,69 | 25,37 | 20,82 | 21,29 |
| Maximum | 46,94 | 44,58 | 51,29 | 40,47 | 23,98 | 23,69 |
| Sm. odch. | 5,52 | 4,87 | 6,68 | 4,06 | 0,99 | 0,66 |

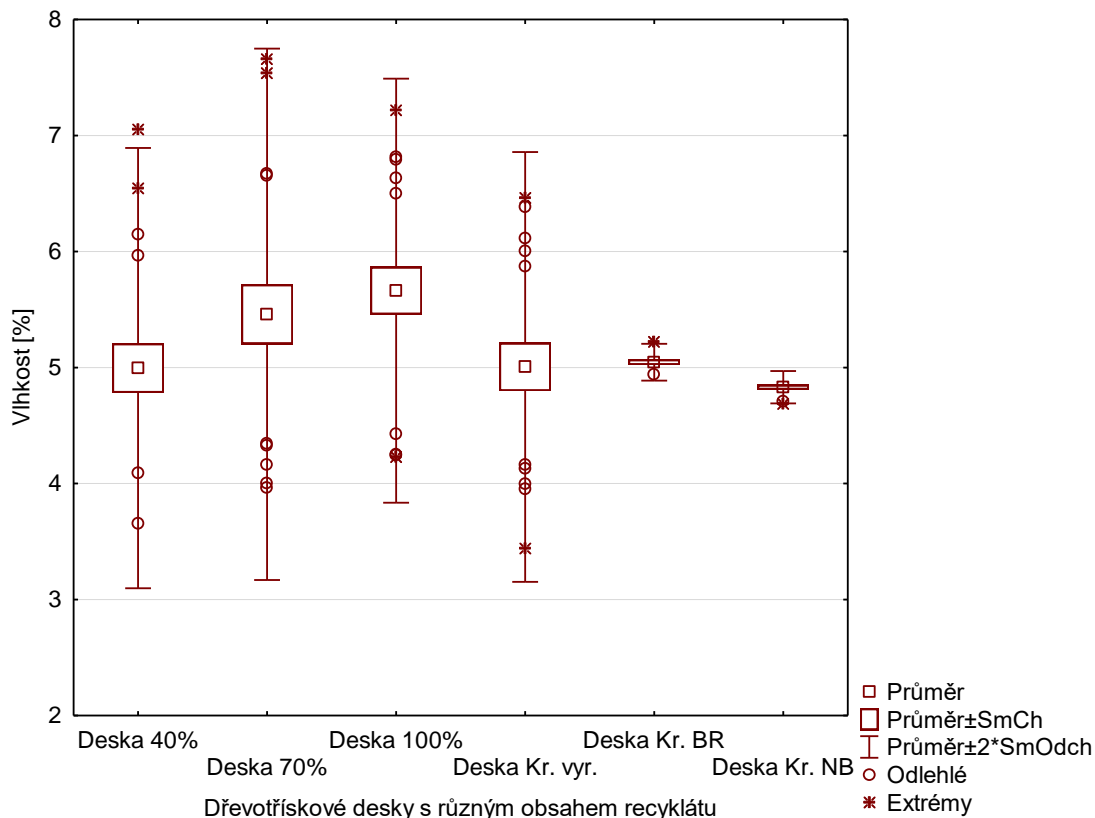
5.4 Vlhkost

Pomocí jednofaktorové ANOVY bylo zjištěno, že hodnota $p > 0,05$. Mezi deskami tedy neexistuje statisticky významný rozdíl v bobtnání.



Obr. 44 Analýza rozptylu ANOVA – Vlhkost

V tomto případě již není nutné přistupovat k Scheffeho testu vícenásobného porovnání.



Obr. 45 Krabicový graf –Vlhkost

Nejnižší hodnota průměrné vlhkosti z celého souboru 4,83 % byla stanovena na originální nebroušené desce Kronospan. Druhá celková nejmenší hodnota průměrné vlhkosti 5,00 % byla naměřena u desky s 40% obsahem recyklátu a zároveň je tato hodnota nejmenší průměrnou hodnotou vlhkosti ze souboru vyráběných desek. Téměř identické průměrné vlhkosti 5,01 % dosáhla vyráběná deska Kronospan, následovaná originální broušenou deskou Kronospan s hodnotou 5,05 %. Deska se 70% obsahem recyklátu dosahala průměrné vlhkosti 5,46 % a nejvyšší průměrnou hodnotu ze souboru testovaných dat měla deska se 100% obsahem recyklátu. Žádná průměrná hodnota nepřesáhla hodnotu 6 %. Popisná statistika vlhkosti je uvedena v tabulce 4.

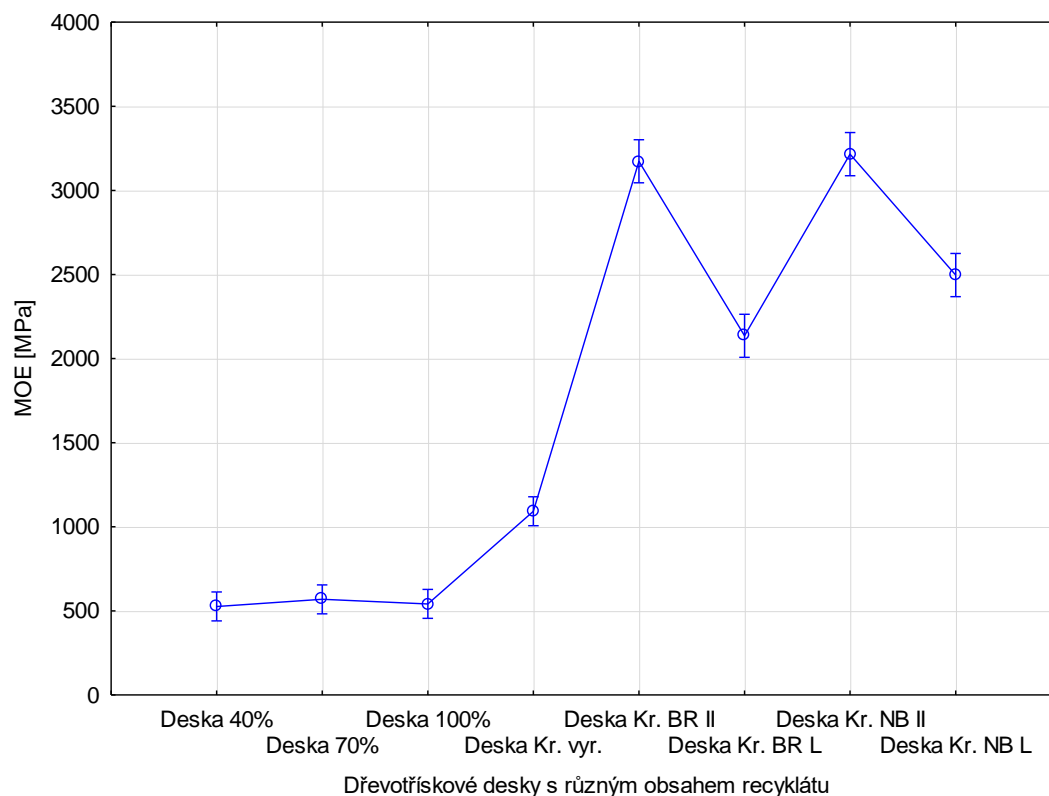
Tab. 4 Popisná statistika vlhkosti

| Charakter. | 40 % | 70 % | 100 % | Kr. vyr. | Kr. BR | Kr. NB |
|------------|----------------------|------|-------|----------|--------|--------|
| | [kg/m ³] | | | | | |
| Průměr | 5,00 | 5,46 | 5,66 | 5,01 | 5,05 | 4,83 |
| Minimum | 3,66 | 3,96 | 4,23 | 3,44 | 4,94 | 4,69 |
| Maximum | 7,05 | 7,66 | 7,22 | 6,46 | 5,22 | 4,91 |
| Sm. odch. | 0,92 | 1,12 | 0,89 | 0,90 | 0,08 | 0,07 |

5.5 Ohybové vlastnosti

5.5.1 MOE – Modul pružnosti v ohybu

Pomocí jednofaktorové ANOVY bylo zjištěno, že hodnota $p < 0,05$. Mezi deskami tedy existuje statisticky významný rozdíl v modulu pružnosti v ohybu.



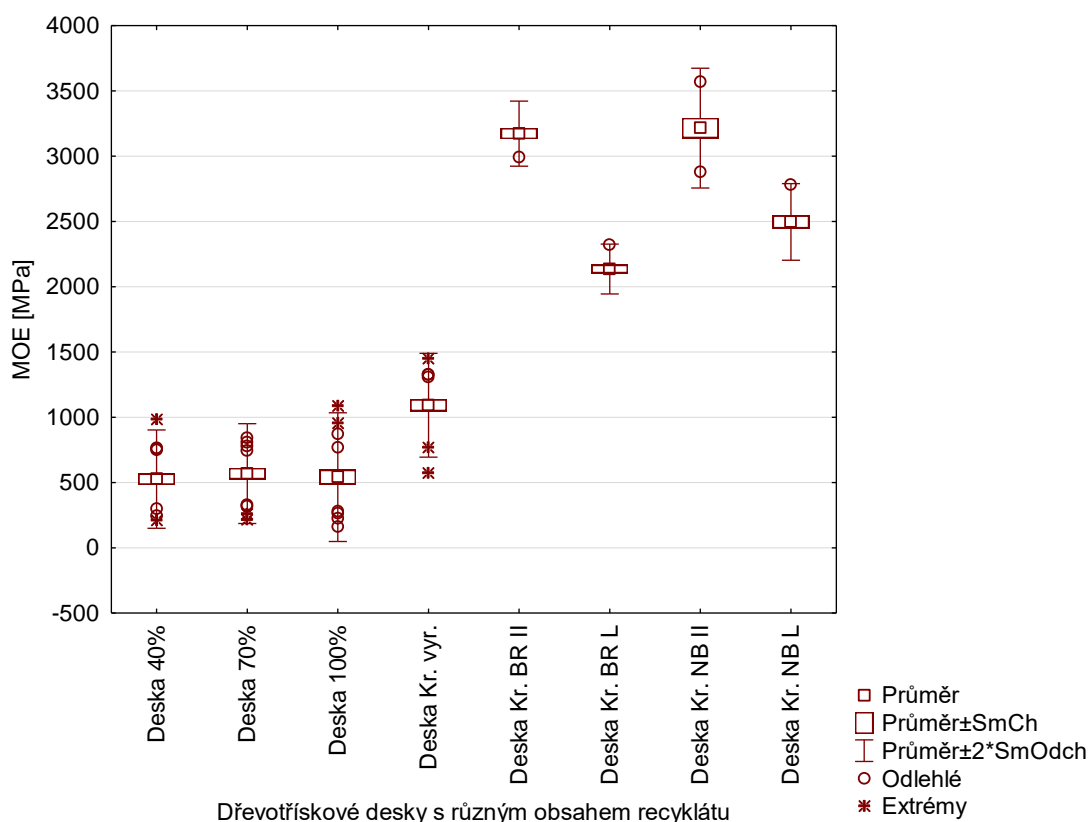
Obr. 46 Analýza rozptylu ANOVA – MOE

Použitím Scheffeho testu (Obr. 47) vícenásobného porovnání byly zjištěny následující podobnosti: (1) deska s 40% obsahem recyklátu s deskou se 70% obsahem

recyklátu a s deskou se 100% obsahem recyklátu, (2) originální broušená deska Kronospan v podélném směru (rovnoběžně s tokem výroby) s originální nebroušenou deskou Kronospan v podélném směru, (3) vyrobená deska Kronospan, originální broušená deska Kronospan v příčném směru (kolmo na tok výroby) i originální nebroušená deska Kronospan v příčném směru se od sebe i od všech ostatních desek lišily statisticky významným rozdílem.

| Scheffeho test; proměnná MOE Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 37592,, sv = 108,00 | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|------|------|------|------|------|
| Č. buňky | Třídění | MOE Průměr | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Deska 40% | 526,254 | **** | | | | |
| 3 | Deska 100% | 541,375 | **** | | | | |
| 2 | Deska 70% | 568,640 | **** | | | | |
| 4 | Deska Kr. vyr. | 1092,139 | | | **** | | |
| 6 | Deska Kr. BR L | 2135,749 | | | | **** | |
| 8 | Deska Kr. NB L | 2496,711 | | | | | **** |
| 5 | Deska Kr. BR II | 3172,999 | | **** | | | |
| 7 | Deska Kr. NB II | 3215,552 | | **** | | | |

Obr. 47 Scheffeho test – MOE



Obr. 48 Krabicový graf – MOE

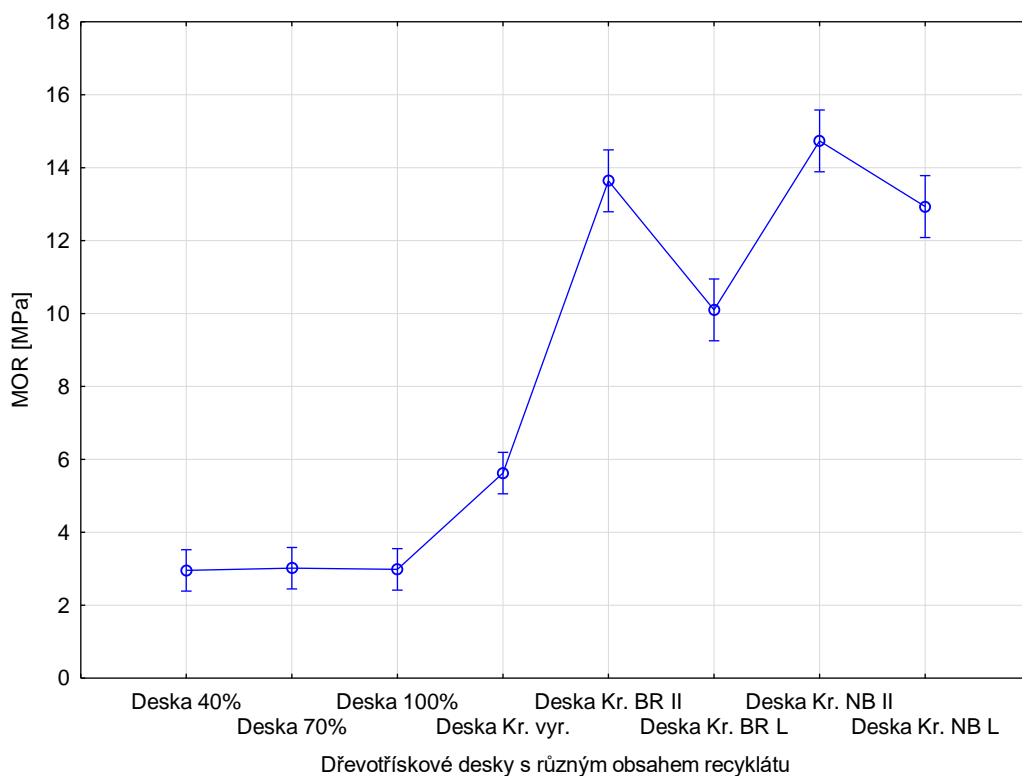
Nejvyšší průměrná hodnota MOE 3215,55 MPa z testovaného souboru dat byla naměřena u originálních nebroušených desek Kronospan v podélném směru, druhá nejvyšší hodnota MOE 3173 MPa pak u originálních broušených desek Kronospan v podélném směru. Originální nebroušená deska Kronospan v příčném dosahovala průměrné hodnoty MOE 3496,71 MPa, což je o něco vyšší, než hodnota 2135,75 MPa stanovená u originální broušené desky Kronospan v příčném směru. Vyrobená deska Kronospan vykazovala přibližně dvakrát větší průměrnou hodnotu MOE než desky s 40% obsahem recyklátu, se 70% obsahem recyklátu a 100% obsahem recyklátu. Rozdíly v průměrných hodnotách MOE u těchto desek nebyly větší jak 10 %. Popisná statistika MOE je uvedena v tabulce 5.

Tab. 5 Popisná statistika MOE

| Char. | 40 % | 70 % | 100 % | Kr. vyr. | Kr. BR II | Kr. BR L | Kr. NB II | Kr. NB L |
|--------|--------|--------|---------|----------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | [MPa] | | | | | | | |
| Prům. | 526,25 | 568,64 | 541,37 | 1092,14 | 3173,00 | 2135,75 | 3215,55 | 2496,71 |
| Min. | 207,59 | 214,62 | 159,40 | 574,07 | 2990,05 | 2012,56 | 2881,03 | 2312,84 |
| Max | 982,16 | 842,88 | 1086,47 | 1447,01 | 2990,05 | 2319,87 | 3569,55 | 2781,74 |
| S. od. | 183,51 | 186,36 | 240,14 | 193,57 | 117,30 | 89,78 | 216,26 | 138,20 |

5.5.2 MOR – Modul pevnosti v ohybu

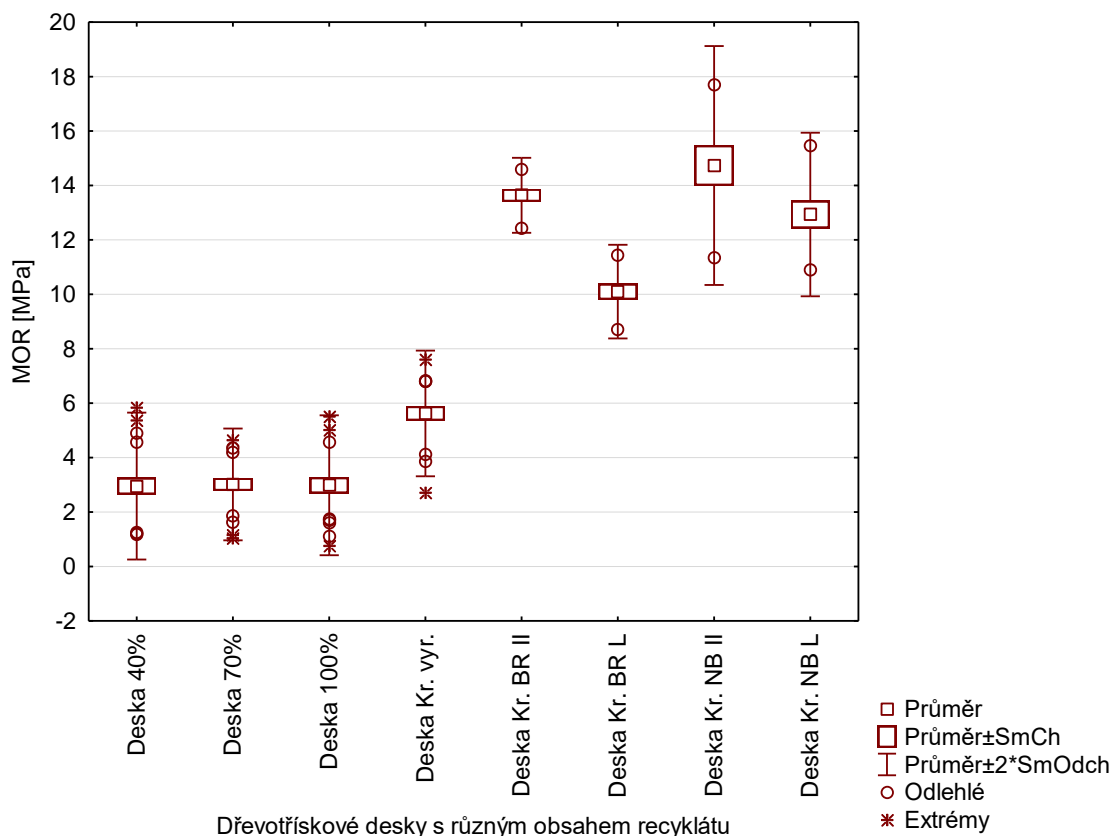
Pomocí jednofaktorové ANOVY bylo zjištěno, že hodnota $p < 0,05$. Mezi deskami tedy existuje statisticky významný rozdíl v modulu pevnosti v ohybu. Použitím Scheffeho testu (Obr. 50) vícenásobného porovnání byly zjištěny následující podobnosti: (1) deska s 40% obsahem recyklátu s deskami se 70% obsahem recyklátu a se 100% obsahem recyklátu, (2) podobnost originálních nebroušených desek Kronospan v příčném směru s originálními broušenými deskami Kronospan v podélném směru a s originálními nebroušenými deskami Kronospan v podélném směru, (3) desky Kronospan vyráběné a originální broušené Kronospan v příčném směru se od sebe vzájemně i od všech ostatních desek lišily statisticky významným rozdílem.



Obr. 49 Analýza rozptylu ANOVA – MOR

| Scheffeho test; proměnná MOR Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1,6454, sv = 108,00 | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|------|------|------|------|
| Č. buňky | Třídění | MOR Průměr | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Deska 40% | 2,95500 | **** | | | |
| 3 | Deska 100% | 2,98350 | **** | | | |
| 2 | Deska 70% | 3,01650 | **** | | | |
| 4 | Deska Kr. vyr. | 5,62500 | | | **** | |
| 6 | Deska Kr. BR L | 10,10000 | | | | **** |
| 8 | Deska Kr. NB L | 12,93333 | | **** | | |
| 5 | Deska Kr. BR II | 13,64000 | | **** | | |
| 7 | Deska Kr. NB II | 14,73556 | | **** | | |

Obr. 50 Scheffeho test – MOR



Obr. 51 Krabicový graf – MOR

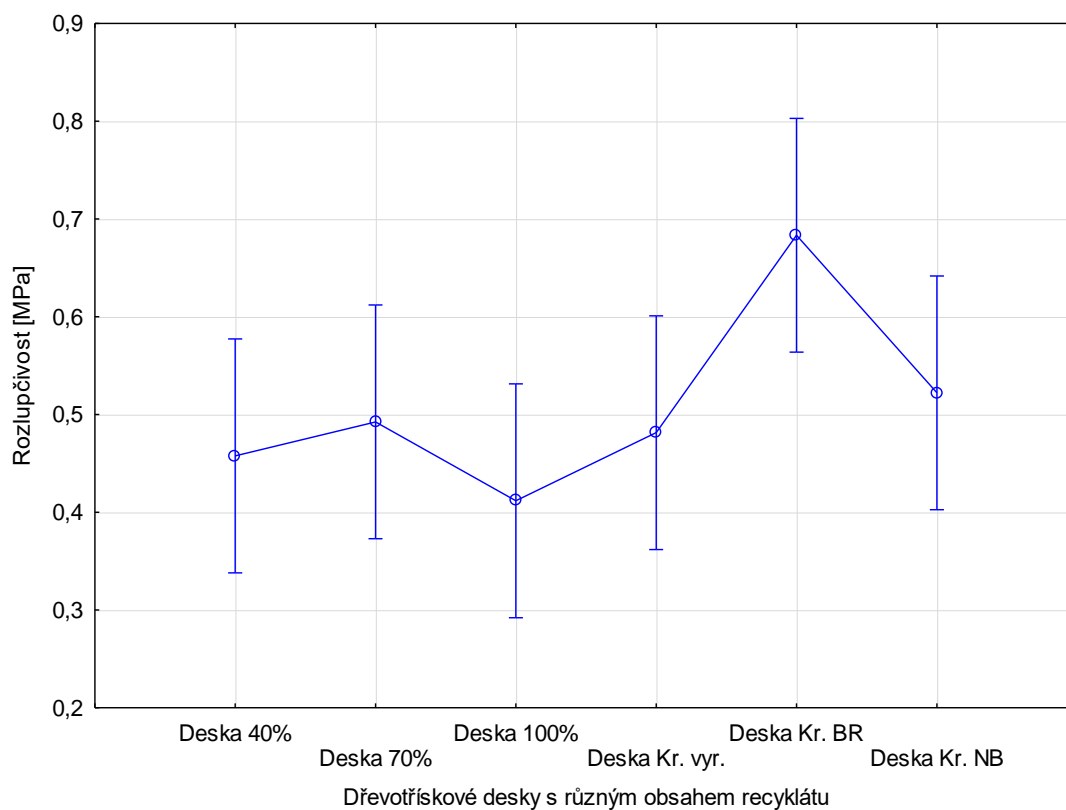
Nejvyšší průměrná hodnota MOR 14,74 MPa z testovaného souboru dat byla naměřena u originálních nebroušených desek Kronospan v podélném směru, druhá nejvyšší hodnota MOR 13,64 MPa pak u originálních broušených desek Kronospan v podélném směru. Originální nebroušená deska Kronospan v příčném dosahovala průměrné hodnoty MOR 12,93 MPa, což je o něco vyšší, než hodnota 10,10 MPa stanovená u originální broušené desky Kronospan v příčném směru. Vyrobená deska Kronospan vykazovala přibližně dvakrát větší průměrnou hodnotu MOR než desky s 40% obsahem recyklátu, se 70% obsahem recyklátu a 100% obsahem recyklátu. Průměrné hodnoty MOR u desek s 40%, 70% a 100% obsahem recyklátu byly téměř identické (2,96 MPa, 3,02 MPa a 2,98 MPa). Popisná statistika MOR je uvedena v tabulce 6.

Tab. 6 Popisná statistika MOR

| Char. | 40 % | 70 % | 100 % | Kr. vyr. | Kr. BR II | Kr. BR L | Kr. NB II | Kr. NB L |
|--------|-------|------|-------|----------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | [MPa] | | | | | | | |
| Prům. | 2,96 | 3,02 | 2,98 | 5,63 | 13,64 | 10,10 | 14,74 | 12,93 |
| Min. | 1,19 | 1,05 | 0,75 | 2,71 | 12,44 | 8,70 | 11,34 | 10,89 |
| Max | 5,85 | 4,65 | 5,51 | 7,60 | 14,58 | 11,43 | 17,70 | 15,47 |
| S. od. | 1,32 | 1,00 | 1,25 | 1,13 | 0,65 | 0,81 | 2,07 | 1,42 |

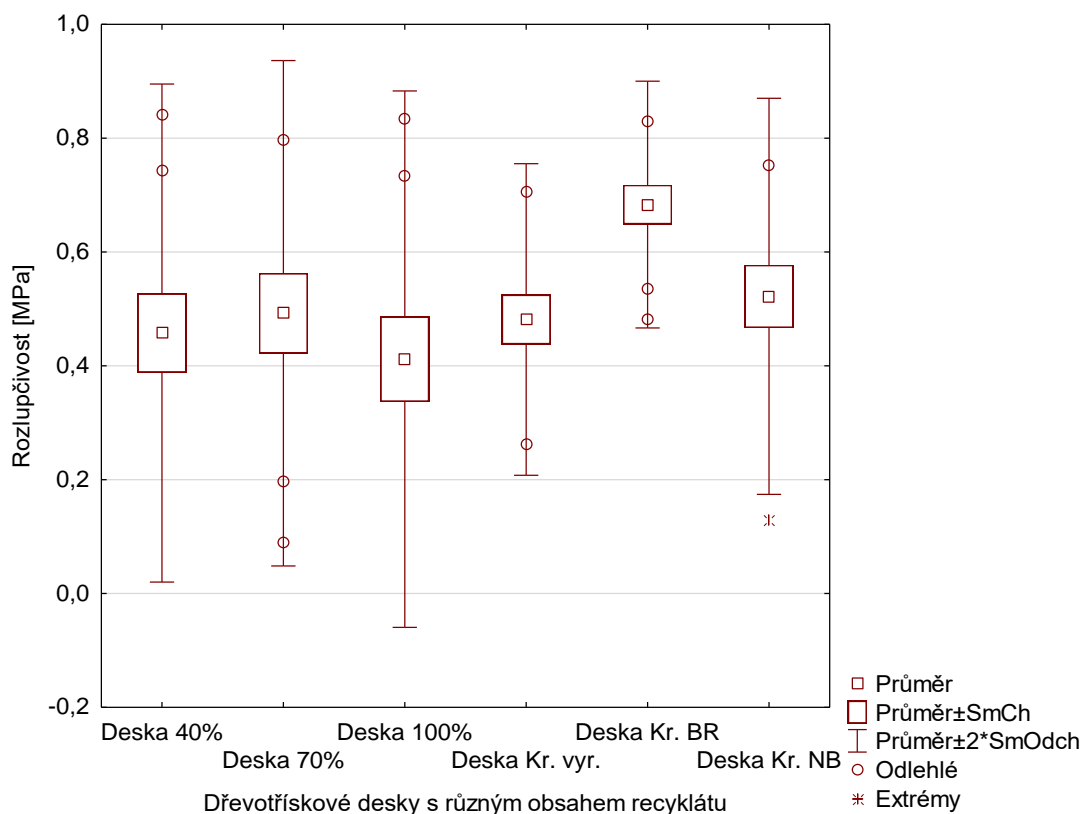
5.6 Pevnost v tahu kolmo na rovinu desky – Rozlupčivost

Pomocí jednofaktorové ANOVY bylo zjištěno, že hodnota $p > 0,05$. Mezi deskami tedy neexistuje statisticky významný rozdíl v pevnosti v tahu kolmo na rovině desky.



Obr. 52 Analýza rozptylu ANOVA - Rozlupčivost

V tomto případě tedy nebylo nutné dále přistupovat k Scheffeho testu vícenásobného porovnání.



Obr. 53 Krabicový graf – Rozlupčivost

Nejvyšší průměrné hodnoty rozlupčivosti 0,68 MPa dosahovaly originální broušené desky Kronospan, druhou nejvyšší 0,52 MPa pak originální nebroušené desky Kronospan. Vyrobená deska Kronospan měla průměrnou hodnotu rozlupčivosti 0,48 MPa, tato hodnota je velmi podobná průměrným hodnotám rozlupčivosti u desek s 40% obsahem recyklátu, se 70% obsahem recyklátu a se 100% obsahem recyklátu (0,46, 0,49 a 0,41 MPa). Popisná statistika je uvedena v tabulce 7.

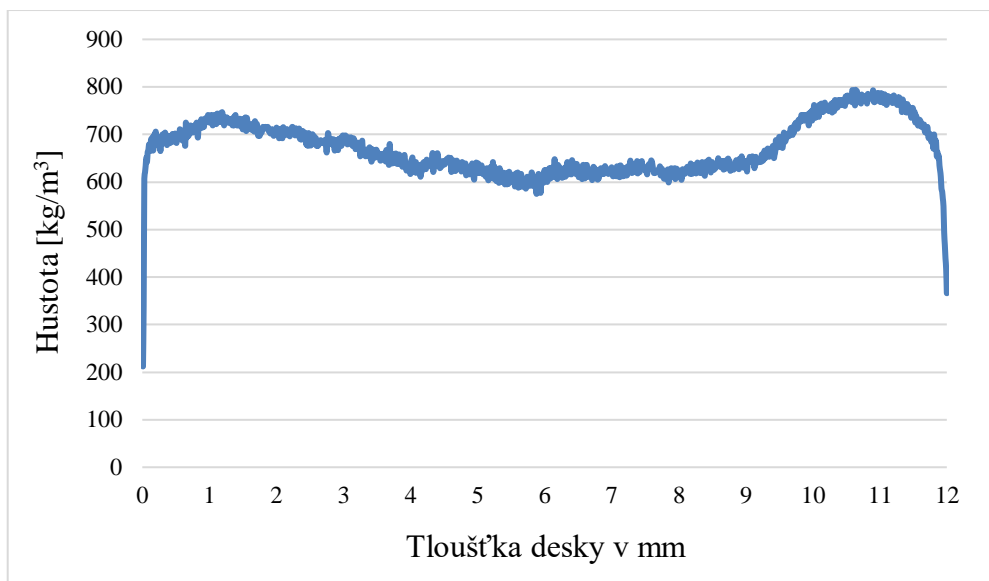
Tab. 7 Popisná statistika rozlupčivosti

| Charakter. | 40 % | 70 % | 100 % | Kr. vyr. | Kr. BR | Kr. NB |
|------------|----------------------|------|-------|----------|--------|--------|
| | [kg/m ³] | | | | | |
| Průměr | 0,46 | 0,49 | 0,41 | 0,48 | 0,68 | 0,52 |
| Minimum | 0,24 | 0,09 | 0,15 | 0,26 | 0,48 | 0,13 |
| Maximum | 0,84 | 0,80 | 0,83 | 0,70 | 0,83 | 0,75 |
| Sm. odch. | 0,21 | 0,21 | 0,22 | 0,13 | 0,10 | 0,17 |

5.7 Hustotní profil

Hustotní profil byl měřen na deskách vyrobených pro potřeby této práce a rovněž na deskách vyrobených pro účely závěrečných prací Bc. Hany Havelkové a Bc. Juraje Ďurovce, z důvodu pozorování vlivu recyklátu v kroku po 10 %.

5.7.1 Hustotní profil desky s 0% obsahem recyklátu



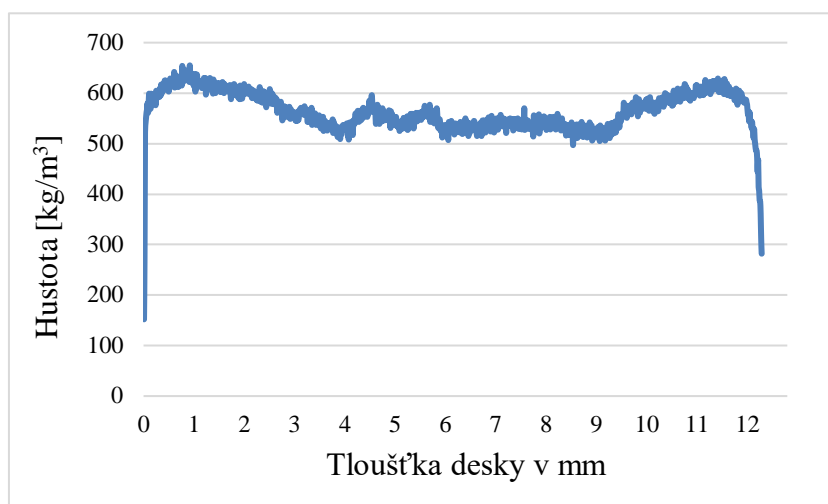
Obr. 54 Hustotní profil desky s 0% obsahem recyklátu

Tab. 8 Hodnoty hustot desky s 0% obsahem recyklátu

| Vlastnost | Průměr | Minimum | Maximum | Jednotka |
|----------------------|---------|---------|---------|-------------------|
| Hustotní profil – PV | 723,007 | 212 | 794 | kg/m ³ |
| Hustotní profil – SV | 644,646 | 575 | 749 | kg/m ³ |

Průměrná hustota naměřená densitometrem na tomto typu desky byla 670,83 kg/m³. Povrchová vrstva v průměru dosahovala hodnoty 723,01 kg/m³, zatímco středová vrstva 644,65 kg/m³. Minimální hodnota hustoty 212 kg/m³ i maximální hodnota hustoty 794 kg/m³ pochází z povrchových vrstev dřevotřískové desky.

5.7.2 Hustotní profil desky s 10% obsahem recyklátu



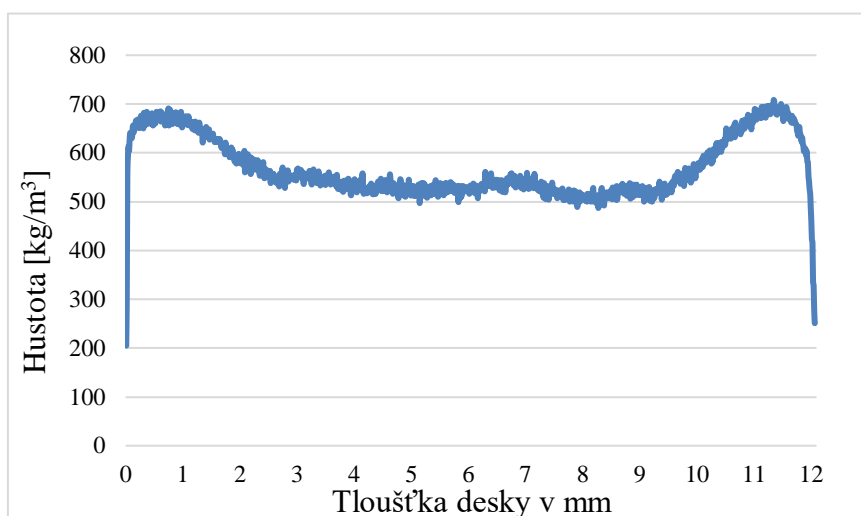
Obr. 55 Hustotní profil desky s 10% obsahem recyklátu

Tab. 9 Hodnoty hustot desky s 10% obsahem recyklátu

| Vlastnost | Průměr | Minimum | Maximum | Jednotka |
|----------------------|---------|---------|---------|-------------------|
| Hustotní profil – PV | 595,103 | 152 | 655 | kg/m ³ |
| Hustotní profil – SV | 547,87 | 497 | 613 | kg/m ³ |

Průměrná hustota naměřená densitometrem na tomto typu desky byla 563,55 kg/m³. Povrchová vrstva v průměru dosahovala hodnoty 595,103 kg/m³, zatímco středová vrstva 547,87 kg/m³. Minimální hodnota hustoty 152 kg/m³ i maximální hodnota hustoty 655 kg/m³ pochází z povrchových vrstev dřevotřískové desky.

5.7.3 Hustotní profil desky s 20% obsahem recyklátu



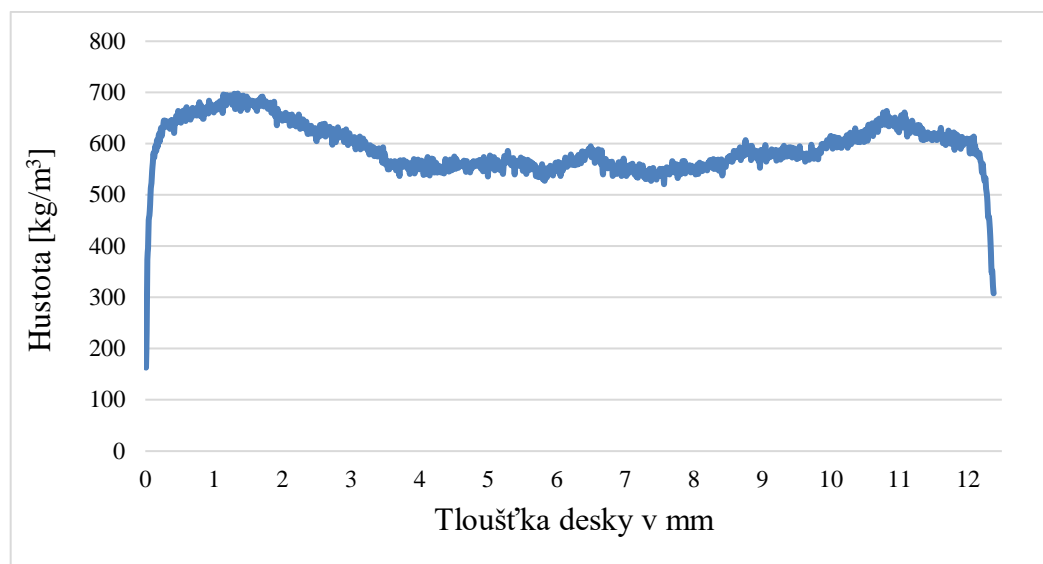
Obr. 56 Hustotní profil desky s 20% obsahem recyklátu

Tab. 10 Hodnoty hustot desky s 20% obsahem recyklátu

| Vlastnost | Průměr | Minimum | Maximum | Jednotka |
|----------------------|---------|---------|---------|-------------------|
| Hustotní profil – PV | 638,042 | 205 | 708 | kg/m ³ |
| Hustotní profil – SV | 533,273 | 487 | 604 | kg/m ³ |

Průměrná hustota naměřená densitometrem na tomto typu desky byla 568,17 kg/m³. Povrchová vrstva v průměru dosahovala hodnoty 638,04 kg/m³, zatímco středová vrstva 532,27 kg/m³. Minimální hodnota hustoty 205 kg/m³ i maximální hodnota hustoty 708 kg/m³ pochází z povrchových vrstev dřevotřískové desky.

5.7.4 Hustotní profil desky s 30% obsahem recyklátu



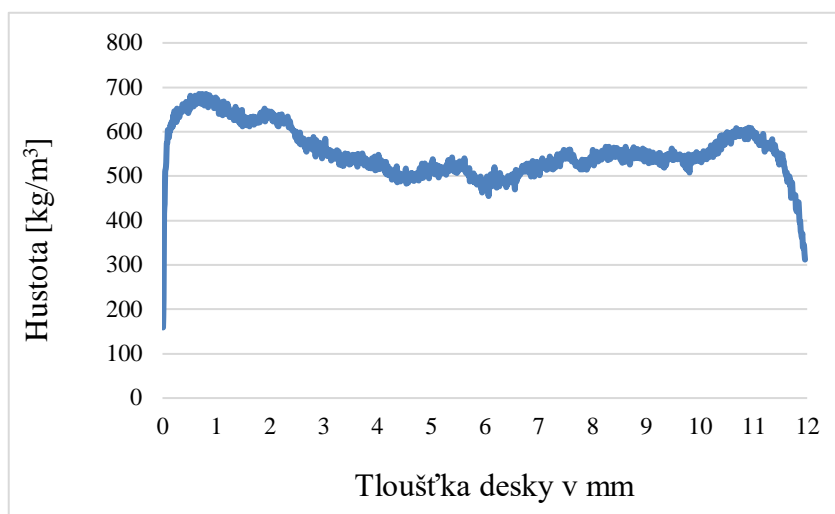
Obr. 57 Hustotní profil desky s 30% obsahem recyklátu

Tab. 11 Hodnoty hustot desky s 30% obsahem recyklátu

| Vlastnost | Průměr | Minimum | Maximum | Jednotka |
|----------------------|---------|---------|---------|-------------------|
| Hustotní profil – PV | 627,347 | 163 | 698 | kg/m ³ |
| Hustotní profil – SV | 573,029 | 521 | 657 | kg/m ³ |

Průměrná hustota naměřená densitometrem na tomto typu desky byla 591,11 kg/m³. Povrchová vrstva v průměru dosahovala hodnoty 627,35 kg/m³, zatímco středová vrstva 573,03 kg/m³. Minimální hodnota hustoty 163 kg/m³ i maximální hodnota hustoty 698 kg/m³ pochází z povrchových vrstev dřevotřískové desky.

5.7.5 Hustotní profil desky s 40% obsahem recyklátu



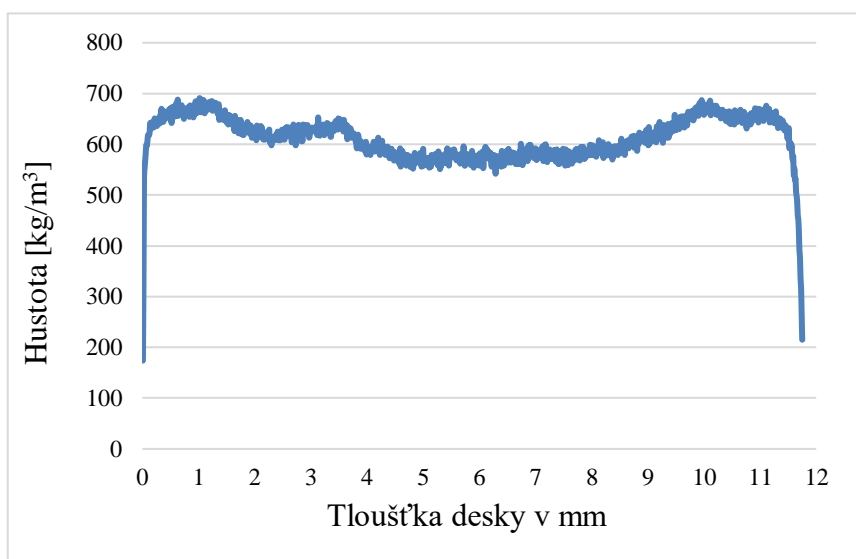
Obr. 58 Hustotní profil desky s 40% obsahem recyklátu

Tab. 12 Hodnoty hustot desky s 40% obsahem recyklátu

| Vlastnost | Průměr | Minimum | Maximum | Jednotka |
|----------------------|---------|---------|---------|-------------------|
| Hustotní profil – PV | 591,302 | 159 | 685 | kg/m ³ |
| Hustotní profil – SV | 534,347 | 455 | 645 | kg/m ³ |

Průměrná hustota naměřená densitometrem na tomto typu desky byla 553,30 kg/m³. Povrchová vrstva v průměru dosahovala hodnoty 591,30 kg/m³, zatímco středová vrstva 534,35 kg/m³. Minimální hodnota hustoty 159 kg/m³ i maximální hodnota hustoty 695 kg/m³ pochází z povrchových vrstev dřevotřískové desky.

5.7.6 Hustotní profil desky s 50% obsahem recyklátu



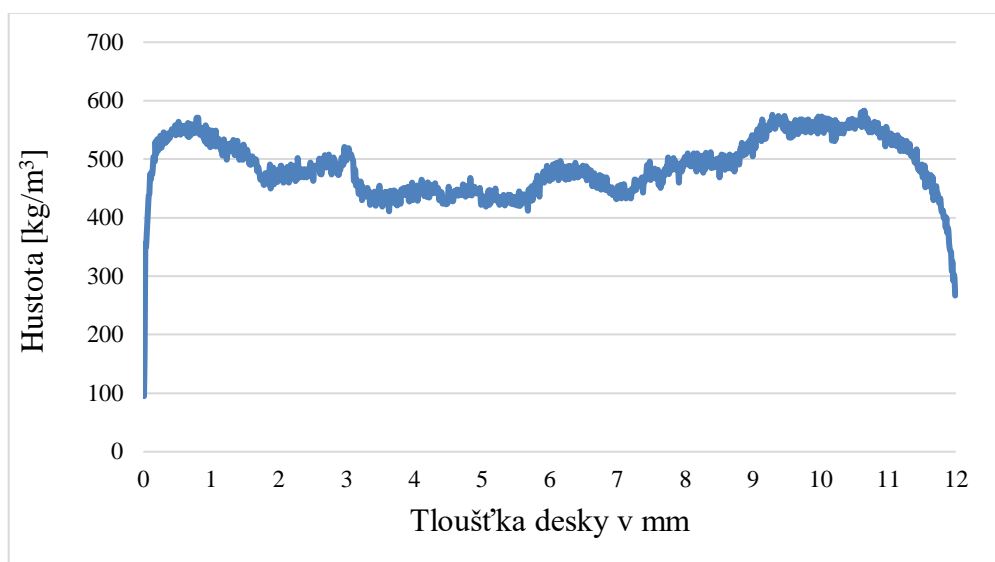
Obr. 59 Hustotní profil desky s 50% obsahem recyklátu

Tab. 13 Hodnoty hustot desky s 50% obsahem recyklátu

| Vlastnost | Průměr | Minimum | Maximum | Jednotka |
|----------------------|---------|---------|---------|-------------------|
| Hustotní profil – PV | 641,694 | 174 | 691 | kg/m ³ |
| Hustotní profil – SV | 596,559 | 542 | 666 | kg/m ³ |

Průměrná hustota naměřená densitometrem na tomto typu desky byla 611,62 kg/m³. Povrchová vrstva v průměru dosahovala hodnoty 641,69 kg/m³, zatímco středová vrstva 596,56 kg/m³. Minimální hodnota hustoty 174 kg/m³ i maximální hodnota hustoty 691 kg/m³ pochází z povrchových vrstev dřevotřískové desky.

5.7.7 Hustotní profil desky s 60% obsahem recyklátu



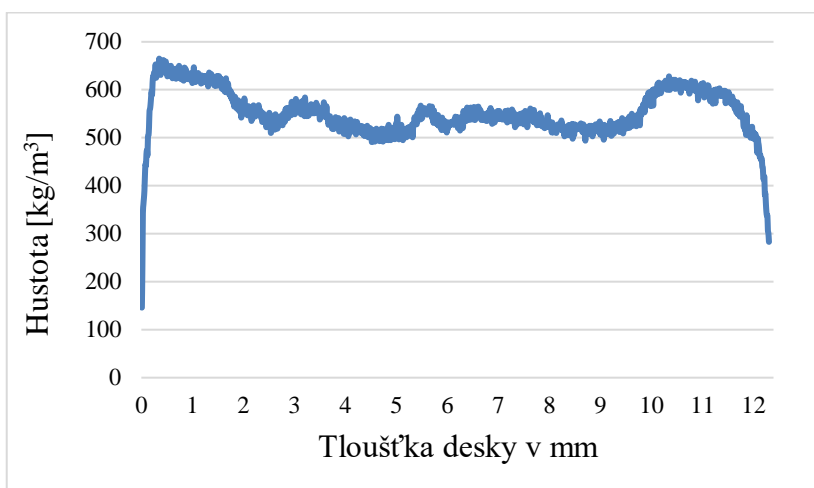
Obr.60 Hustotní profil desky s 60% obsahem recyklátu

Tab. 14 Hodnoty hustot desky s 60% obsahem recyklátu

| Vlastnost | Průměr | Minimum | Maximum | Jednotka |
|----------------------|---------|---------|---------|-------------------|
| Hustotní profil – PV | 511,168 | 95 | 583 | kg/m ³ |
| Hustotní profil – SV | 475,625 | 411 | 576 | kg/m ³ |

Průměrná hustota naměřená densitometrem na tomto typu desky byla 487,48 kg/m³. Povrchová vrstva v průměru dosahovala hodnoty 511,17 kg/m³, zatímco středová vrstva 475,63 kg/m³. Minimální hodnota hustoty 95 kg/m³ i maximální hodnota hustoty 583 kg/m³ pochází z povrchových vrstev dřevotřískové desky.

5.7.8 Hustotní profil desky s 70% obsahem recyklátu



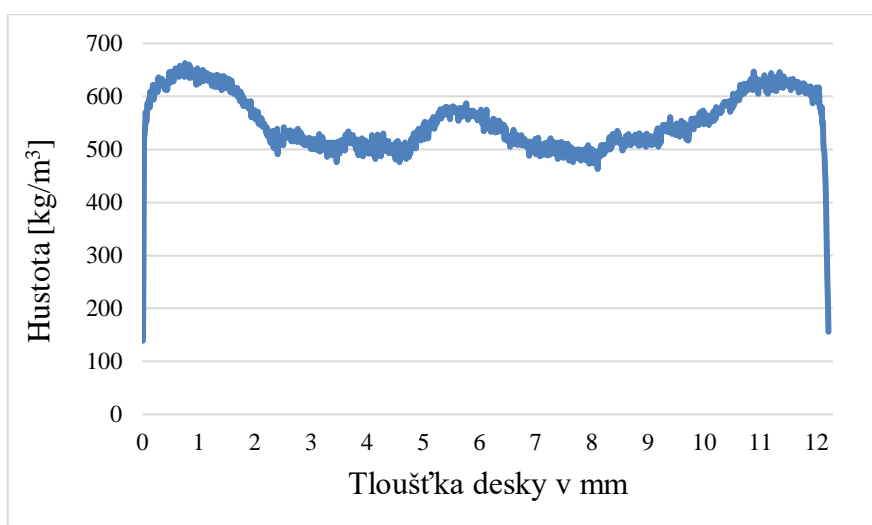
Obr. 61 Hustotní profil desky s 70% obsahem recyklátu

Tab. 15 Hodnoty hustot desky s 70% obsahem recyklátu

| Vlastnost | Průměr | Minimum | Maximum | Jednotka |
|----------------------|---------|---------|---------|-------------------|
| Hustotní profil – PV | 581,849 | 146 | 665 | kg/m ³ |
| Hustotní profil – SV | 536,421 | 491 | 615 | kg/m ³ |

Průměrná hustota naměřená densitometrem na tomto typu desky byla 551,55 kg/m³. Povrchová vrstva v průměru dosahovala hodnoty 581,85 kg/m³, zatímco středová vrstva 536,42 kg/m³. Minimální hodnota hustoty 146 kg/m³ i maximální hodnota hustoty 665 kg/m³ pochází z povrchových vrstev dřevotřískové desky.

5.7.9 Hustotní profil desky s 80% obsahem recyklátu



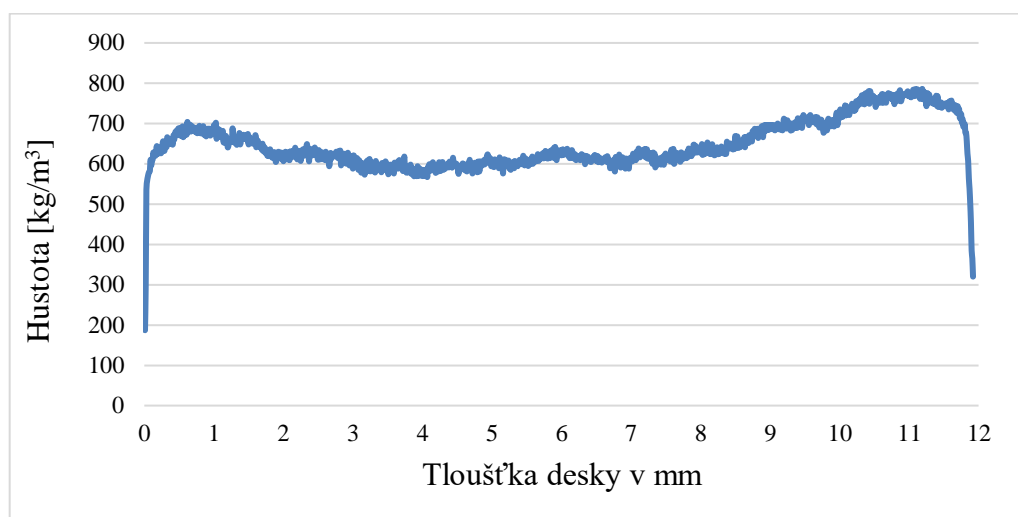
Obr. 62 Hustotní profil desky s 80% obsahem recyklátu

Tab. 16 Hodnoty hustot desky s 80% obsahem recyklátu

| Vlastnost | Průměr | Minimum | Maximum | Jednotka |
|----------------------|---------|---------|---------|-------------------|
| Hustotní profil – PV | 606,892 | 139 | 663 | kg/m ³ |
| Hustotní profil – SV | 523,319 | 463 | 587 | kg/m ³ |

Průměrná hustota naměřená densitometrem na tomto typu desky byla 551,09 kg/m³. Povrchová vrstva v průměru dosahovala hodnoty 606,90 kg/m³, zatímco středová vrstva 523,32 kg/m³. Minimální hodnota hustoty 139 kg/m³ i maximální hodnota hustoty 663 kg/m³ pochází z povrchových vrstev dřevotřískové desky.

5.7.10 Hustotní profil desky s 90% obsahem recyklátu



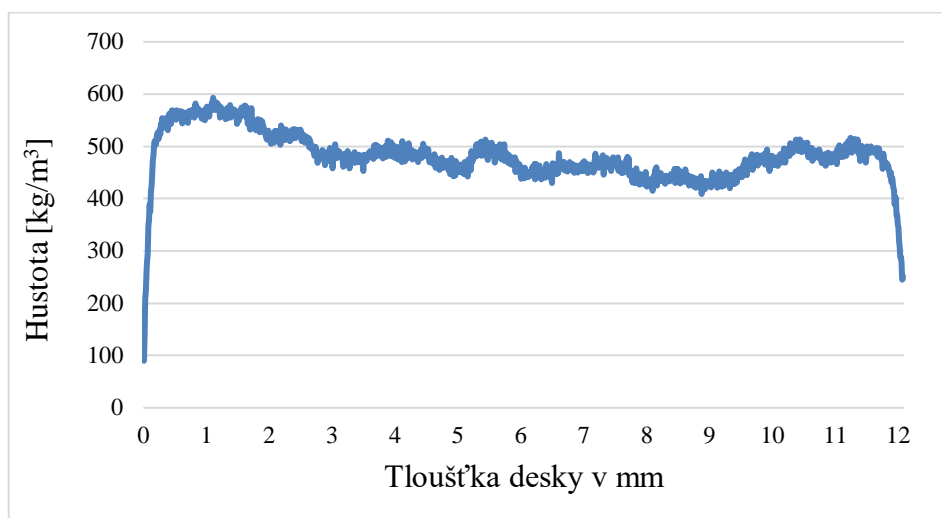
Obr. 63 Hustotní profil desky s 90% obsahem recyklátu

Tab. 17 Hodnoty hustot desky s 90% obsahem recyklátu

| Vlastnost | Průměr | Minimum | Maximum | Jednotka |
|----------------------|---------|---------|---------|-------------------|
| Hustotní profil – PV | 695,467 | 187 | 786 | kg/m ³ |
| Hustotní profil – SV | 624,448 | 567 | 721 | kg/m ³ |

Průměrná hustota naměřená densitometrem na tomto typu desky byla 648,04 kg/m³. Povrchová vrstva v průměru dosahovala hodnoty 695,47 kg/m³, zatímco středová vrstva 624,45 kg/m³. Minimální hodnota hustoty 187 kg/m³ i maximální hodnota hustoty 786 kg/m³ pochází z povrchových vrstev dřevotřískové desky.

5.7.11 Hustotní profil desky s 100% obsahem recyklátu



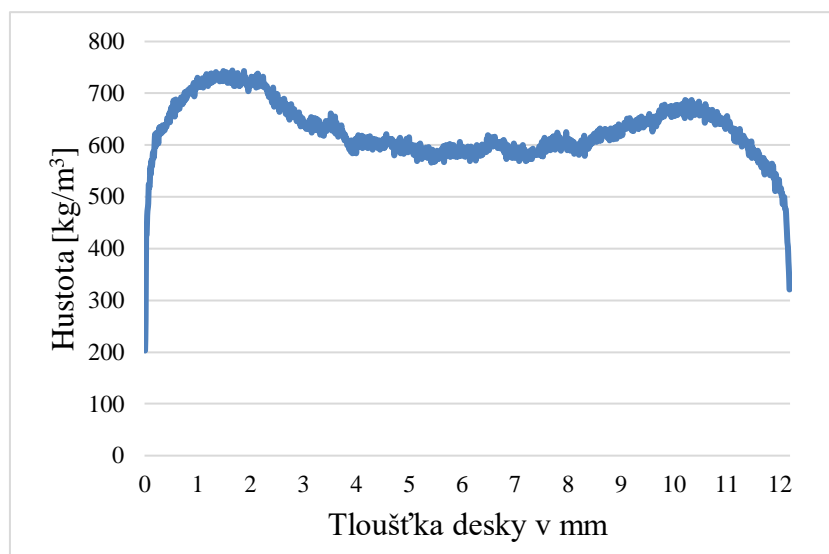
Obr. 64 Hustotní profil desky s 100% obsahem recyklátu

Tab. 18 Hodnoty hustot desky s 90% obsahem recyklátu

| Vlastnost | Průměr | Minimum | Maximum | Jednotka |
|----------------------|---------|---------|---------|-------------------|
| Hustotní profil – PV | 505,577 | 90 | 593 | kg/m ³ |
| Hustotní profil – SV | 468,474 | 409 | 540 | kg/m ³ |

Průměrná hustota naměřená densitometrem na tomto typu desky byla 480,82 kg/m³. Povrchová vrstva v průměru dosahovala hodnoty 505,58 kg/m³, zatímco středová vrstva 468,47 kg/m³. Minimální hodnota hustoty 90 kg/m³ i maximální hodnota hustoty 593 kg/m³ pochází z povrchových vrstev dřevotřískové desky.

5.7.12 Hustotní profil desek z třísek Kronospan



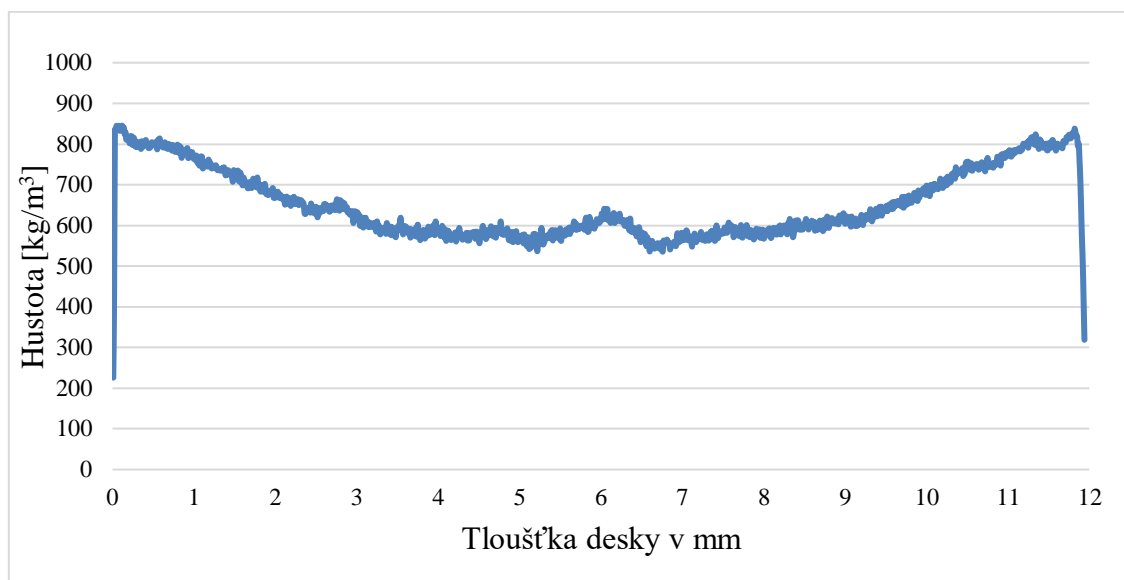
Obr. 65 Hustotní profil desky z třísek Kronospan

Tab. 19 Hodnoty hustot desky z třísek Kronospan

| Vlastnost | Průměr | Minimum | Maximum | Jednotka |
|----------------------|---------|---------|---------|-------------------|
| Hustotní profil – PV | 643,281 | 203 | 744 | kg/m ³ |
| Hustotní profil – SV | 619,36 | 566 | 738 | kg/m ³ |

Průměrná hustota naměřená densitometrem na tomto typu desky byla 627,33 kg/m³. Povrchová vrstva v průměru dosahovala hodnoty 643,28 kg/m³, zatímco středová vrstva 619,36 kg/m³. Minimální hodnota hustoty 203 kg/m³ i maximální hodnota hustoty 744 kg/m³ pochází z povrchových vrstev dřevotřískové desky.

5.7.13 Hustotní profil originální broušené desky Kronospan



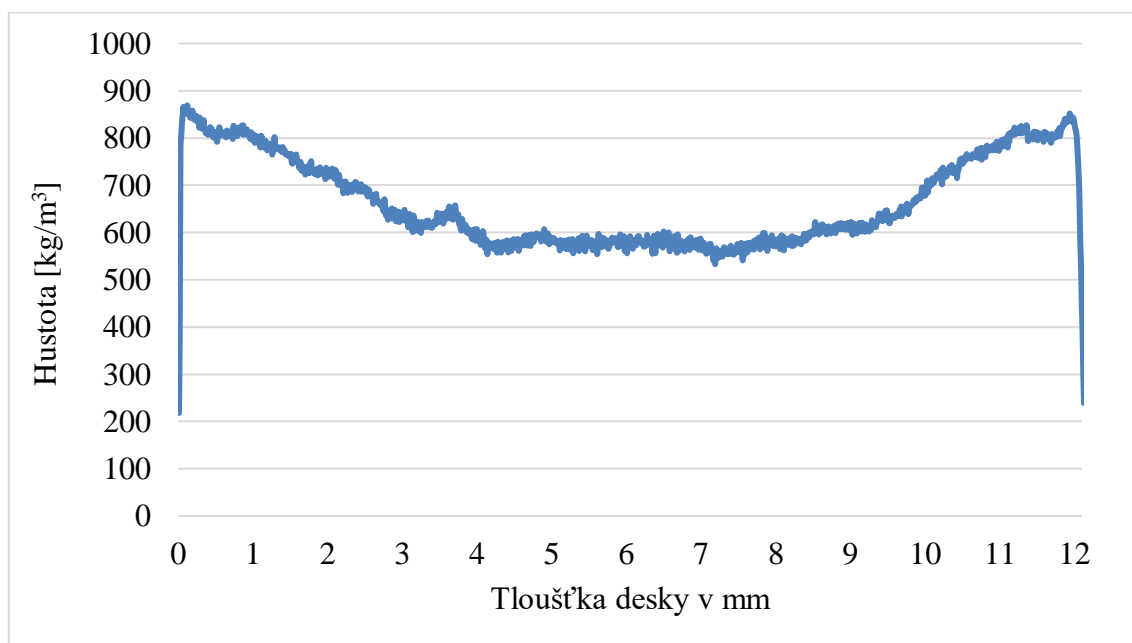
Obr. 66 Hustotní profil originální broušené desky Kronospan

Tab. 20 Hodnoty hustot originální broušené desky Kronospan

| Vlastnost | Průměr | Minimum | Maximum | Jednotka |
|----------------------|---------|---------|---------|-------------------|
| Hustotní profil – PV | 755,515 | 226 | 845 | kg/m ³ |
| Hustotní profil – SV | 599,572 | 536 | 686 | kg/m ³ |

Průměrná hustota naměřená densitometrem na tomto typu desky byla 651,55 kg/m³. Povrchová vrstva v průměru dosahovala hodnoty 755,515 kg/m³, zatímco středová vrstva 599,57 kg/m³. Minimální hodnota hustoty 226 kg/m³ i maximální hodnota hustoty 845 kg/m³ pochází z povrchových vrstev dřevotřískové desky.

5.7.14 Hustotní profil originální nebroušené desky Kronospan



Obr. 67 Hustotní profil originální nebroušené desky Kronospan

Tab. 21 Hodnoty hustot originální nebroušené desky Kronospan

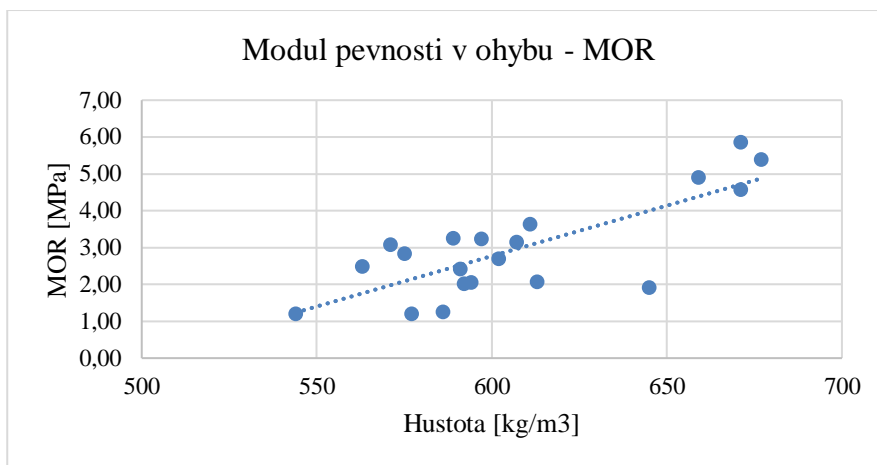
| Vlastnost | Průměr | Minimum | Maximum | Jednotka |
|----------------------|---------|---------|---------|-------------------|
| Hustotní profil – PV | 777,963 | 218 | 869 | kg/m ³ |
| Hustotní profil – SV | 605,295 | 533 | 735 | kg/m ³ |

Průměrná hustota naměřená densitometrem na tomto typu desky byla 662,80 kg/m³. Povrchová vrstva v průměru dosahovala hodnoty 777,96 kg/m³, zatímco středová vrstva 605,30 kg/m³. Minimální hodnota hustoty 218 kg/m³ i maximální hodnota hustoty 869 kg/m³ pochází z povrchových vrstev dřevotřískové desky.

5.8 Závislost ohybových vlastností na hustotě

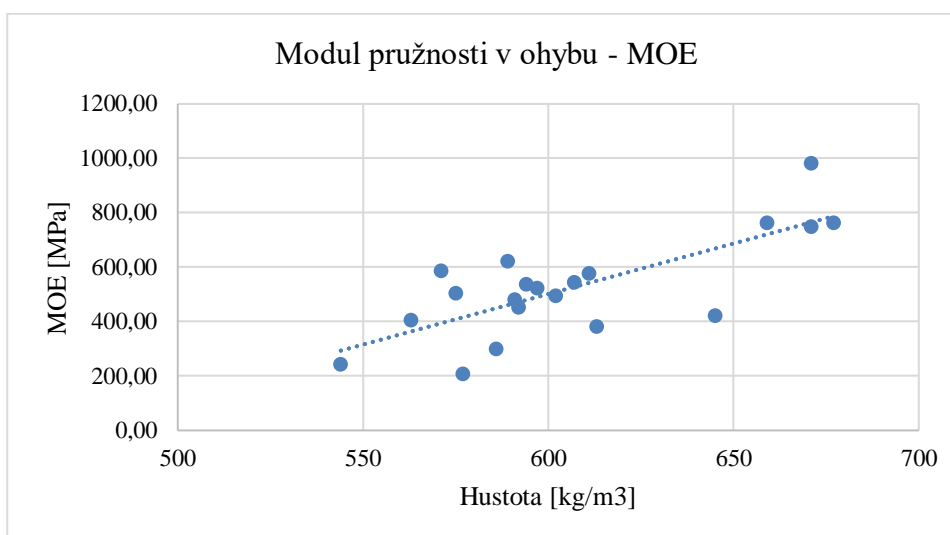
Byl zkoumán vliv hustoty desek na výsledné ohybové vlastnosti. Ohybové vlastnosti jsou jedny ze zásadních určujících vlastností desek při stavebním využití.

5.8.1 Deska s 40% obsahem recyklátu



Obr. 68 Deska 40 %, MOR vs. hustota

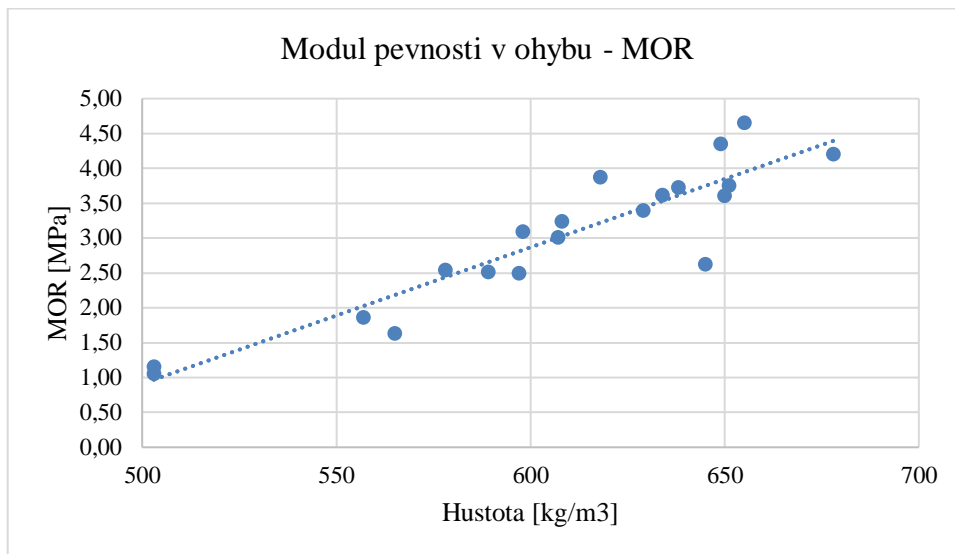
| | | | |
|-----------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Násobné R | 0,776645809 | F | 25,84044358 |
| Hodnota spolehlivosti R | 0,603178712 | Významnost F | 0,00009 |
| Nastavená hodnota spolehlivosti R | 0,579836283 | Hodnota P | 0,000675808 |
| Chyba stř. hodnoty | 0,886485906 | t | -4,146154391 |



Obr. 69 Deska 40 %, MOE vs. hustota

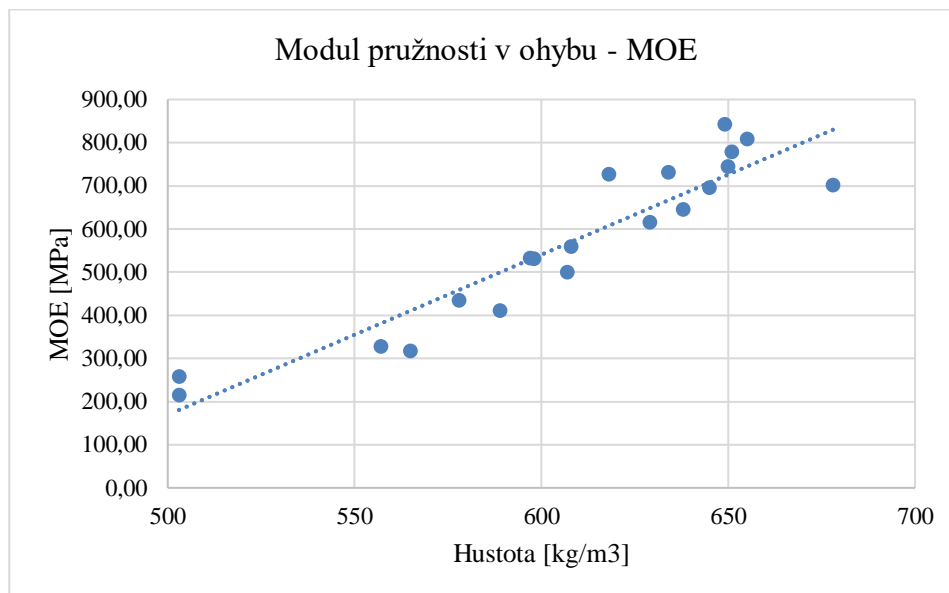
| | | | |
|-----------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Násobné R | 0,754670733 | F | 22,49152712 |
| Hodnota spolehlivosti R | 0,569527915 | Významnost F | 0,000188431 |
| Nastavená hodnota spolehlivosti R | 0,544206028 | Hodnota P | 0,002125628 |
| Chyba stř. hodnoty | 130,0180954 | t | -3,617704786 |

5.8.2 Deska s 70% obsahem recyklátu



Obr. 70 Deska 70 %, MOR vs. hustota

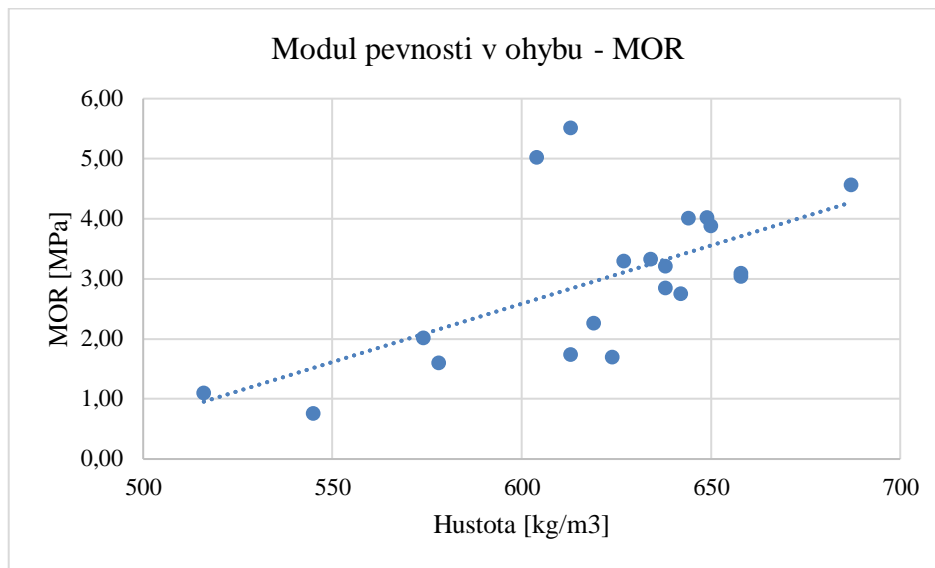
| | | | |
|-----------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Násobné R | 0,914107589 | F | 86,40172512 |
| Hodnota spolehlivosti R | 0,835592685 | Významnost F | 4,46958E-08 |
| Nastavená hodnota spolehlivosti R | 0,825921666 | Hodnota P | 2,43513E-06 |
| Chyba stř. hodnoty | 0,434309178 | t | -6,929344621 |



Obr. 71 Deska 70 %, MOE vs. hustota

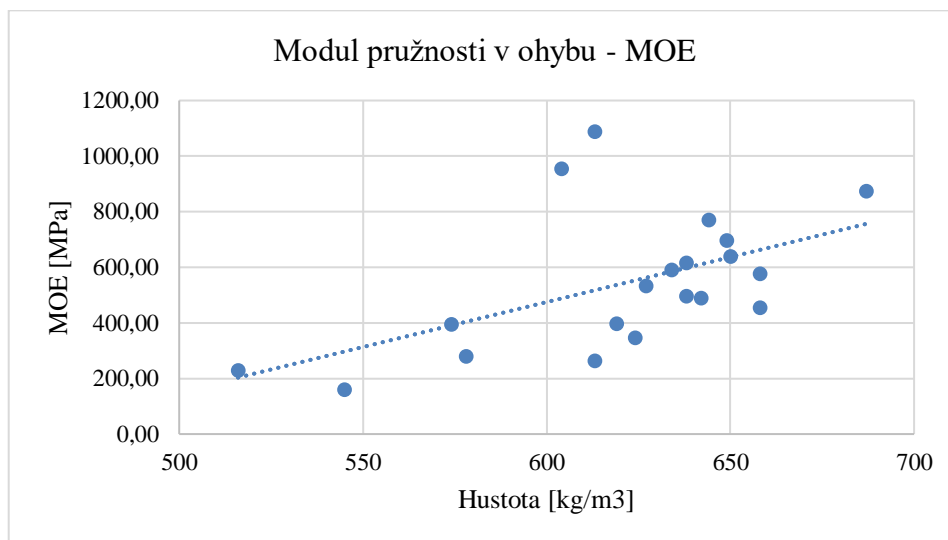
| | | | |
|-----------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Násobné R | 0,933002485 | F | 114,2676821 |
| Hodnota spolehlivosti R | 0,870493638 | Významnost F | 5,77538E-09 |
| Nastavená hodnota spolehlivosti R | 0,862875616 | Hodnota P | 3,64721E-07 |
| Chyba stř. hodnoty | 72,42252144 | t | -8,000438274 |

5.8.3 Deska s 100% obsahem recyklátu



Obr. 72 Deska 100 %, MOR vs. hustota

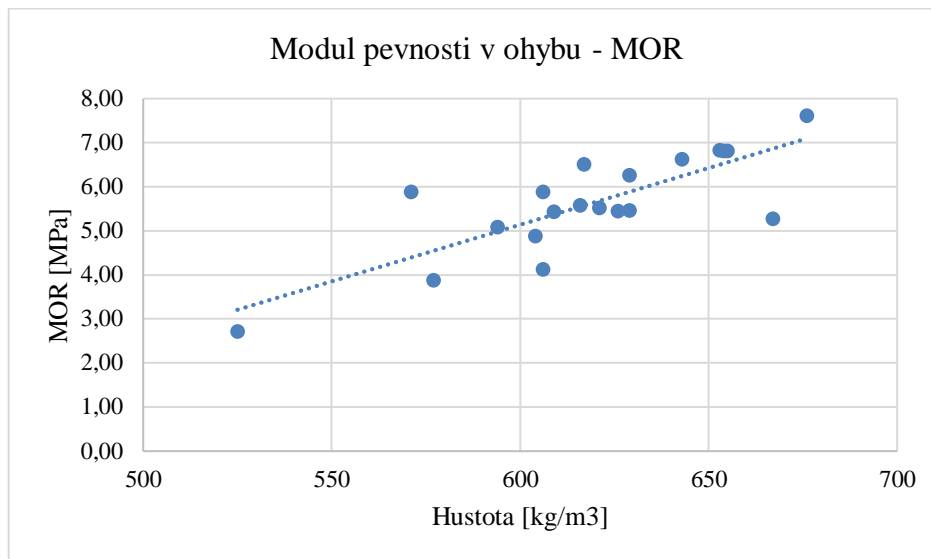
| | | | |
|-----------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Násobné R | 0,604930464 | F | 9,811379405 |
| Hodnota spolehlivosti R | 0,365940866 | Významnost F | 0,006069112 |
| Nastavená hodnota spolehlivosti R | 0,32864327 | Hodnota P | 0,031441446 |
| Chyba stř. hodnoty | 1,062792113 | t | -2,344723696 |



Obr. 73 Deska 100 %, MOE vs. hustota

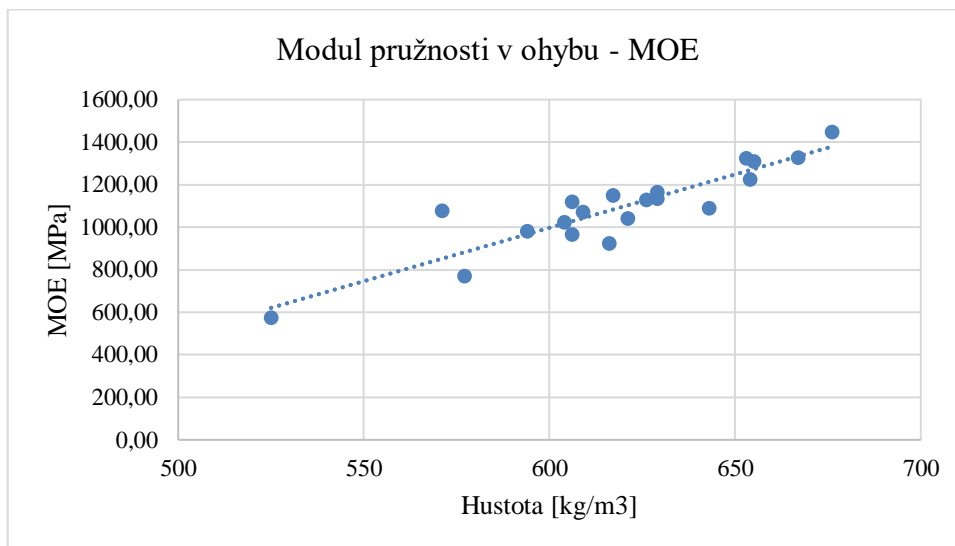
| | | | |
|-----------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Násobné R | 0,525370958 | F | 6,481137906 |
| Hodnota spolehlivosti R | 0,276014643 | Významnost F | 0,020889224 |
| Nastavená hodnota spolehlivosti R | 0,23342727 | Hodnota P | 0,081611933 |
| Chyba stř. hodnoty | 219,2332462 | t | -1,851077346 |

5.8.4 Vyrobená deska z třísek Kronospan



Obr. 74 Vyrobená deska z třísek Kronospan, MOR vs. Hustota

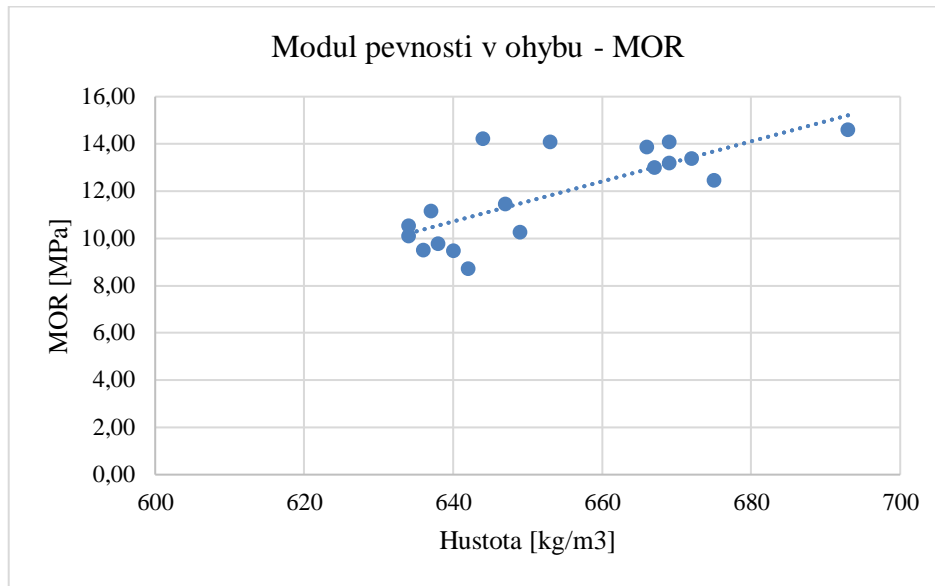
| | | | |
|-----------------------------------|-------------|--------------|-------------|
| Násobné R | 0,857353791 | F | 47,164387 |
| Hodnota spolehlivosti R | 0,735055522 | Významnost F | 2,72943E-06 |
| Nastavená hodnota spolehlivosti R | 0,719470553 | Hodnota P | 0,00019162 |
| Chyba stř. hodnoty | 0,627841711 | t | -4,73459985 |



Obr. 75 Vyrobená deska z třísek Kronospan, MOE vs. Hustota

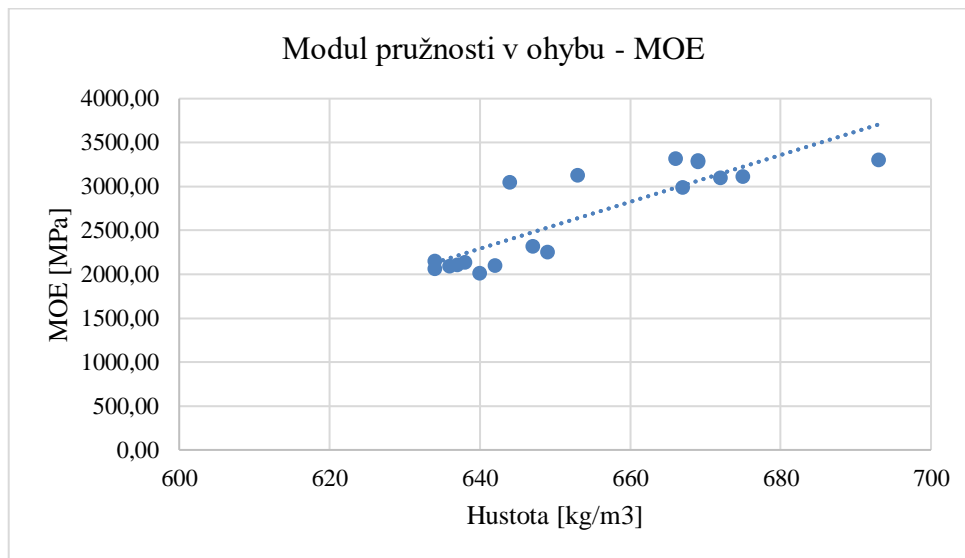
| | | | |
|-----------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Násobné R | 0,946226387 | F | 145,4375182 |
| Hodnota spolehlivosti R | 0,895344375 | Významnost F | 9,32574E-10 |
| Nastavená hodnota spolehlivosti R | 0,889188162 | Hodnota P | 2,52057E-07 |
| Chyba stř. hodnoty | 67,90977938 | t | -8,219341796 |

5.8.5 Originální broušená deska Kronospan



Obr. 76 Originální broušená deska Kronospan, MOR vs. hustota

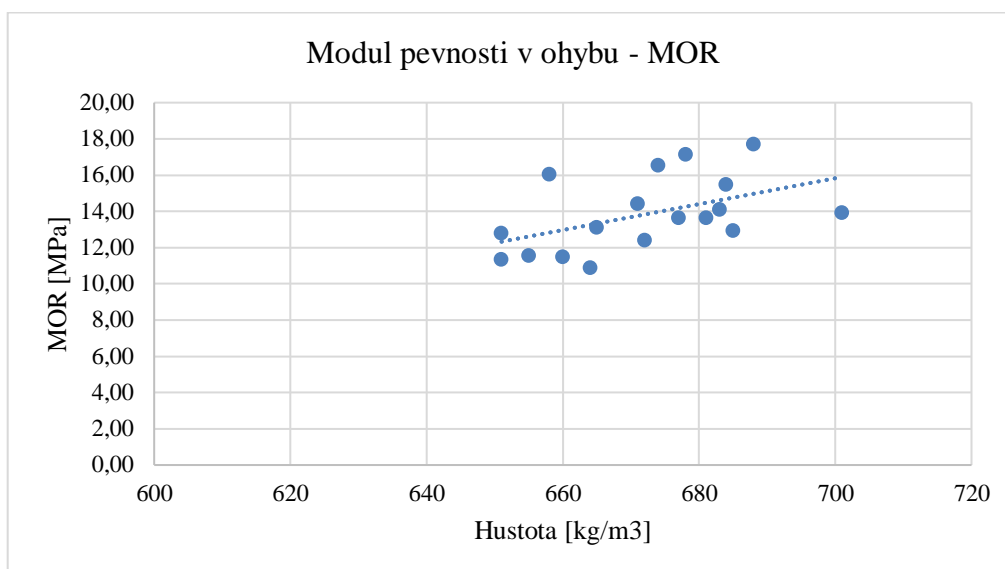
| | | | |
|-----------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Násobné R | 0,74851989 | F | 19,11277432 |
| Hodnota spolehlivosti R | 0,560282026 | Významnost F | 0,000546942 |
| Nastavená hodnota spolehlivosti R | 0,530967495 | Hodnota P | 0,003652571 |
| Chyba stř. hodnoty | 1,378183174 | t | -3,439108833 |



Obr. 77 Originální broušená deska Kronospan, MOE vs. hustota

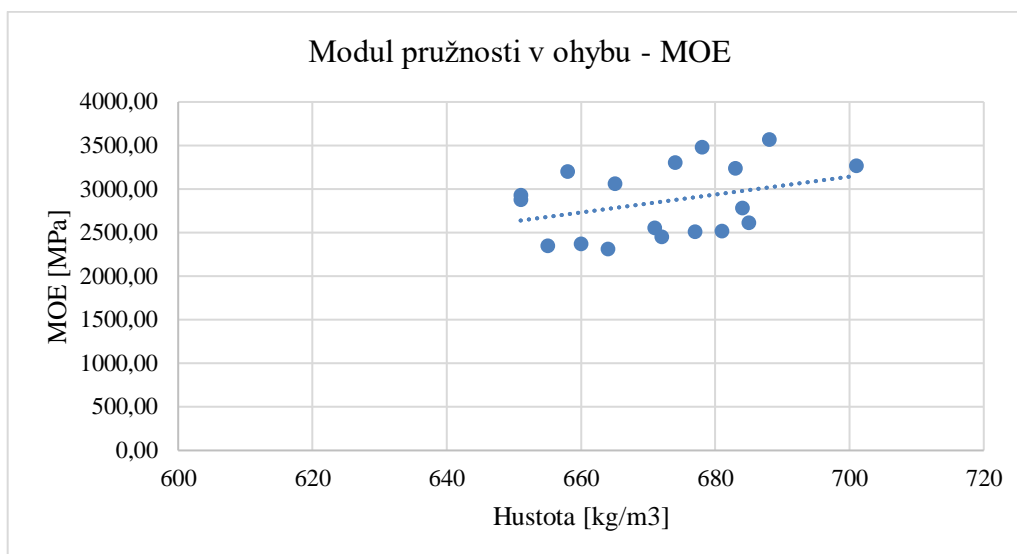
| | | | |
|-----------------------------------|-------------|--------------|-------------|
| Násobné R | 0,855641682 | F | 40,99578348 |
| Hodnota spolehlivosti R | 0,732122687 | Významnost F | 1,18836E-05 |
| Nastavená hodnota spolehlivosti R | 0,7142642 | Hodnota P | 6,90927E-05 |
| Chyba stř. hodnoty | 296,3753655 | t | -5,43414876 |

5.8.6 Originální nebroušená deska Kronospan



Obr. 78 Originální nebroušená deska Kronospan, MOR vs. hustota

| | | | |
|-----------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Násobné R | 0,463932218 | F | 4,113956083 |
| Hodnota spolehlivosti R | 0,215233103 | Významnost F | 0,060673915 |
| Nastavená hodnota spolehlivosti R | 0,16291531 | Hodnota P | 0,175890698 |
| Chyba stř. hodnoty | 1,891293447 | t | -1,420583534 |



Obr. 79 Originální nebroušená deska Kronospan, MOE vs. hustota

| | | | |
|-----------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Násobné R | 0,36379662 | F | 2,288036759 |
| Hodnota spolehlivosti R | 0,132347981 | Významnost F | 0,15115621 |
| Nastavená hodnota spolehlivosti R | 0,074504513 | Hodnota P | 0,36727558 |
| Chyba stř. hodnoty | 410,4336181 | t | -0,929644133 |

Spolehlivost regresního modelu lze hodnotit dle položky $P > F$. Je-li hodnota $\leq 0,05$, lze hodnotit regresní model jako statisticky významný. V rámci modelu lze hodnotit obdobným způsobem i spolehlivost koeficientů regresní závislosti $P > |t|$. Kvalitu proložení lze hodnotit dle koeficientu determinace R^2 . Optimální hodnota je blízká 1.

6 DISKUZE

Diskuze se zabývá výsledky ve srovnání s relevantní literaturou, vysvětlení výsledků a jejich význam.

6.1 Hustota

Cílem práce bylo vyrobit dřevotřískové desky o hustotě 600 kg/m^3 s různým procentuálním obsahem recyklované složky. Výsledné průměrné hodnoty (viz Obr. 36) ukazují, že průměrné hodnoty se od plánované hodnoty hustoty příliš neliší, desky s 40% obsahem recyklátu měli nepatrně nižší průměrnou hustotu ($586,3 \text{ kg/m}^3$), zatímco desky s 70% obsahem recyklátu nepatrně vyšší průměrnou hustotu ($611,6 \text{ kg/m}^3$), stejně tak nepatrně zvýšenou hustotu můžeme pozorovat i u vyrobených desek z třísek Kronospan ($618,4 \text{ kg/m}^3$). Desky se 100% obsahem recyklátu měly průměrnou hodnotu hustoty $600,8 \text{ kg/m}^3$, tudíž se nejvíce přiblížily cíli práce.

Originální desky Kronospan broušené i nebroušené měly největší odchylky od plánované hodnoty hustoty, nicméně výroba těchto desek nemohla být ovlivněna. Rozdíly mezi plánovanou a reálnou hustotou u vyráběných desek mohou být způsobeny nepřesnostmi při navážce materiálů při vlastní výrobě desek, případně také nepřesnostmi při měření zkušebních vzorků při zjišťování hustoty.

Hustota je jednou z nejdůležitějších vlastností třískových desek a přímo se podílí na téměř všech výsledných mechanických a fyzikálních vlastnostech. Istek a Siradag (2013) uvádí, že zvyšování hustoty zvyšuje i výsledné mechanické a fyzikální vlastnosti desek. Hustota vyrobených desek nebyla nikterak ovlivněna procentuálním obsahem recyklátu, jelikož pro výrobu všech desek byla naváženo stejné množství jednotlivých frakcí třísek, lišily se pouze svým původem.

6.2 Plošná hustota

Všechny vyráběné desky s různým procentuálním obsahem recyklátu dosahovaly v podstatě podobných hodnot plošné hustoty, s drobnými odchylkami (viz Obr. 39), což vypovídá o relativně přesném a rovnoměrném vrstvení při výrobě dřevotřískových desek. Vzorky byly vybrány z různých částí desek (kraj, střed), aby co nejlépe reprezentovaly průměrnou hodnotu plošné hustoty, jelikož často dochází k roztlačení okrajových částí desek při lisování a tím i zmenšení plošné hustoty.

Nejvíce se od kontrolní vyrobené desky z třísek Kronospan lišila deska s 40% obsahem recyklátu, přibližně o 0,5 % kg/m^2 , nicméně statisticky významný rozdíl nebyl nalezen. Originální nebroušená deska Kronospan měla oproti broušené desce Kronospan přibližně o 7 % větší plošnou hustotu, toto pravděpodobně plyne z typu této desky, kdy je z obou stran odstraněna tenká vrstva povrchu.

Plošná hustota jako taková je zásadně ovlivněna hmotností vzorků a jejich rozměry a zejména pak je u výsledné hodnoty určující vlastní tloušťka materiálů. Hrázský a Král (2005) uvádí hodnotu plošné hustoty pro dřevotřískové desky o tloušťce 12 mm (tedy totožné jako desky vyrobené pro potřeby této práce) 10,37 kg/m^2 , což je zvýšená hodnota oproti průměrných hodnot námi zkoumaných desek, tento rozdíl se dá vysvětlit rozdílem v hustotě desek jednotlivých experimentů, desky v této práci měly přibližně o 200 kg/m^3 menší hustotu.

6.3 Bobtnání

Zkouška bobtnání vzorků jednotlivých desek ukázala, že všechny vyrobené desky měly přibližně stejné průměrné hodnoty bobtnání po 24 hodinách uložení ve vodě. U všech vyrobených desek hodnota bobtnání převyšovaly 30 %, nejvíce pak bobtnaly desky s 40% obsahem recyklátu (34,5 %) nicméně mezi deskami s různým obsahem recyklátu nebyl pozorován statisticky významný rozdíl.

Z těchto naměřených dat a zpracovaných výsledků lze usuzovat, že vliv recyklované složky na hodnoty bobtnání je zanedbatelný, nicméně jelikož se na výsledném bobtnání podílí velké množství faktorů včetně druhu třísek, množství a druh použitého lepidla atd., je poměrně obtížné izolovat pouze jedinou vlastnost a pozorovat její vliv na bobtnání, jelikož výsledek může být ovlivněn ostatními faktory.

Originální desky Kronospan (broušené i nebroušené) vykazovaly přibližně o třetinu menší hodnoty bobtnání než vyráběné desky, a tudíž se od nich lišily statisticky

významným rozdílem. Toto je možné vysvětlit rozdílností při vlastní výrobě mezi těmito typy desek, jelikož firma Kronospan disponuje plně automatizovanými výrobními linkami a vysoce kontrolovaným výrobním procesem, zatímco výroba desek u této práce probíhala ručně, v laboratorních podmínkách. Dále pak hodnoty bobtnání lze ovlivnit použitím různých aditiv a přísad, které zlepšují u třískových desek odolnost vůči vlhkosti a vodě obecně, jako je například parafinová emulze. Tyto látky nebyly při výrobě desek použitých pro potřeby této práce použity.

Medved et al. (2011) pak uvádí, že desky s vyšší hustotou dosahují nejvyšších hodnot bobtnání, což by se dle průměrných hodnot mohlo zdát v rozporu s výsledky této práce, nicméně jak již bylo zmíněno, přísady při výrobě mohou velkou mírou ovlivnit výsledné vlastnosti. Naopak Halligan (1970) uvádí, že vyšší hustota desek může zvýšit efektivnost využití lepidla a tím snížit bobtnání. Suffian et al. (2010) pak uvádí hodnotu bobtnání po 24 hodinách u desek vyrobených z recyklovaného dřeva přibližně 35 %, což přibližně odpovídá výsledkům bobtnání u desek zkoumaných v této práci.

6.4 Vlhkost

Mezi deskami vyráběnými deskami nebyly nalezeny významnější statistické rozdíly (Obr. 44), průměrná vlhkost žádné z typů desek nepřekročila 6 %. Vyrovnané hodnoty průměrných vlhkostí mezi jednotlivými typy desek pramení z podstaty výroby těchto desek, jelikož třísky byly před vlastní navázkou vysušeny v sušičce. Případné drobnější odchylky ve vlhkostech je možné vysvětlit postupem výroby (nepřesnosti při navázce) a případně nepřesností při měření vzorků.

6.5 Ohybové vlastnosti

Z výsledků získaných zkoušením ohybových vlastností (MOE, MOR) jednotlivých typů desek plyne, že vliv recyklátu je zanedbatelný, nicméně tyto výsledky mohou být zkresleny působením dalších faktorů. Mezi deskami s různým procentuálním obsahem recyklátu (40 %, 70 % a 100 %) nebyl nalezen statisticky významný rozdíl, tyto desky se ovšem lišily statisticky významným rozdílem od vyráběné desky z třísek Kronospan.

Tyto třísky měly přibližný obsah recyklované složky 50 % a proto se deska s 40% obsahem recyklátu měla svými vlastnostmi do jisté míry podobat tomuto typu desky, nicméně dosahovala přibližně polovičních hodnot MOE i MOR. Hrázský a Král (2005)

uvádějí přibližně 4x vyšších hodnot ohybových vlastností u desek stejné tloušťky, nicméně mají rovněž vyšší hustotu (800 kg/m^3), dřevotřísková deska firmy Egger typu



Obr. 80 Vylisovaná deska s viditelnými skvrnami od lepidla

E1 P2 pak dosahuje hodnot MOR 11 MPa.

Rozdíly mezi těmito hodnotami a hodnotami desek používaných pro potřeby této práce mohl být způsobenou řadou skutečností, za zásadní se dá považovat menší štíhlostní poměr vyráběných třísek oproti třískám Kronospan, tato vlastnost nemohla být v laboratorních podmínkách kontrolována, jelikož tvar třísek se zásadně podílí na výsledných ohybových vlastnostech desek. Rovněž mohly být výsledky ovlivněny nedokonalým promísením lepidla s povrchovými třískami, při jejichž mísení docházelo k shlukům lepidla v určitých místech, jak je vidět na Obr. 77. V porovnání s oběma typy originálních desek Kronospan se hodnoty ohybových vlastností vyráběných desek liší statisticky významným rozdílem, nicméně jak již bylo zmíněno, tyto desky mají taktéž vyšší hustotu a jejich vyšší vlastnost jsou logickým důsledkem automatizované, vysoce kontrolované velkovýroby.

Byl rovněž pozorován rozdíl v podélném a příčném směru (rovnoběžně a kolmo na tok výroby) originálních dřevotřískových desek Kronospan, ve směru podélném se směrem výroby dosahovala broušená deska 13,64 MPa (MOR) a ve směru příčném 10,10 MPa (MOR). Deska nebroušená dosahovala hodnot 14,74 MPa (MOR) v podélném směru a ve směru příčném 12,93 MPa (MOR). Vyšší hodnoty nebroušené desky je

pravděpodobně možné vysvětlit nezbroušením povrchové vrstvy u tohoto typu desky, jelikož povrch se výrazně podílí na přenosu ohybových zatížení.

6.6 Pevnost v tahu kolmo na rovinu desky – Rozlupčivost

Vzorky testované na rozlupčivost byly ke zkušebním destičkám lepeny původně tavným lepidlem, nicméně tyto vzorky vykazovaly velice malých hodnot rozlupčivosti a k odtržení docházelo k povrchové vrstvě, přičemž ideální místo porušení je středová vrstva. Z tohoto důvodu bylo přistoupeno k použití polyuretanového lepidla, a chybějící vzorky byly nahrazeny vzorky již otestovanými na hustotu.

Průměrné hodnoty rozlupčivosti byly u všech typů desek podobné, bez větších výkyvů (viz Tab. 7). Mezi deskami nebyl nalezen statisticky významný rozdíl v hodnotách rozlupčivosti, i když originální desky Kronospan dosahovaly nejvyšších hodnot, rozdíl nebyl nikterak zásadní, oproti ohybovým vlastnostem.

Desky s různým procentuálním obsahem recyklátu dosahovaly průměrných hodnot 0,4 – 0,5 MPa. Kontrolní deska z třísek Kronospan se lišila od vyráběných třísek s různým procentuálním obsahem recyklátu pouze v řádu setin MPa, což poukazuje na to, že výsledky byly skutečně značně ovlivněny tvarem částic, jelikož rozlupčivost jako vlastnost třískových desek je mimo jiné pozitivně ovlivňována drobnou frakcí částic, kde již nehraje takovou roli štíhlostí poměr třísek. Nedostatečný štíhlostní poměr vyráběných třísek se tedy negativně projevil pouze u ohybových vlastností. Průměrné hodnoty rozlupčivosti u vyráběných desek se lišily pouze mírně od hodnot originálních desek Kronospan, což si lze vysvětlit také vyšší hustotou těchto desek, jelikož rozlupčivost dřevotřískových desek roste téměř lineárně s hustotou.

Z faktu menší rozdílnosti lze také předpokládat že u této vlastnosti nehraje takovou roli dokonalost výrobního procesu, jako například u ohybových vlastností. Istek a Siradag (2013) uvádí hodnotu rozlupčivosti pro dřevotřískové desky o stejné hustotě 0,20 MPa, což je přibližně poloviční hodnota oproti deskám vyrobených pro potřebu této práce, rozdíl je pravděpodobně způsoben použitím odlišných materiálů, postupem a parametry výroby. Bardak et. al (2011) uvádí hodnoty rozlupčivosti u svých desek v rozmezí 0,272-0,516 MPa. Toto rozmezí odpovídá vlastnostem vyrobených desek v této práci.

6.7 Hustotní profil

Hustotní profil byl zkoumán u jednotlivých desek se zastoupením obsahu recyklátu od 0 až do 100 %, v kroku po 10 %. Pro srovnání byl měřen i hustotní profil desky z třísek Kronospan a také obou typů originálních desek Kronospan.

Z grafů jednotlivých hustotních profilů vyráběných desek je patrné, že procentuální obsah recyklované složky nemá příliš zásadní vliv na výsledný hustotní profil. Tvar hustotních profilů byl v průměru typického U tvaru, nepříliš strmý a u všech typů vyráběných desek do jisté míry podobný. Tento fakt lze vysvětlit tím, že všechny vyráběné desky byly lisovány totožným způsobem, za působení stejného lisovacího tlaku, lisovací teplotu, lisovacího času apod. Všechny tyto parametry se výrazně podílí na tvaru hustotního profilu. Wong et al. (1999) demonstrovali rozdílnost hustotních profilů u desek lisovaných za studena a následným pomalým zahřátím lisovacích desek (rovnoměrný hustotní profil) a desek vyrobených klasickým lisováním za tepla, po dobu 3 minut (U profil). Odchyly v průměrných hodnotách povrchových a středových vrstev napříč jednotlivými typy desek lze vysvětlit poměrně velkou variabilitou vlastností odebíraných vzorků, což se projevuje i na všech ostatních vlastnostech. Tato rozdílnost byla pravděpodobně způsobena vlivem ručního vrstvení třískového koberce.

Hustotní profil desky vyrobené z třísek Kronospan vykazoval větší maximální hodnoty hustoty v povrchových vrstvách oproti ostatním vyráběným deskám, je to pravděpodobně způsobeno vyšším štíhlostním poměrem těchto třísek oproti námi vyrobeným třískám. Rofii et al. (2013) uvádí, že desky s třískami s větším štíhlostním poměrem dosahují větších maximálních hodnot hustoty v povrchových vrstvách desky.

Hustotní profily obou originálních desek Kronospan jsou podobné, stejně jako jejich průměrné hodnoty hustot povrchových a středových vrstev, s nejmenšími hodnotami hustoty právě na povrchu desky. Při broušení dřevotřískové desky se odstraňuje tenká část povrchové vrstvy. Tato vrstva má nejmenší hodnoty hustoty a nejvyšší hodnoty hustoty se nachází těsně pod ní. Z hustotního profilu broušené desky Kronospan je nicméně patrné, že i tato má nízké hodnoty na svém povrchu, což může být způsobeno například nedostatečnou kvalitou broušení nebo zbroušením příliš malé tloušťky desky.

Hustotní profil také zcela zásadně ovlivňuje výsledné mechanické vlastnosti dřevotřískových desek, a zatímco vysoká hustota povrchových vrstev zvyšuje

ohybové vlastnosti (MOE a MOR) a rovněž zlepšuje bobtnání desek, vyšší hustota středové vrstvy pozitivně ovlivňuje pevnost v tahu kolmo na rovinu desky – rozlupčivost (Bardak et al., 2011).

Tento fakt je možné sledovat i u dat naměřených v této práci. Vyráběné desky dosahovaly v podstatě podobných hodnot hustot středové vrstvy jako originální desky Kronospan a proto i hodnoty rozlupčivosti byly podobné, naopak desky Kronospan měly vyšší hodnoty hustot povrchových vrstev než vyráběné desky, což se mimo jiné dále projevilo na rozdílných ohybových vlastnostech.

Skutečnost, že hustota ovlivňuje ohybové vlastnosti je graficky a statisticky zpracována i v této práci, jelikož byly nalezeny poměrně silné korelace mezi hustotou a ohybovými vlastnostmi.

Hustotní profil jako vlastnost dřevotřískových desek je zcela zásadní vlastnost a je zřejmé že ovlivňuje výsledné využití desek. Desky se strmějšími hustotními profily dosahují lepších ohybových vlastností a horších hodnot rozlupčivosti a naopak desky s rovnoměrným profilem vykazují lepší hodnoty jiných vlastností jako je například rozlupčivost a horších ohybových vlastností. Je zásadní ovlivňovat všechny parametry výroby, jakožto i skladbu materiálů, podle budoucího využití jednotlivých produktů.

7 ZÁVĚR

Práce se zabývá hodnocením hustoty, plošné hustoty, bobtnání, vlhkosti, rozlupčivosti, ohybových vlastností a hustotního profilu vyrobených dřevotřískových desek a jejich srovnání s deskou vyrobenou z třísek Kronospan a rovněž s originálními deskami Kronospan.

Byla použita jednotná hustota (600 kg/m^3) desek a různý procentní podíl recyklátu ve vyráběných deskách (40 %, 70 % a 100 %). Testování vzorků na vlastnosti uvedené výše probíhalo dle platných norem a je blíže popsáno v kapitole Metodika.

Z naměřených dat vyplývá, že procento obsahu recyklované složky nemá zásadní vliv na výsledné vlastnosti dřevotřískových desek, ačkoliv byly přítomny a popsány faktory, které mohly tyto výsledky ovlivnit.

Předpokládanou hypotézu, že je možné zvyšovat procento obsahu recyklátu, aniž by došlo k rapidnímu poklesu výsledných vlastností dřevotřískových desek je možné potvrdit.

8 SUMMARY

The goal of this thesis was to determine the density values, thickness swelling, moisture content internal bonding, bending properties (Modul of elasticity and Modulus of rupture) and vertical density profile of manufactured particleboards and its comparison with boards made from Kronospan chips and also with original Kronospan particleboards.

Uniform density value (600 kg/m^3) was used and boards with different percent content of recycled wood were produced (40 %, 70 % and 100 %) The boards preparation was designed by us and testing as well as evaluation procedures can be found in chapter Materials and Methods.

Evaluating the measured data, it seems that the percent content of recycled wood has no significant influence on final properties of particleboards, although there have been several factors which may have influence the results. These factors have been described.

The projected hypothesis, which assumed that increasing the percent content of recycled wood will not have significant influence on final properties of particleboards, can be confirmed.

9. LITERATURA

9.1 Literární zdroje

BARDAK, Selahattin, Gökay NEMLI, Bünyamin SARI, Mehmet BAHAROĞLU a Emir ZEKOVIÇ. Effects of Density Profile and Hot Press Diagram on the Some Technological Properties of Particleboard Composite. *High Temperature Materials and Processes*. 2011, 30(1-2), -. DOI: 10.1515/htmp.2011.004. ISSN 0334-6455. Dostupné také z: <http://www.degruyter.com/view/j/htmp.2011.30.issue-1-2/htmp.2011.004/htmp.2011.004.xml>

BAUMANN, M., L.F. LORENZ, S.A. BATTERMAN a G.Z. ZHANG. Aldehyde emission from particleboard and medium density fiberboard products. *Forest Products Journal*. 2000, 50(9), 75-82.

BELINI, U. L., J. FIORELLI, H. SAVASTANO a M. TOMAZELLO FILHO. Density profile as a tool in assessing quality of new composite. *Materials Research* [online]. 2014, 17(1), 138-145 [cit. 2017-01-14].

Dostupné z: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-43909&script=sci_abstract&tlng=en

BOEHME, C. Die Bedeutung des Rohdichteprofils für MDF. *Holz als Roh-und Werkstoff*. 1992, 50(1), 18-24. DOI: 10.1007/BF02635550. ISSN 0018-3768.

Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/BF02635550>

BÖHM, Martin. *Technologie výroby aglomerovaných materiálů* [online]. ČZU Praha, 2005 [cit. 2016-12-12].

Dostupné z: http://fld.czu.cz/~bohm/aglomerovane_materialy.pdf

BÖHM, Martin, Jan REISNER a Jan BOMBA. *Materiály na bázi dřeva* [online]. ČZU Praha, 2012 [cit. 2016-18-12]. Dostupné z:

http://fld.czu.cz/~bohm/materialy_na_bazi_dreva.pdf

DAI, Ch. Strand Quality and geometry Pertaining to OSB Manufacturing and Product Properties. In *Proceedings of 38th International Wood Composites Symposium*, 5-8 dubna, 2005, Pullman, Washington, USA.

FOREST PRODUCTS LABORATORY. Wood handbook – Wood as an engineering material. General Technical Report FPL-GTR-190. Madison, WI: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, *Forest Products Laboratory*, 2010, 508 p. (11–10)

HALLIGAN, A. F. A review of thickness swelling in particleboard. *Wood Science and Technology*. 1970, **4**(4), 301-312. DOI: 10.1007/BF00386406. ISSN 0043-7719.
Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/BF00386406>

HRÁZSKÝ, Jaroslav a Pavel KRÁL. *Technologie výroby aglomerovaných materiálů*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2000, 218 s. ISBN 8071574287.

HRÁZSKÝ, Jaroslav a Pavel KRÁL. The influence of particle composition in a three-layer particleboard on its physical and mechanical properties. *Journal of forest science* [online]. Prague: Czech Academy of Agricultural Sciences, Institute of Agricultural and Food Information, 2003a, roč. 49, č. 2, s. 83–93 [cit. 2015-03-09].
Dostupné z: <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/55711.pdf>

HRÁZSKÝ, Jaroslav a Pavel KRÁL. *Hustotní profil a vlastnosti třískových desek*. Brno: MZLU, 2003b. ISBN 80-7157-649-2.

HRÁZSKÝ, Jaroslav a Pavel KRÁL. *Vliv rozložení plošné hustoty na fyzikální a mechanické vlastnosti třískových desek*. Vyd.1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2005. ISBN 80-7157-842-8.

HRÁZSKÝ, Jaroslav a Pavel KRÁL. *Kompozitní materiály na bázi dřeva*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007, 253 s. ISBN 978-80-7375-034-3.

ISTEK, A.; SIRADAG, H. The effect of Density on Particleboard Properties, International Caucasian forestry symposium, 2013

KELLY, M. W. Critical literature review of relationships between processing parameters and physical properties of particleboard, USDA Forest Service, *Forest Products Laboratory*, General Technical Report FPL-10. Madison, WI, 1977.

MALONEY, Thomas M. *Modern particleboard & dry-process fiberboard manufacturing*. Updated ed. San Francisco: Miller Freeman, c1993, 681 p. ISBN 0879302887.

MEDVED, S., DIPOROVIČ-MOMČILOVIČ, M., POPOVIČ, M., ANTONOVIČ, A., JAMBREKOVIČ, V. Dimensional stability of particleboard, Future with forest – congress, 2011

NEMLI, G. a I. OZTURK. Influences of some factors on the formaldehyde content of particleboard. *Building and Environment*. 2006, **41**(1), 770-774.

NEMLI, G. a S. DEMIREL. Relationship Between the Density Profile and the Technological Properties of the Particleboard Composite. *Journal of Composite Materials*. 2007, **41**(15), 1793-1802. DOI: 10.1177/0021998307069892. ISSN 0021-9983. Dostupné také z: <http://jcm.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/0021998307069892>

PLATH, E. Beitrag zur Mechanik der Holzspanplatten. *Holz als Roh- und Werkstoff*. 1971, **29**(1), 337-382.

PLATH, E. a E. SCHNITZER. The density profile, a criterion for evaluating particleboard. *Holz RohWerkst*. 1974, **32**(11), 443-449.

ROFII, M.N., S. YUMIGETA, S. SUZUKI a T.A. PRAYITNO. Effects of Shelling Ratio and Particle Characteristic on Physical Properties of Three-Layered Particleboard Made from Different Wood Species. *Wood Research Journal*. 2013, **4**(1), 25-30.

ROWELL, R M, YOUNG, R A. *Paper and composites from agro-based resources*. Boca Raton: CRC/Lewis Publishers, 1997. 446 s. ISBN 1-56670-235-6

ROWELL, R M. *Handbook of wood chemistry and wood composites*. Boca Raton. 2013. ISBN 9781439853818, 9781439853801.

SUCHSLAND, O. Hygroscopic thickness swelling and related properties of selected commercial particleboards. *Forest Product Journal*. 1973, **23**(7), 26-30.

SUCHSLAND, O. XU, H. Model analysis of flakeboard variables. *Forest Products Journal*. 1991, **41**(1/12).

SUO, Shuming a Jim L. BOWYER. Simulation modeling of particleboard density profile. *Wood and Fiber Science*. 1994, **26**(3), 397-411

THOEMEN, Heiko. *Wood-based Panels – An Introduction for Specialists*. Uxbridge: Brunel University Press, 2010. ISBN 978-190-2316-826.

U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Chapter 10: Wood Products Industry, Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, 6/2002 10.6.2-1

WANG, D. a X.S. SUN. Low density particleboard from wheat straw and corn pith. *Industrial Crops and Products*. 2002, **15**(1), 47-50.

WANG, S., T. YANG, L. LIN, C. LIN a M. TSAI. Fire-retardant-treated low formaldehyde-emission particleboard made from recycled wood-waste. *Biosource Technology*. 2008, **99**(1), 2072-2077.

SUFFIAN, M., G.A. ORMONDROYD a M.D. HALE. Comparisons of particleboard produced from Acacia hybrid and a UK commercial particleboard furnish form recycled wood. *Journal of Tropical Forest Science*. 2010, **22**(3), 227-236.

WINISTORFER, Paul, W. XU a Rupert WIMMER. Application of a drill resistance technique for density profile measurement in wood composite panels. *Forest Products Journal*. 1995, **45**(6), 90-93.

WINISTORFER, Paul M., William W. MOSCHLER, Siqun WANG, Esteavo DEPAULA a Bobby L. BLEDSOE. Fundamentals of vertical density profile formation in wood composites. Part I. In-situ density measurement of the consolidation process. *Wood and Fiber Science*. 2000, **32**(2), 209-219.

WONG, E.-D., M. ZHANG, Q. WANG a S. KAWAI. Formation of the density profile and its effects on the properties of particleboard. *Wood Science and Technology*. 1999-9-20, **33**(4), 327-340. DOI: 10.1007/s002260050119. ISSN 0043-7719.

Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s002260050119>

ČSN EN 322 Zjišťování vlhkosti

ČSN EN 323 Zjišťování hustoty

ČSN EN 310 Stanovení modulu pružnosti v ohybu a pevnosti v ohybu

ČSN EN 319 Zjišťování pevnosti v tahu kolmo na rovinu desky

ČSN EN 317 Stanovení bobtnání po uložení ve vodě

9.2 Internetové zdroje

<http://www.cabinets.com/particleboard-vs-plywood-cabinets/> [cit 2017-01-04]

http://www.egger.com/downloads/bildarchiv/150000/1_150535_TD_EUROSPAN-E1-P2_CZ.pdf [cit 2017-04-04]

<http://www.cabinets.com/particleboard-vs-plywood-cabinets/> [cit 2017-01-05]

<http://www.letsrecycle.com/news/latest-news/hills-to-take-part-in-wrap-wood-collection-trial/> [cit 2017-01-05]

<http://www.psj.cz/osb-linka-kronospan-jihlava.html> [cit 2017-01-07]

<http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/desky-osb-a-bezne-triskove-desky-nelze-zamenovat/> [cit 2017-01-07]

Seznam obrázků

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Obr. 1 Dřevotřísková deska (zdroj: www.cabinets.com) | 4 |
| Obr. 2 Model struktury třívrstvé třískové desky (Hrázský a Král, 2007)..... | 5 |
| Obr. 3 Sběr dřevního odpadu (zdroj: www.letsrecycle.com) | 7 |
| Obr. 4 Výrobní linka OSB třískových desek firmy Kronospan v Jihlavě (zdroj: www.psj.cz) | 8 |
| Obr. 5 Odkorňovací buben (Böhm, 2005)..... | 9 |
| Obr. 6 Vibrační třídič (Böhm, 2005)..... | 11 |
| Obr. 7 Zkouška ohybu v laboratoři firmy Kronospan (zdroj: www.stavebnictvi3000.cz) | 12 |
| Obr. 8 Znázornění rozložení hustoty v tloušťce desky - Hustotního profilu (Winistorfert et al, 1999) | 13 |
| Obr. 9 Typické tvary hustotního profilu v průřezu třískových desek (Hrázský a Král, 2003)..... | 14 |
| Obr. 10 Hustotní profily desek s odlišnou průměrnou hustotou (Wong et al., 1999)..... | 15 |
| Obr. 11 Schéma typického hustotního profilu (Hrázský a Král, 2003)..... | 17 |
| Obr. 12 Měření hustotního profilu rentgenovým denzitometrem (Belini et al., 2013) .. | 18 |
| Obr. 13 Srovnání simulace hustotního profilu s naměřenými daty (Suo a Bowyer, 1994) | 19 |
| Obr. 14 Příklad plošné hustoty u třískové OSB desky (Dai, 2005) | 23 |
| Obr. 15 Surová štěpka | 25 |
| Obr. 16 Rozemletá štěpka na středové třísky | 26 |
| Obr. 17 Rozemletá štěpka na povrchové třísky | 26 |
| Obr. 18 Surový recyklát..... | 26 |
| Obr. 19 Laboratorní mlýn Retsch SM 300 | 27 |
| Obr. 20 Zastoupení frakcí středových třísek..... | 28 |
| Obr. 21 Zastoupení frakcí středových třísek..... | 29 |
| Obr. 22 Vibrační třídič | 29 |
| Obr. 23 Analyzátor vlhkosti Radwag Mac 210 | 30 |
| Obr. 24 Sušička Sanyo | 30 |
| Obr. 25 Hydraulický lis Strozatech® | 31 |
| Obr. 26 Míchačka..... | 31 |
| Obr. 27 Vrstvení třískového koberce do formy | 32 |

| | |
|------------------------------------------------------------|----|
| Obr. 28 Lisování desky..... | 33 |
| Obr. 29 Neořezaná deska..... | 33 |
| Obr. 30 Formátování desky | 34 |
| Obr. 31 ZWICK Z050 | 35 |
| Obr. 32 Měření rozměrů zkušebních těles | 36 |
| Obr. 33 Princip ohybové zkoušky..... | 37 |
| Obr. 34 Zatěžovací křivka v oblasti pružné deformace..... | 38 |
| Obr. 35 Analýza rozptylu ANOVA – Hustota..... | 41 |
| Obr. 36 Scheffeho test – Hustota | 42 |
| Obr. 37 Krabicový graf – Hustota..... | 42 |
| Obr. 38 Analýza rozptylu – Plošná hustota | 43 |
| Obr. 39 Scheffeho test – Plošná hustota..... | 44 |
| Obr. 40 Krabicový graf – Plošná hustota | 44 |
| Obr. 41 Analýza rozptylu ANOVA – Bobtnání..... | 45 |
| Obr. 42 Scheffeho test – Bobtnání | 46 |
| Obr. 43 Krabicový graf – Bobtnání..... | 46 |
| Obr. 44 Analýza rozptylu ANOVA – Vlhkost..... | 47 |
| Obr. 45 Krabicový graf – Vlhkost..... | 48 |
| Obr. 46 Analýza rozptylu ANOVA – MOE | 49 |
| Obr. 47 Scheffeho test – MOE..... | 50 |
| Obr. 48 Krabicový graf – MOE | 50 |
| Obr. 49 Analýza rozptylu ANOVA – MOR..... | 52 |
| Obr. 50 Scheffeho test – MOR | 52 |
| Obr. 51 Krabicový graf – MOR..... | 53 |
| Obr. 52 Analýza rozptylu ANOVA - Rozlupčivost | 54 |
| Obr. 53 Krabicový graf – Rozlupčivost | 55 |
| Obr. 54 Hustotní profil desky s 0% obsahem recyklátu..... | 56 |
| Obr. 55 Hustotní profil desky s 10% obsahem recyklátu..... | 57 |
| Obr. 56 Hustotní profil desky s 20% obsahem recyklátu..... | 57 |
| Obr. 57 Hustotní profil desky s 30% obsahem recyklátu..... | 58 |
| Obr. 58 Hustotní profil desky s 40% obsahem recyklátu..... | 59 |
| Obr. 59 Hustotní profil desky s 50% obsahem recyklátu..... | 59 |
| Obr. 60 Hustotní profil desky s 60% obsahem recyklátu..... | 60 |
| Obr. 61 Hustotní profil desky s 70% obsahem recyklátu..... | 61 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Obr. 62 Hustotní profil desky s 80% obsahem recyklátu | 61 |
| Obr. 63 Hustotní profil desky s 90% obsahem recyklátu | 62 |
| Obr. 64 Hustotní profil desky s 100% obsahem recyklátu | 63 |
| Obr. 65 Hustotní profil desky z třísek Kronospan | 63 |
| Obr. 66 Hustotní profil originální broušené desky Kronospan..... | 64 |
| Obr. 67 Hustotní profil originální nebroušené desky Kronospan | 65 |
| Obr. 68 Deska 40 %, MOR vs. hustota | 66 |
| Obr. 69 Deska 40 %, MOE vs. hustota..... | 66 |
| Obr. 70 Deska 70 %, MOR vs. hustota | 67 |
| Obr. 71 Deska 70 %, MOE vs. hustota..... | 67 |
| Obr. 72 Deska 100 %, MOR vs. hustota | 68 |
| Obr. 73 Deska 100 %, MOE vs. hustota..... | 68 |
| Obr. 74 Vyrobena deska z třísek Kronospan, MOR vs. Hustota | 69 |
| Obr. 75 Vyrobena deska z třísek Kronospan, MOE vs. Hustota | 69 |
| Obr. 76 Originální broušená deska Kronospan, MOR vs. hustota..... | 70 |
| Obr. 77 Originální broušená deska Kronospan, MOE vs. hustota..... | 70 |
| Obr. 78 Originální nebroušená deska Kronospan, MOR vs. hustota | 71 |
| Obr. 79 Originální nebroušená deska Kronospan, MOE vs. hustota | 71 |
| Obr. 80 Vylisovaná deska s viditelnými skvrnami od lepidla | 76 |

Seznam tabulek

| | |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Tab. 1 Popisná statistika hustoty..... | 43 |
| Tab. 2 Popisná statistika plošné hustoty..... | 45 |
| Tab. 3 Popisná statistika bobtnání..... | 47 |
| Tab. 4 Popisná statistika vlhkosti..... | 49 |
| Tab. 5 Popisná statistika MOE..... | 51 |
| Tab. 6 Popisná statistika MOR | 54 |
| Tab. 7 Popisná statistika rozlupčivosti | 55 |
| Tab. 8 Hodnoty hustot desky s 0% obsahem recyklátu..... | 56 |
| Tab. 9 Hodnoty hustot desky s 10% obsahem recyklátu..... | 57 |
| Tab. 10 Hodnoty hustot desky s 20% obsahem recyklátu..... | 58 |
| Tab. 11 Hodnoty hustot desky s 30% obsahem recyklátu..... | 58 |
| Tab. 12 Hodnoty hustot desky s 40% obsahem recyklátu..... | 59 |
| Tab. 13 Hodnoty hustot desky s 50% obsahem recyklátu..... | 60 |
| Tab. 14 Hodnoty hustot desky s 60% obsahem recyklátu..... | 60 |
| Tab. 15 Hodnoty hustot desky s 70% obsahem recyklátu..... | 61 |
| Tab. 16 Hodnoty hustot desky s 80% obsahem recyklátu..... | 62 |
| Tab. 17 Hodnoty hustot desky s 90% obsahem recyklátu..... | 62 |
| Tab. 18 Hodnoty hustot desky s 90% obsahem recyklátu..... | 63 |
| Tab. 19 Hodnoty hustot desky z třísek Kronospan | 64 |
| Tab. 20 Hodnoty hustot originální broušené desky Kronospan..... | 64 |
| Tab. 21 Hodnoty hustot originální nebroušené desky Kronospan..... | 65 |

Seznam příloh

- Příloha č. 1 Navážka desek s 40 % recyklátu
- Příloha č. 2 Navážka desek s 70 % recyklátu
- Příloha č. 3 Navážka desek s 100 % recyklátu
- Příloha č. 4 Sítová analýza frakcí pro desky s 40 % recyklátu
- Příloha č. 5 Sítová analýza frakcí pro desky s 70 % recyklátu
- Příloha č. 6 Sítová analýza frakcí pro desky s 100 % recyklátu
- Příloha č. 7 Rozměry, hustota a plošná hustota vzorků desek s 40 % recyklátu
- Příloha č. 8 Rozměry, hustota a plošná hustota vzorků desek s 70 % recyklátu
- Příloha č. 9 Rozměry, hustota a plošná hustota vzorků desek s 100 % recyklátu
- Příloha č. 10 Rozměry, hustota a plošná hustota vzorků kontrolních desek z třísek Kronospan
- Příloha č. 11 Rozměry, hustota a plošná hustota vzorků originálních broušených desek Kronospan
- Příloha č. 12 Rozměry, hustota a plošná hustota vzorků originálních nebroušených desek Kronospan
- Příloha č. 13 Ohybové vlastnosti vzorků desek s 40 % recyklátu
- Příloha č. 14 Ohybové vlastnosti vzorků desek s 70 % recyklátu
- Příloha č. 15 Ohybové vlastnosti vzorků desek s 100 % recyklátu
- Příloha č. 16 Ohybové vlastnosti vzorků kontrolních desek z třísek Kronospan
- Příloha č. 17 Ohybové vlastnosti vzorků originálních broušených desek Kronospan
- Příloha č. 18 Ohybové vlastnosti vzorků originálních nebroušených desek Kronospan
- Příloha č. 19 Vlhkost desek s 40 % recyklátu
- Příloha č. 20 Vlhkost desek s 70 % recyklátu
- Příloha č. 21 Vlhkost desek s 100 % recyklátu
- Příloha č. 22 Vlhkost vzorků kontrolních desek z třísek Kronospan
- Příloha č. 23 Vlhkost vzorků originálních broušených desek Kronospan
- Příloha č. 24 Vlhkost vzorků originálních nebroušených desek Kronospan
- Příloha č. 25 Bobtnání po 24 hodinách vzorků desek s 40 % recyklátu
- Příloha č. 26 Bobtnání po 24 hodinách vzorků desek s 70 % recyklátu
- Příloha č. 27 Bobtnání po 24 hodinách vzorků desek s 100 % recyklátu
- Příloha č. 28 Bobtnání po 24 hodinách vzorků kontrolních desek z třísek Kronospan

- Příloha č. 29 Bobtnání po 24 hodinách vzorků originálních broušených desek
Kronospan
- Příloha č. 30 Bobtnání po 24 hodinách vzorků originálních nebroušených desek
Kronospan
- Příloha č. 31 Rozlupčivost vzorků desek s 40 % recyklátu
- Příloha č. 32 Rozlupčivost vzorků desek s 70 % recyklátu
- Příloha č. 33 Rozlupčivost vzorků desek s 100 % recyklátu
- Příloha č. 34 Rozlupčivost vzorků kontrolních desek z třísek Kronospan
- Příloha č. 35 Rozlupčivost vzorků originálních broušených desek Kronospan
- Příloha č. 36 Rozlupčivost vzorků originálních nebroušených desek Kronospan
- Příloha č. 37 Postup výpočtu navážky

Příloha č. 1 Navážka desek s 40 % recyklátu

| Deska 40 % Povrchová vrstva | | | |
|--------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------|
| | | Počet kusů | 2 |
| Surovina | Hmotnost použitých surovin | Hmotnost na 2 kusy + 10% ztráta | Jednotky |
| Třísky Štěpka | 459,421 | 1010,7262 | g |
| Třísky Recyklát | 306,281 | 673,8182 | g |
| Lepidlo | 110,19 | 242,418 | g |
| Tvrdidlo | 1,1019 | 2,42418 | g |
| Aditivum | 0 | 0 | g |
| Celková hmotnost třísek po míchání | 876,9939 | 1929,38658 | g |
| Navážka třísek +3 % přírůstek na roztlačení lisu | 903,303717 | | g |
| Lisovací čas | 120 | | s |

| Deska 40 % Středová vrstva | | | |
|--------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------|
| | | Počet kusů | 2 |
| Surovina | Hmotnost použitých surovin | Hmotnost na 2 kusy + 10% ztráta | Jednotky |
| Třísky Štěpka | 918,842 | 2021,4524 | g |
| Třísky Recyklát | 612,561 | 1347,6342 | g |
| Lepidlo | 179,57 | 395,054 | g |
| Tvrdidlo | 1,7957 | 3,95054 | g |
| Aditivum | 0 | 0 | g |
| Celková hmotnost třísek po míchání | 1712,7687 | 3768,09114 | g |
| Navážka třísek +3 % přírůstek na roztlačení lisu | 1764,151761 | | g |
| Lisovací čas | 120 | | s |

Příloha č. 2 Navážka desek s 70 % recyklátu

| Deska 70 % Povrchová vrstva | | | |
|-------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------|
| | | Počet kusů | 2 |
| Surovina | Hmotnost použitých surovin | Hmotnost na 2 kusy + 10% ztráta | Jednotky |
| Třísky Štěpka | 229,71 | 505,362 | g |
| Třísky Recyklát | 535,991 | 1179,1802 | g |
| Lepidlo | 110,19 | 242,418 | g |
| Tvrdidlo | 1,1019 | 2,42418 | g |
| Aditivum | 0 | 0 | g |
| Celková hmotnost třísek po míchání | 876,9929 | 1929,38438 | g |
| Navážka třísek +3 % přídavek na roztlačení lisu | 903,302687 | | g |
| Lisovací čas | 120 | | s |

| Deska 70 % Středová vrstva | | | |
|-------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------|
| | | Počet kusů | 2 |
| Surovina | Hmotnost použitých surovin | Hmotnost na 2 kusy + 10% ztráta | Jednotky |
| Třísky Štěpka | 459,421 | 1010,7262 | g |
| Třísky Recyklát | 1071,982 | 2358,3604 | g |
| Lepidlo | 179,57 | 395,054 | g |
| Tvrdidlo | 1,7957 | 3,95054 | g |
| Aditivum | 0 | 0 | g |
| Celková hmotnost třísek po míchání | 1712,7687 | 3768,09114 | g |
| Navážka třísek +3 % přídavek na roztlačení lisu | 1764,151761 | | g |
| Lisovací čas | 120 | | s |

Příloha č. 3 Navážka desek s 100 % recyklátu

| Deska 100 % Povrchová vrstva | | | |
|-------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------|
| | | Počet kusů | 2 |
| Surovina | Hmotnost použitých surovin | Hmotnost na 2 kusy + 10% ztráta | Jednotky |
| Třísky Štěpka | 0 | 0 | g |
| Třísky Recyklát | 765,701 | 1684,5422 | g |
| Lepidlo | 110,19 | 242,418 | g |
| Tvrdidlo | 1,1019 | 2,42418 | g |
| Aditivum | 0 | 0 | g |
| Celková hmotnost třísek po míchání | 876,9929 | 1929,38438 | g |
| Navážka třísek +3 % přídavek na roztlačení lisu | 903,302687 | | g |
| Lisovací čas | 120 | | s |

| Deska 100 % Středová vrstva | | | |
|-------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------|
| | | Počet kusů | 2 |
| Surovina | Hmotnost použitých surovin | Hmotnost na 2 kusy + 10% ztráta | Jednotky |
| Třísky Štěpka | 0 | 0 | g |
| Třísky Recyklát | 1531,403 | 3369,0866 | g |
| Lepidlo | 179,57 | 395,054 | g |
| Tvrdidlo | 1,7957 | 3,95054 | g |
| Aditivum | 0 | 0 | g |
| Celková hmotnost třísek po míchání | 1712,7687 | 3768,09114 | g |
| Navážka třísek +3 % přídavek na roztlačení lisu | 1764,151761 | | g |
| Lisovací čas | 120 | | s |

Příloha č. 4 Síťová analýza frakcí pro desky s 40 % recyklátu

| Vrstva | Frakce | Recyklát | Štěpka | Jednotka |
|--------|---------|----------|----------|----------|
| Střed | 10 mm | 0 | 0 | g |
| | 5 mm | 12,12876 | 18,19314 | g |
| | 3,15 mm | 215,2855 | 322,9282 | g |
| | 2 mm | 142,176 | 213,264 | g |
| | 1 mm | 259,7576 | 389,6364 | g |
| | 500 µm | 29,31117 | 43,96676 | g |
| | 200 µm | 8,75966 | 13,13949 | g |
| | <200 µm | 6,40129 | 9,601935 | g |
| Povrch | 2 mm | 3,200645 | 4,80092 | g |
| | 1 mm | 27,79508 | 41,6922 | g |
| | 630 µm | 148,9142 | 223,3691 | g |
| | 500 µm | 43,46139 | 65,19144 | g |
| | 315 µm | 61,31762 | 91,97552 | g |
| | 200 µm | 22,57297 | 33,85912 | g |
| | <200 µm | 29,64808 | 44,47168 | g |

Příloha č. 5 Síťová analýza frakcí pro desky s 70 % recyklátu

| Vrstva | Frakce | Recyklát | Štěpka | Jednotka |
|--------|---------|----------|----------|----------|
| Střed | 10 mm | 0 | 0 | g |
| | 5 mm | 21,22524 | 9,09648 | g |
| | 3,15 mm | 376,748 | 161,4625 | g |
| | 2 mm | 248,807 | 106,631 | g |
| | 1 mm | 454,5739 | 194,8163 | g |
| | 500 µm | 51,29433 | 21,98316 | g |
| | 200 µm | 15,32934 | 6,56968 | g |
| | <200 µm | 11,20221 | 4,80092 | g |
| Povrch | 2 mm | 5,601105 | 2,40046 | g |
| | 1 mm | 48,64118 | 20,8461 | g |
| | 630 µm | 260,5988 | 111,6846 | g |
| | 500 µm | 76,05711 | 32,59572 | g |
| | 315 µm | 107,3054 | 45,98776 | g |
| | 200 µm | 39,50253 | 16,92956 | g |
| | <200 µm | 51,88392 | 22,23584 | g |

Příloha č. 6 Sítová analýza frakcí pro desky s 100 % recyklátu

| Vrstva | Frakce | Recyklát | Štěpka | Jednotka |
|--------|---------|----------|--------|----------|
| Střed | 10 mm | 0 | 0 | g |
| | 5 mm | 30,32172 | 0 | g |
| | 3,15 mm | 538,2105 | 0 | g |
| | 2 mm | 355,4379 | 0 | g |
| | 1 mm | 649,3902 | 0 | g |
| | 500 µm | 73,27749 | 0 | g |
| | 200 µm | 21,89902 | 0 | g |
| | <200 µm | 16,00313 | 0 | g |
| Povrch | 2 mm | 8,001565 | 0 | g |
| | 1 mm | 69,48728 | 0 | g |
| | 630 µm | 372,2833 | 0 | g |
| | 500 µm | 108,6528 | 0 | g |
| | 315 µm | 153,2931 | 0 | g |
| | 200 µm | 56,43209 | 0 | g |
| | <200 µm | 74,11976 | 0 | g |

Příloha č. 7 Rozměry, hustota a plošná hustota vzorků desek s 40 % recyklátu

| Vzorek | Tloušťka | Šířka 1 | Šířka 2 | Hmotnost | Hustota | Plošná Hustota |
|--------|----------|---------|---------|----------|----------------------|----------------------|
| | [mm] | | | [g] | [kg/m ³] | [kg/m ³] |
| 2,1 | 11,67 | 50,42 | 50,36 | 16,607 | 560,443 | 6,540 |
| 2,2 | 11,89 | 50,33 | 50,48 | 16,019 | 530,282 | 6,305 |
| 6,1 | 11,94 | 50,22 | 50,29 | 16,609 | 550,783 | 6,576 |
| 6,2 | 11,74 | 50,54 | 50,07 | 13,328 | 448,626 | 5,267 |
| 10,1 | 12,21 | 50,32 | 50,40 | 19,607 | 633,176 | 7,731 |
| 10,2 | 12,01 | 50,30 | 50,32 | 17,120 | 563,186 | 6,764 |
| 14,1 | 12,12 | 50,32 | 50,36 | 18,682 | 608,267 | 7,372 |
| 14,2 | 11,89 | 50,56 | 50,43 | 17,464 | 576,057 | 6,849 |
| 18,1 | 11,93 | 50,84 | 50,51 | 19,054 | 621,961 | 7,420 |
| 18,2 | 11,88 | 50,45 | 50,66 | 20,159 | 663,936 | 7,888 |
| 24,1 | 12,18 | 50,36 | 50,39 | 16,837 | 544,738 | 6,635 |
| 24,2 | 12,20 | 50,41 | 50,45 | 20,930 | 674,577 | 8,230 |
| 29,1 | 12,21 | 50,39 | 50,21 | 19,417 | 628,539 | 7,674 |
| 29,2 | 12,07 | 50,39 | 50,44 | 17,430 | 568,160 | 6,858 |
| 32,1 | 11,93 | 50,32 | 50,65 | 18,803 | 618,396 | 7,377 |
| 32,2 | 11,64 | 50,29 | 50,18 | 16,176 | 550,688 | 6,410 |
| 37,1 | 11,79 | 50,23 | 50,30 | 15,307 | 513,860 | 6,058 |
| 37,2 | 11,88 | 50,36 | 50,39 | 19,389 | 643,145 | 7,641 |
| 39,1 | 11,76 | 50,50 | 50,24 | 18,172 | 609,052 | 7,162 |
| 39,2 | 11,90 | 50,43 | 50,45 | 18,692 | 617,389 | 7,347 |

Příloha č. 8 Rozměry, hustota a plošná hustota vzorků desek s 70 % recyklátu

| Vzorek | tloušťka | šířka 1 | šířka 2 | Hmotnost | Hustota | Plošná Hustota |
|--------|----------|---------|---------|----------|----------------------|----------------------|
| | [mm] | | | [g] | [kg/m ³] | [kg/m ³] |
| 2,1 | 12,08 | 50,64 | 50,30 | 24,246 | 787,973 | 9,519 |
| 2,2 | 12,11 | 50,24 | 50,65 | 18,515 | 600,828 | 7,276 |
| 6,1 | 11,98 | 50,50 | 50,14 | 16,580 | 546,578 | 6,548 |
| 6,2 | 11,85 | 50,37 | 50,34 | 19,970 | 664,622 | 7,876 |
| 10,1 | 12,23 | 50,52 | 50,34 | 22,766 | 731,954 | 8,952 |
| 10,2 | 12,11 | 50,37 | 50,77 | 19,368 | 625,405 | 7,574 |
| 14,1 | 12,28 | 50,56 | 50,67 | 21,275 | 676,259 | 8,304 |
| 14,2 | 12,07 | 50,72 | 50,38 | 19,385 | 628,523 | 7,586 |
| 18,1 | 11,92 | 50,37 | 50,77 | 19,605 | 643,149 | 7,666 |
| 18,2 | 12,18 | 50,32 | 50,55 | 20,223 | 652,734 | 7,950 |
| 24,1 | 12,13 | 50,42 | 50,54 | 18,344 | 593,465 | 7,199 |
| 24,2 | 12,09 | 50,36 | 50,39 | 17,143 | 558,767 | 6,755 |
| 29,1 | 12,23 | 50,29 | 50,52 | 18,625 | 599,411 | 7,331 |
| 29,2 | 12,21 | 50,33 | 50,30 | 16,162 | 522,859 | 6,384 |
| 32,1 | 11,91 | 50,32 | 50,47 | 17,943 | 593,211 | 7,065 |
| 32,2 | 12,06 | 50,65 | 50,41 | 18,903 | 613,885 | 7,403 |
| 37,1 | 12,02 | 50,70 | 50,41 | 16,192 | 527,074 | 6,335 |
| 37,2 | 12,10 | 50,20 | 50,42 | 15,702 | 512,700 | 6,204 |
| 39,1 | 12,09 | 50,37 | 50,31 | 17,736 | 578,899 | 6,999 |
| 39,2 | 11,80 | 50,32 | 50,43 | 17,197 | 574,303 | 6,777 |

Příloha č. 9 Rozměry, hustota a plošná hustota vzorků desek s 100 % recyklátu

| Vzorek | Tloušťka | Šířka 1 | Šířka 2 | Hmotnost | Hustota | Plošná Hustota |
|--------|----------|---------|---------|----------|----------------------|----------------------|
| | [mm] | | | [g] | [kg/m ³] | [kg/m ²] |
| 2,1 | 12,04 | 50,21 | 50,65 | 17,462 | 570,293 | 6,866 |
| 2,2 | 11,93 | 50,33 | 50,23 | 14,212 | 471,221 | 5,622 |
| 6,1 | 11,93 | 50,14 | 50,34 | 14,559 | 483,497 | 5,768 |
| 6,2 | 11,76 | 50,09 | 50,23 | 13,690 | 462,681 | 5,441 |
| 10,1 | 12,17 | 50,79 | 50,38 | 20,331 | 652,878 | 7,946 |
| 10,2 | 12,19 | 50,98 | 50,44 | 22,250 | 709,825 | 8,653 |
| 14,1 | 11,97 | 50,60 | 50,33 | 19,652 | 644,667 | 7,717 |
| 14,2 | 11,98 | 50,31 | 50,64 | 21,517 | 704,980 | 8,446 |
| 18,1 | 11,85 | 50,37 | 50,50 | 21,111 | 700,369 | 8,299 |
| 18,2 | 12,01 | 50,28 | 50,73 | 21,026 | 686,362 | 8,243 |
| 24,1 | 11,67 | 50,13 | 50,56 | 17,774 | 600,910 | 7,013 |
| 24,2 | 11,87 | 50,46 | 50,18 | 19,165 | 637,647 | 7,569 |
| 29,1 | 12,06 | 50,37 | 50,51 | 17,096 | 557,183 | 6,720 |
| 29,2 | 11,93 | 50,76 | 50,24 | 15,668 | 514,994 | 6,144 |
| 32,1 | 11,98 | 50,36 | 50,46 | 19,554 | 642,312 | 7,695 |
| 32,2 | 12,10 | 50,37 | 50,48 | 20,779 | 675,380 | 8,172 |
| 37,1 | 11,79 | 50,63 | 50,23 | 18,276 | 609,532 | 7,186 |
| 37,2 | 11,84 | 50,22 | 50,33 | 15,561 | 519,975 | 6,156 |
| 39,1 | 11,87 | 50,58 | 50,55 | 16,585 | 546,468 | 6,487 |
| 39,2 | 11,96 | 50,49 | 50,58 | 19,087 | 624,917 | 7,474 |

Příloha č. 10 Rozměry, hustota a plošná hustota vzorků kontrolních desek z třísek Kronospan

| Vzorek | Tloušťka | Šířka 1 | Šířka 2 | Hmotnost | Hustota | Plošná Hustota |
|--------|----------|---------|---------|----------|----------------------|----------------------|
| | [mm] | | | [g] | [kg/m ³] | [kg/m ³] |
| 2,1 | 12,19 | 50,58 | 50,19 | 15,399 | 497,614 | 6,066 |
| 2,2 | 12,34 | 50,25 | 50,60 | 18,724 | 596,756 | 7,364 |
| 6,1 | 12,51 | 50,31 | 50,32 | 18,820 | 594,247 | 7,434 |
| 6,2 | 12,26 | 50,39 | 50,54 | 18,297 | 586,016 | 7,185 |
| 10,1 | 11,86 | 50,63 | 50,39 | 20,118 | 664,887 | 7,886 |
| 10,2 | 12,45 | 50,76 | 50,63 | 18,518 | 578,756 | 7,206 |
| 14,1 | 12,29 | 50,66 | 50,36 | 18,215 | 580,933 | 7,140 |
| 14,2 | 11,73 | 50,30 | 50,63 | 19,451 | 651,130 | 7,638 |
| 18,1 | 11,70 | 50,51 | 50,38 | 18,999 | 638,130 | 7,466 |
| 18,2 | 12,19 | 50,51 | 50,38 | 18,324 | 590,719 | 7,201 |
| 24,1 | 12,28 | 50,30 | 50,82 | 21,103 | 672,269 | 8,255 |
| 24,2 | 11,76 | 50,72 | 50,39 | 18,799 | 625,466 | 7,355 |
| 29,1 | 12,42 | 50,46 | 50,41 | 18,888 | 597,861 | 7,425 |
| 29,2 | 11,87 | 50,37 | 50,23 | 19,322 | 643,378 | 7,637 |
| 32,1 | 11,90 | 50,45 | 50,48 | 19,786 | 652,876 | 7,769 |
| 32,2 | 12,37 | 50,34 | 50,41 | 19,215 | 612,126 | 7,572 |
| 37,1 | 12,15 | 50,29 | 50,76 | 19,297 | 622,172 | 7,559 |
| 37,2 | 12,23 | 49,95 | 50,34 | 21,275 | 691,822 | 8,461 |
| 39,1 | 12,03 | 50,46 | 50,55 | 19,444 | 633,653 | 7,623 |
| 39,2 | 12,35 | 50,41 | 50,49 | 19,995 | 636,110 | 7,856 |

Příloha č. 11 Rozměry, hustota a plošná hustota vzorků originálních broušených desek
Kronospan

| Vzorek | Tloušťka | Šířka 1 | Šířka 2 | Hmotnost | Hustota | Plošná Hustota |
|--------|----------|---------|---------|----------|----------------------|----------------------|
| | [mm] | | | [g] | [kg/m ³] | [kg/m ³] |
| B1 | 11,95 | 50,33 | 50,46 | 19,619 | 646,450 | 7,725 |
| B2 | 11,94 | 50,55 | 50,35 | 19,470 | 640,680 | 7,650 |
| B3 | 11,89 | 50,3 | 50,32 | 20,408 | 678,125 | 8,063 |
| B4 | 11,93 | 50,66 | 50,46 | 20,118 | 659,678 | 7,870 |
| B5 | 11,92 | 50,61 | 50,4 | 19,644 | 646,081 | 7,701 |
| B6 | 11,96 | 50,51 | 50,29 | 20,154 | 663,393 | 7,934 |
| B7 | 11,94 | 50,87 | 50,45 | 19,764 | 644,982 | 7,701 |
| B8 | 11,9 | 50,32 | 50,34 | 20,364 | 675,557 | 8,039 |
| B9 | 11,93 | 50,38 | 50,24 | 19,135 | 633,695 | 7,560 |
| B10 | 11,95 | 50,29 | 50,38 | 20,011 | 660,939 | 7,898 |
| B11 | 11,92 | 50,34 | 50,47 | 19,664 | 649,306 | 7,740 |
| B12 | 11,94 | 50,41 | 50,37 | 19,631 | 647,514 | 7,731 |

Příloha č. 12 Rozměry, hustota a plošná hustota vzorků originálních nebroušených desek
Kronospan

| Vzorek | Tloušťka | Šířka 1 | Šířka 2 | Hmotnost | Hustota | Plošná Hustota |
|--------|----------|---------|---------|----------|----------------------|----------------------|
| | [mm] | | | [g] | [kg/m ³] | [kg/m ³] |
| B1 | 12,22 | 50,38 | 50,37 | 21,13 | 681,394 | 8,327 |
| B2 | 12,23 | 50,54 | 50,41 | 21,44 | 688,092 | 8,415 |
| B3 | 12,21 | 50,49 | 50,6 | 20,90 | 670,000 | 8,181 |
| B4 | 12,2 | 50,4 | 50,52 | 20,56 | 661,865 | 8,075 |
| B5 | 12,23 | 50,44 | 50,39 | 20,79 | 668,819 | 8,180 |
| B6 | 12,21 | 50,6 | 50,47 | 21,14 | 677,962 | 8,278 |
| B7 | 12,18 | 50,22 | 50,41 | 20,95 | 679,428 | 8,275 |
| B8 | 12,2 | 50,41 | 50,32 | 20,56 | 664,364 | 8,105 |
| B9 | 12,22 | 50,31 | 50,49 | 21,27 | 685,230 | 8,374 |
| B10 | 12,18 | 50,24 | 50,36 | 21,57 | 699,951 | 8,525 |
| B11 | 12,2 | 50,55 | 50,44 | 21,68 | 696,953 | 8,503 |
| B12 | 12,19 | 50,46 | 50,42 | 21,51 | 693,564 | 8,455 |

Příloha č. 13 Ohybové vlastnosti vzorků desek s 40 % recyklátu

| Vzorek | Tloušťka | Šířka | Délka | MOR | MOE | Hustota |
|--------|----------|-------|-------|-------|--------|----------------------|
| | [mm] | | | [MPa] | | [kg/m ³] |
| 5,1 | 12,21 | 50,44 | 295 | 2,01 | 451,40 | 592 |
| 5,2 | 11,89 | 50,31 | 295 | 2,48 | 404,28 | 563 |
| 9,1 | 12,17 | 50,40 | 295 | 2,83 | 502,81 | 575 |
| 9,2 | 12,14 | 50,51 | 295 | 3,23 | 521,94 | 597 |
| 13,1 | 11,99 | 50,37 | 295 | 3,25 | 622,07 | 589 |
| 13,2 | 12,12 | 50,31 | 295 | 3,63 | 577,12 | 611 |
| 17,1 | 12,14 | 50,37 | 295 | 2,69 | 493,11 | 602 |
| 17,2 | 12,15 | 50,36 | 295 | 2,41 | 480,54 | 591 |
| 21,1 | 12,28 | 50,37 | 295 | 5,38 | 763,45 | 677 |
| 21,2 | 12,47 | 50,37 | 295 | 1,91 | 420,75 | 645 |
| 22,1 | 12,19 | 50,37 | 295 | 4,56 | 747,23 | 671 |
| 22,2 | 12,19 | 50,33 | 295 | 2,07 | 382,11 | 613 |
| 28,1 | 12,15 | 50,42 | 295 | 1,25 | 298,89 | 586 |
| 28,2 | 12,10 | 50,35 | 295 | 4,90 | 761,17 | 659 |
| 34,1 | 11,91 | 50,37 | 295 | 5,85 | 982,16 | 671 |
| 34,2 | 12,09 | 50,44 | 295 | 1,20 | 207,59 | 577 |
| 40,1 | 12,18 | 50,38 | 295 | 3,15 | 543,70 | 607 |
| 40,2 | 11,96 | 50,40 | 295 | 2,04 | 536,00 | 594 |
| 41,1 | 12,03 | 50,41 | 295 | 1,19 | 242,95 | 544 |
| 41,2 | 12,12 | 50,45 | 295 | 3,07 | 585,81 | 571 |

Příloha č. 14 Ohybové vlastnosti vzorků desek s 70 % recyklátu

| Vzorek | Tloušťka | Šířka | Délka | MOR | MOE | Hustota |
|--------|----------|-------|-------|-------|--------|----------------------|
| | [mm] | | | [MPa] | | [kg/m ³] |
| 5,1 | 12,23 | 50,43 | 295 | 3,72 | 644,62 | 638 |
| 5,2 | 12,35 | 50,36 | 295 | 4,20 | 701,49 | 678 |
| 9,1 | 12,10 | 50,36 | 295 | 3,60 | 744,50 | 650 |
| 9,2 | 12,26 | 50,35 | 295 | 3,61 | 730,97 | 634 |
| 13,1 | 12,29 | 50,38 | 295 | 3,24 | 558,88 | 608 |
| 13,2 | 12,03 | 50,47 | 295 | 4,65 | 808,24 | 655 |
| 17,1 | 12,17 | 50,40 | 295 | 2,62 | 695,15 | 645 |
| 17,2 | 12,45 | 50,17 | 295 | 2,49 | 533,11 | 597 |
| 21,2 | 12,37 | 50,36 | 295 | 1,86 | 327,67 | 557 |
| 21,1 | 12,47 | 50,38 | 295 | 3,75 | 778,04 | 651 |
| 22,1 | 12,29 | 50,38 | 295 | 4,35 | 842,88 | 649 |
| 22,2 | 12,18 | 50,35 | 295 | 2,54 | 434,01 | 578 |
| 28,1 | 12,26 | 50,42 | 295 | 3,87 | 726,65 | 618 |
| 28,2 | 12,11 | 50,39 | 295 | 3,39 | 615,91 | 629 |
| 34,1 | 12,20 | 50,48 | 295 | 3,01 | 500,43 | 607 |
| 34,2 | 12,20 | 50,37 | 295 | 3,09 | 531,06 | 598 |
| 40,1 | 12,16 | 50,65 | 295 | 1,15 | 257,78 | 503 |
| 40,2 | 12,08 | 50,40 | 295 | 2,51 | 410,16 | 589 |
| 41,1 | 12,28 | 50,35 | 295 | 1,63 | 316,62 | 565 |
| 41,2 | 12,15 | 50,38 | 295 | 1,05 | 214,62 | 503 |

Příloha č. 15 Ohybové vlastnosti vzorků desek s 100 % recyklátu

| Vzorek | Tloušťka | Šířka | Délka | MOR | MOE | Hustota |
|--------|----------|-------|-------|-------|---------|----------------------|
| | [mm] | | | [MPa] | | [kg/m ³] |
| 5,1 | 12,19 | 50,39 | 295 | 4,02 | 694,68 | 649 |
| 5,2 | 12,28 | 50,34 | 295 | 1,69 | 345,64 | 624 |
| 9,1 | 12,05 | 50,35 | 295 | 3,09 | 575,94 | 658 |
| 9,2 | 11,94 | 50,29 | 295 | 4,00 | 768,50 | 644 |
| 13,1 | 12,11 | 50,32 | 295 | 3,21 | 613,93 | 638 |
| 13,2 | 12,08 | 50,35 | 295 | 3,32 | 588,51 | 634 |
| 17,1 | 12,16 | 50,31 | 295 | 2,75 | 487,84 | 642 |
| 17,2 | 12,18 | 50,29 | 295 | 2,84 | 494,54 | 638 |
| 21,1 | 12,26 | 50,34 | 295 | 2,26 | 397,23 | 619 |
| 21,2 | 12,22 | 50,42 | 295 | 0,75 | 159,40 | 545 |
| 22,1 | 12,15 | 50,37 | 295 | 3,88 | 637,50 | 650 |
| 22,2 | 12,19 | 50,33 | 295 | 1,74 | 263,45 | 613 |
| 28,1 | 12,10 | 50,35 | 295 | 3,03 | 453,49 | 658 |
| 28,2 | 11,95 | 50,39 | 295 | 4,56 | 872,38 | 687 |
| 34,1 | 12,00 | 50,57 | 295 | 3,29 | 531,99 | 627 |
| 34,2 | 12,14 | 50,34 | 295 | 1,60 | 279,68 | 578 |
| 40,1 | 11,99 | 50,37 | 295 | 2,01 | 394,78 | 574 |
| 40,2 | 12,00 | 50,42 | 295 | 1,10 | 227,69 | 516 |
| 41,1 | 12,25 | 50,36 | 295 | 5,02 | 953,85 | 604 |
| 41,2 | 12,5 | 50,33 | 295 | 5,51 | 1086,47 | 613 |

Příloha č. 16 Ohybové vlastnosti vzorků kontrolních desek z třísek Kronospan

| Vzorek | Tloušťka | Šířka | Délka | MOR | MOE | Hustota |
|--------|----------|-------|-------|-------|---------|----------------------|
| | [mm] | | | [MPa] | | [kg/m ³] |
| 5,1 | 12,63 | 50,36 | 295 | 5,88 | 1076,83 | 571 |
| 5,2 | 12,22 | 50,34 | 295 | 2,71 | 574,07 | 525 |
| 9,1 | 12,56 | 50,46 | 295 | 6,50 | 1149,98 | 617 |
| 9,2 | 12,24 | 50,13 | 295 | 3,87 | 769,89 | 577 |
| 13,1 | 12,56 | 50,28 | 295 | 5,08 | 981,57 | 594 |
| 13,2 | 12,22 | 50,37 | 295 | 5,44 | 1127,15 | 626 |
| 17,1 | 12,49 | 50,26 | 295 | 5,87 | 1118,10 | 606 |
| 17,2 | 12,49 | 50,26 | 295 | 4,12 | 966,13 | 606 |
| 21,1 | 12,45 | 50,34 | 295 | 5,42 | 1070,05 | 609 |
| 21,2 | 11,91 | 50,30 | 295 | 4,88 | 1022,20 | 604 |
| 22,1 | 12,40 | 50,36 | 295 | 6,81 | 1224,37 | 654 |
| 22,2 | 12,65 | 50,36 | 295 | 5,51 | 1041,65 | 621 |
| 28,1 | 12,34 | 50,39 | 295 | 6,26 | 1133,00 | 629 |
| 28,2 | 11,84 | 50,39 | 295 | 5,27 | 1328,52 | 667 |
| 34,1 | 12,35 | 50,34 | 295 | 6,62 | 1090,18 | 643 |
| 34,2 | 12,40 | 50,34 | 295 | 7,60 | 1447,01 | 676 |
| 40,1 | 12,24 | 50,36 | 295 | 5,57 | 923,69 | 616 |
| 40,2 | 12,00 | 50,36 | 295 | 6,82 | 1325,32 | 653 |
| 41,1 | 12,37 | 50,37 | 295 | 6,81 | 1307,94 | 655 |
| 41,2 | 12,02 | 50,31 | 295 | 5,46 | 1165,13 | 629 |

Příloha č. 17 Ohybové vlastnosti vzorků originálních broušených desek Kronospan

| Vzorek | Tloušťka | Šířka | Délka | MOR | MOE | Hustota | Směr |
|--------|----------|-------|-------|-------|---------|----------------------|---------|
| | [mm] | | | [MPa] | | [kg/m ³] | [II/L] |
| 1 | 11,89 | 50,27 | 290 | 12,98 | 2990,05 | 667 | PODÉLNÝ |
| 2 | 11,89 | 50,31 | 290 | 13,38 | 3093,40 | 672 | PODÉLNÝ |
| 3 | 11,91 | 50,27 | 290 | 12,44 | 3112,37 | 675 | PODÉLNÝ |
| 4 | 11,93 | 50,57 | 290 | 14,58 | 3303,78 | 693 | PODÉLNÝ |
| 5 | 11,89 | 50,33 | 290 | 14,07 | 3127,24 | 653 | PODÉLNÝ |
| 6 | 11,89 | 50,33 | 290 | 13,85 | 3313,93 | 666 | PODÉLNÝ |
| 7 | 11,85 | 50,35 | 290 | 14,07 | 3292,76 | 669 | PODÉLNÝ |
| 8 | 11,85 | 50,38 | 290 | 13,17 | 3277,28 | 669 | PODÉLNÝ |
| 9 | 11,89 | 50,35 | 290 | 14,22 | 3046,18 | 644 | PODÉLNÝ |
| 10 | 11,90 | 50,27 | 290 | 10,26 | 2251,59 | 649 | PŘÍČNÝ |
| 11 | 11,89 | 50,44 | 290 | 11,43 | 2319,87 | 647 | PŘÍČNÝ |
| 12 | 11,99 | 50,40 | 290 | 10,09 | 2058,76 | 634 | PŘÍČNÝ |
| 13 | 11,91 | 50,31 | 290 | 10,53 | 2145,51 | 634 | PŘÍČNÝ |
| 14 | 11,90 | 50,33 | 290 | 9,50 | 2092,43 | 636 | PŘÍČNÝ |
| 15 | 11,95 | 50,27 | 290 | 8,70 | 2099,91 | 642 | PŘÍČNÝ |
| 16 | 11,90 | 50,38 | 290 | 9,77 | 2134,84 | 638 | PŘÍČNÝ |
| 17 | 11,92 | 50,32 | 290 | 11,15 | 2106,27 | 637 | PŘÍČNÝ |
| 18 | 11,95 | 50,24 | 290 | 9,47 | 2012,56 | 640 | PŘÍČNÝ |

Příloha č. 18 Ohybové vlastnosti vzorků originálních nebroušených desek Kronospan

| Vzorek | Tloušťka | Šířka | Délka | MOR | MOE | Hustota | Směr |
|--------|----------|-------|-------|-------|---------|----------------------|---------|
| | [mm] | | | [MPa] | | [kg/m ³] | [II/L] |
| 1 | 12,22 | 50,37 | 290 | 15,47 | 2781,74 | 684 | PŘÍČNÝ |
| 2 | 12,20 | 50,40 | 290 | 14,41 | 2558,47 | 671 | PŘÍČNÝ |
| 3 | 12,23 | 50,34 | 290 | 10,89 | 2312,84 | 664 | PŘÍČNÝ |
| 4 | 12,28 | 50,31 | 290 | 13,62 | 2515,51 | 681 | PŘÍČNÝ |
| 5 | 12,20 | 50,32 | 290 | 11,56 | 2352,69 | 655 | PŘÍČNÝ |
| 6 | 12,18 | 50,36 | 290 | 11,47 | 2370,82 | 660 | PŘÍČNÝ |
| 7 | 12,18 | 50,26 | 290 | 12,92 | 2614,83 | 685 | PŘÍČNÝ |
| 8 | 12,33 | 50,38 | 290 | 13,65 | 2510,84 | 677 | PŘÍČNÝ |
| 9 | 12,19 | 50,36 | 290 | 12,41 | 2452,66 | 672 | PŘÍČNÝ |
| 10 | 12,12 | 50,50 | 290 | 17,70 | 3569,55 | 688 | PODÉLNÝ |
| 11 | 12,12 | 50,36 | 290 | 17,12 | 3478,96 | 678 | PODÉLNÝ |
| 12 | 12,10 | 50,48 | 290 | 16,54 | 3302,07 | 674 | PODÉLNÝ |
| 13 | 12,18 | 50,46 | 290 | 13,09 | 3061,13 | 665 | PODÉLNÝ |
| 14 | 12,21 | 50,42 | 290 | 12,79 | 2933,40 | 651 | PODÉLNÝ |
| 15 | 12,14 | 50,48 | 290 | 16,03 | 3205,28 | 658 | PODÉLNÝ |
| 16 | 12,20 | 50,41 | 290 | 11,34 | 2881,03 | 651 | PODÉLNÝ |
| 17 | 12,25 | 50,48 | 290 | 14,09 | 3242,38 | 683 | PODÉLNÝ |
| 18 | 12,42 | 50,45 | 290 | 13,92 | 3266,17 | 701 | PODÉLNÝ |

Příloha č. 19 Vlhkost desek s 40 % recyklátu

| Vzorek | m | ms | Vlhkost |
|--------|-------|-------|---------|
| | [mm] | | [%] |
| 5,10 | 16,61 | 15,91 | 4,41 |
| 5,20 | 16,02 | 15,45 | 3,66 |
| 9,10 | 16,61 | 15,95 | 4,15 |
| 9,20 | 13,33 | 12,66 | 5,27 |
| 13,10 | 19,61 | 18,79 | 4,35 |
| 13,20 | 17,12 | 16,41 | 4,30 |
| 17,10 | 18,68 | 17,87 | 4,57 |
| 17,20 | 17,46 | 16,76 | 4,18 |
| 21,10 | 19,05 | 18,29 | 4,21 |
| 21,20 | 20,16 | 19,35 | 4,19 |
| 22,10 | 16,84 | 15,73 | 7,05 |
| 22,20 | 20,93 | 19,75 | 5,96 |
| 28,10 | 19,42 | 18,29 | 6,15 |
| 28,20 | 17,43 | 16,58 | 5,16 |
| 34,10 | 18,80 | 17,82 | 5,51 |
| 34,20 | 16,18 | 15,18 | 6,55 |
| 40,10 | 15,31 | 14,62 | 4,71 |
| 40,20 | 19,39 | 18,63 | 4,09 |
| 41,10 | 18,17 | 17,18 | 5,76 |
| 41,20 | 18,69 | 17,69 | 5,68 |

Příloha č. 20 Vlhkost desek s 70 % recyklátu

| Vzorek | m | ms | Vlhkost |
|--------|-------|-------|---------|
| | [mm] | | [%] |
| 5,10 | 20,25 | 19,47 | 4,00 |
| 5,20 | 18,52 | 17,78 | 4,16 |
| 9,10 | 16,58 | 15,95 | 3,96 |
| 9,20 | 19,97 | 19,03 | 4,95 |
| 13,10 | 22,77 | 21,82 | 4,33 |
| 13,20 | 19,37 | 18,42 | 5,16 |
| 17,10 | 21,28 | 20,39 | 4,35 |
| 17,20 | 19,39 | 18,51 | 4,76 |
| 21,10 | 19,61 | 18,71 | 4,81 |
| 21,20 | 20,22 | 19,35 | 4,49 |
| 22,10 | 18,34 | 17,42 | 5,32 |
| 22,20 | 17,14 | 16,07 | 6,66 |
| 28,10 | 18,63 | 17,52 | 6,33 |
| 28,20 | 16,16 | 15,15 | 6,67 |
| 34,10 | 17,94 | 16,90 | 6,15 |
| 34,20 | 18,90 | 17,86 | 5,82 |
| 40,10 | 16,19 | 15,06 | 7,54 |
| 40,20 | 15,70 | 14,82 | 5,94 |
| 41,10 | 17,74 | 16,71 | 6,15 |
| 41,20 | 17,20 | 15,97 | 7,66 |

Příloha č. 21 Vlhkost desek s 100 % recyklátu

| Vzorek | m | ms | Vlhkost |
|--------|-------|-------|---------|
| | [mm] | | [%] |
| 5,10 | 17,46 | 16,45 | 6,15 |
| 5,20 | 14,21 | 13,33 | 6,63 |
| 9,10 | 14,56 | 13,63 | 6,79 |
| 9,20 | 13,69 | 12,96 | 5,63 |
| 13,10 | 20,33 | 19,29 | 5,41 |
| 13,20 | 22,25 | 21,31 | 4,43 |
| 17,10 | 19,65 | 18,85 | 4,25 |
| 17,20 | 21,52 | 20,64 | 4,24 |
| 21,10 | 21,11 | 19,99 | 5,61 |
| 21,20 | 21,03 | 20,01 | 5,08 |
| 22,10 | 17,77 | 16,83 | 5,63 |
| 22,20 | 19,17 | 18,22 | 5,18 |
| 28,10 | 17,10 | 16,21 | 5,48 |
| 28,20 | 15,67 | 14,61 | 7,22 |
| 34,10 | 19,55 | 18,36 | 6,50 |
| 34,20 | 20,78 | 19,52 | 6,44 |
| 40,10 | 18,28 | 17,53 | 4,23 |
| 40,20 | 15,56 | 14,69 | 5,97 |
| 41,10 | 16,59 | 15,53 | 6,81 |
| 41,20 | 19,09 | 18,08 | 5,58 |

Příloha č. 22 Vlhkost vzorků kontrolních desek z třísek Kronospan

| Vzorek | m | ms | Vlhkost |
|--------|-------|-------|---------|
| | [mm] | | [%] |
| 5,10 | 15,40 | 14,48 | 6,38 |
| 5,20 | 18,72 | 17,73 | 5,61 |
| 9,10 | 18,82 | 18,01 | 4,47 |
| 9,20 | 18,30 | 17,26 | 6,00 |
| 13,10 | 20,12 | 19,29 | 4,27 |
| 13,20 | 18,52 | 17,78 | 4,13 |
| 17,10 | 18,22 | 17,52 | 4,00 |
| 17,20 | 19,45 | 18,80 | 3,44 |
| 21,10 | 19,00 | 18,24 | 4,16 |
| 21,20 | 18,32 | 17,53 | 4,56 |
| 22,10 | 21,10 | 20,05 | 5,25 |
| 22,20 | 18,80 | 17,94 | 4,79 |
| 28,10 | 18,89 | 17,86 | 5,77 |
| 28,20 | 19,32 | 18,42 | 4,89 |
| 34,10 | 19,79 | 18,65 | 6,11 |
| 34,20 | 19,22 | 18,15 | 5,87 |
| 40,10 | 19,30 | 18,51 | 4,23 |
| 40,20 | 21,28 | 20,47 | 3,95 |
| 41,10 | 19,44 | 18,39 | 5,74 |
| 41,20 | 20,00 | 18,78 | 6,46 |

Příloha č. 23 Vlhkost vzorků originálních broušených desek Kronospan

| Vzorek | m | ms | Vlhkost |
|--------|--------|--------|---------|
| | [mm] | | [%] |
| 1 | 19,619 | 18,688 | 4,98181 |
| 2 | 19,47 | 18,524 | 5,10689 |
| 3 | 20,408 | 19,443 | 4,96323 |
| 4 | 20,118 | 19,12 | 5,21967 |
| 5 | 19,644 | 18,692 | 5,09309 |
| 6 | 20,154 | 19,183 | 5,06177 |
| 7 | 19,764 | 18,816 | 5,03827 |
| 8 | 20,364 | 19,385 | 5,0503 |
| 9 | 19,135 | 18,229 | 4,9701 |
| 10 | 20,011 | 19,055 | 5,01706 |
| 11 | 19,664 | 18,708 | 5,11011 |
| 12 | 19,631 | 18,707 | 4,93933 |

Příloha č. 24 Vlhkost vzorků originálních nebroušených desek Kronospan

| Vzorek | m | ms | Vlhkost |
|--------|-------|--------|---------|
| | [mm] | | [%] |
| 1 | 21,13 | 20,18 | 4,70763 |
| 2 | 21,44 | 20,48 | 4,6875 |
| 3 | 20,9 | 19,932 | 4,85651 |
| 4 | 20,56 | 19,602 | 4,88726 |
| 5 | 20,79 | 19,824 | 4,87288 |
| 6 | 21,14 | 20,157 | 4,87672 |
| 7 | 20,95 | 19,98 | 4,85485 |
| 8 | 20,56 | 19,603 | 4,88191 |
| 9 | 21,27 | 20,291 | 4,8248 |
| 10 | 21,57 | 20,583 | 4,79522 |
| 11 | 21,68 | 20,684 | 4,81532 |
| 12 | 21,51 | 20,504 | 4,90636 |

Příloha č. 25 Bobtnání po 24 hodinách vzorků desek s 40 % recyklátu

| Vzorek | tl. s 1 | tl. s 2 | tl. s prům. | tl. w 1 | tl. w 2 | tl. w prům. | Bobtnání |
|--------|---------|---------|-------------|---------|---------|-------------|----------|
| | [mm] | | | | | | [%] |
| 3,10 | 11,74 | 11,69 | 11,72 | 15,85 | 16,11 | 15,98 | 36,41 |
| 3,20 | 11,91 | 11,88 | 11,90 | 16,20 | 16,19 | 16,20 | 36,15 |
| 7,10 | 11,73 | 11,73 | 11,73 | 14,60 | 14,72 | 14,66 | 24,98 |
| 7,20 | 11,89 | 11,89 | 11,89 | 15,52 | 15,36 | 15,44 | 29,86 |
| 11,10 | 12,13 | 11,98 | 12,06 | 15,97 | 16,26 | 16,12 | 33,68 |
| 11,20 | 11,85 | 11,83 | 11,84 | 15,98 | 15,53 | 15,76 | 33,07 |
| 15,10 | 12,22 | 12,26 | 12,24 | 17,69 | 18,28 | 17,99 | 46,94 |
| 15,20 | 12,12 | 12,08 | 12,10 | 15,77 | 16,01 | 15,89 | 31,32 |
| 20,10 | 12,07 | 12,10 | 12,09 | 17,07 | 17,10 | 17,09 | 41,37 |
| 20,20 | 11,96 | 11,99 | 11,98 | 16,34 | 16,16 | 16,25 | 35,70 |
| 23,10 | 12,23 | 12,22 | 12,23 | 16,33 | 15,41 | 15,87 | 29,82 |
| 23,20 | 12,35 | 12,39 | 12,37 | 17,38 | 17,12 | 17,25 | 39,45 |
| 25,10 | 12,12 | 12,16 | 12,14 | 15,29 | 15,40 | 15,35 | 26,40 |
| 25,20 | 12,10 | 12,07 | 12,09 | 17,06 | 16,60 | 16,83 | 39,26 |
| 30,10 | 12,15 | 12,23 | 12,19 | 16,20 | 16,24 | 16,22 | 33,06 |
| 30,20 | 12,13 | 12,13 | 12,13 | 17,05 | 17,45 | 17,25 | 42,21 |
| 33,10 | 11,93 | 11,95 | 11,94 | 15,51 | 16,19 | 15,85 | 32,75 |
| 33,20 | 11,99 | 12,11 | 12,05 | 15,99 | 16,08 | 16,04 | 33,07 |
| 35,10 | 12,25 | 12,24 | 12,25 | 15,24 | 15,78 | 15,51 | 26,66 |
| 35,20 | 12,06 | 12,13 | 12,10 | 16,69 | 16,67 | 16,68 | 37,91 |

Příloha č. 26 Bobtnání po 24 hodinách vzorků desek s 70 % recyklátu

| Vzorek | tl. s 1 | tl. s 2 | tl. s prům. | tl. w 1 | tl. w 2 | tl. w prům. | Bobtnání |
|--------|---------|---------|-------------|---------|---------|-------------|----------|
| | [mm] | | | | | | [%] |
| 3,10 | 12,15 | 12,12 | 12,14 | 15,16 | 15,50 | 15,33 | 26,33 |
| 3,20 | 12,20 | 12,20 | 12,20 | 16,02 | 15,55 | 15,79 | 29,39 |
| 7,10 | 12,07 | 12,00 | 12,04 | 15,77 | 16,24 | 16,01 | 32,99 |
| 7,20 | 12,19 | 12,18 | 12,19 | 16,32 | 16,07 | 16,20 | 32,91 |
| 11,10 | 11,99 | 12,00 | 12,00 | 15,47 | 15,40 | 15,44 | 28,68 |
| 11,20 | 12,08 | 12,10 | 12,09 | 17,37 | 17,59 | 17,48 | 44,58 |
| 15,10 | 12,32 | 12,31 | 12,32 | 17,04 | 16,85 | 16,95 | 37,60 |
| 15,20 | 12,14 | 12,17 | 12,16 | 16,89 | 16,41 | 16,65 | 36,98 |
| 20,10 | 12,40 | 12,41 | 12,41 | 17,66 | 17,05 | 17,36 | 39,90 |
| 20,20 | 12,24 | 12,27 | 12,26 | 16,19 | 16,16 | 16,18 | 31,99 |
| 23,10 | 12,36 | 12,35 | 12,36 | 15,34 | 15,21 | 15,28 | 23,63 |
| 23,20 | 12,39 | 12,33 | 12,36 | 16,94 | 16,54 | 16,74 | 35,44 |
| 25,10 | 12,22 | 12,22 | 12,22 | 16,19 | 15,81 | 16,00 | 30,93 |
| 25,20 | 12,11 | 12,13 | 12,12 | 16,03 | 16,20 | 16,12 | 32,96 |
| 30,10 | 12,02 | 12,00 | 12,01 | 15,68 | 15,91 | 15,80 | 31,52 |
| 30,20 | 12,03 | 11,98 | 12,01 | 16,44 | 16,24 | 16,34 | 36,11 |
| 33,10 | 12,19 | 12,20 | 12,20 | 16,42 | 15,79 | 16,11 | 32,06 |
| 33,20 | 12,05 | 12,08 | 12,07 | 15,67 | 15,60 | 15,64 | 29,59 |
| 35,10 | 12,16 | 12,15 | 12,16 | 15,38 | 15,57 | 15,48 | 27,31 |
| 35,20 | 12,23 | 12,25 | 12,24 | 15,46 | 15,73 | 15,60 | 27,41 |

Příloha č. 27 Bobtnání po 24 hodinách vzorků desek s 100 % recyklátu

| Vzorek | tl. s 1 | tl. s 2 | tl. s prům. | tl. w 1 | tl. w 2 | tl. w prům. | Bobtnání |
|--------|---------|---------|-------------|---------|---------|-------------|----------|
| | [mm] | | | | | | [%] |
| 3,10 | 12,11 | 12,16 | 12,14 | 15,80 | 15,80 | 15,80 | 30,20 |
| 3,20 | 12,02 | 12,11 | 12,07 | 15,75 | 15,74 | 15,75 | 30,50 |
| 7,10 | 12,02 | 11,96 | 11,99 | 14,71 | 15,07 | 14,89 | 24,19 |
| 7,20 | 12,10 | 12,13 | 12,12 | 14,65 | 15,01 | 14,83 | 22,41 |
| 11,10 | 11,90 | 11,90 | 11,90 | 15,34 | 15,88 | 15,61 | 31,18 |
| 11,20 | 11,95 | 11,98 | 11,97 | 14,41 | 14,71 | 14,56 | 21,69 |
| 15,10 | 12,03 | 12,10 | 12,07 | 15,80 | 15,42 | 15,61 | 29,38 |
| 15,20 | 12,07 | 12,17 | 12,12 | 16,67 | 16,63 | 16,65 | 37,38 |
| 20,10 | 11,94 | 11,92 | 11,93 | 15,91 | 15,20 | 15,56 | 30,39 |
| 20,20 | 12,03 | 12,05 | 12,04 | 17,83 | 18,60 | 18,22 | 51,29 |
| 23,10 | 12,49 | 12,44 | 12,47 | 16,96 | 16,51 | 16,74 | 34,26 |
| 23,20 | 12,05 | 12,10 | 12,08 | 15,42 | 15,52 | 15,47 | 28,12 |
| 25,10 | 12,03 | 12,07 | 12,05 | 16,55 | 16,76 | 16,66 | 38,22 |
| 25,20 | 11,90 | 12,05 | 11,98 | 16,21 | 16,67 | 16,44 | 37,29 |
| 30,10 | 12,00 | 11,94 | 11,97 | 15,05 | 15,29 | 15,17 | 26,73 |
| 30,20 | 11,97 | 12,00 | 11,99 | 16,74 | 16,43 | 16,59 | 38,38 |
| 33,10 | 12,02 | 11,94 | 11,98 | 16,68 | 15,39 | 16,04 | 33,85 |
| 33,20 | 12,05 | 12,05 | 12,05 | 16,10 | 16,55 | 16,33 | 35,48 |
| 35,10 | 12,25 | 12,24 | 12,25 | 15,60 | 15,62 | 15,61 | 27,48 |
| 35,20 | 12,20 | 12,25 | 12,23 | 15,54 | 15,47 | 15,51 | 26,83 |

Příloha č. 28 Bobtnání po 24 hodinách vzorků kontrolních desek z třísek Kronospan

| Vzorek | tl. s 1 | tl. s 2 | tl. s prům. | tl. w 1 | tl. w 2 | tl. w prům. | Bobtnání |
|--------|---------|---------|-------------|---------|---------|-------------|----------|
| | [mm] | | | | | | [%] |
| 3,10 | 12,33 | 12,32 | 12,33 | 16,62 | 16,33 | 16,48 | 33,67 |
| 3,20 | 12,42 | 12,42 | 12,42 | 16,98 | 16,73 | 16,86 | 35,71 |
| 7,10 | 12,43 | 12,47 | 12,45 | 15,96 | 16,02 | 15,99 | 28,43 |
| 7,20 | 12,37 | 12,36 | 12,37 | 16,87 | 16,77 | 16,82 | 36,03 |
| 11,10 | 12,55 | 12,54 | 12,55 | 16,59 | 16,46 | 16,53 | 31,73 |
| 11,20 | 12,03 | 12,09 | 12,06 | 15,67 | 15,91 | 15,79 | 30,93 |
| 15,10 | 11,82 | 11,82 | 11,82 | 16,56 | 16,37 | 16,47 | 39,30 |
| 15,20 | 12,29 | 12,29 | 12,29 | 16,17 | 15,67 | 15,92 | 29,54 |
| 20,10 | 11,72 | 11,72 | 11,72 | 15,99 | 15,73 | 15,86 | 35,32 |
| 20,20 | 12,23 | 12,21 | 12,22 | 16,15 | 16,48 | 16,32 | 33,51 |
| 23,10 | 12,52 | 12,51 | 12,52 | 17,00 | 17,20 | 17,10 | 36,64 |
| 23,20 | 12,73 | 12,81 | 12,77 | 16,08 | 16,11 | 16,10 | 26,04 |
| 25,10 | 12,00 | 11,90 | 11,95 | 15,32 | 15,45 | 15,39 | 28,74 |
| 25,20 | 12,39 | 12,35 | 12,37 | 15,67 | 16,01 | 15,84 | 28,05 |
| 30,10 | 12,33 | 12,33 | 12,33 | 17,51 | 17,13 | 17,32 | 40,47 |
| 30,20 | 12,45 | 12,43 | 12,44 | 16,59 | 16,29 | 16,44 | 32,15 |
| 33,10 | 12,28 | 12,27 | 12,28 | 16,51 | 16,61 | 16,56 | 34,91 |
| 33,20 | 11,94 | 11,92 | 11,93 | 16,11 | 16,01 | 16,06 | 34,62 |
| 35,10 | 12,00 | 11,96 | 11,98 | 16,08 | 16,30 | 16,19 | 35,14 |
| 35,20 | 12,50 | 12,49 | 12,50 | 15,62 | 15,71 | 15,67 | 25,37 |

Příloha č. 29 Bobtnání po 24 hodinách vzorků originálních broušených desek Kronospan

| Vzorek | tl. s | tl. w | Bobtnání |
|--------|-------|-------|----------|
| | [mm] | | [%] |
| 1 | 11,93 | 14,52 | 21,71 |
| 2 | 11,95 | 14,63 | 22,43 |
| 3 | 11,91 | 14,39 | 20,82 |
| 4 | 11,95 | 14,66 | 22,68 |
| 5 | 11,97 | 14,84 | 23,98 |
| 6 | 11,96 | 14,81 | 23,83 |
| 7 | 11,95 | 14,61 | 22,26 |
| 8 | 11,95 | 14,78 | 23,68 |
| 9 | 11,94 | 14,67 | 22,86 |
| 10 | 11,89 | 14,64 | 23,13 |
| 11 | 11,95 | 14,51 | 21,42 |
| 12 | 11,94 | 14,49 | 21,36 |

Příloha č. 30 Bobtnání po 24 hodinách vzorků originálních nebroušených desek Kronospan

| Vzorek | tl. s | tl. w | Bobtnání |
|--------|-------|-------|----------|
| | [mm] | | [%] |
| 1 | 12,22 | 14,95 | 22,34 |
| 2 | 12,20 | 14,93 | 22,38 |
| 3 | 12,16 | 14,95 | 22,94 |
| 4 | 12,21 | 14,81 | 21,29 |
| 5 | 12,21 | 14,91 | 22,11 |
| 6 | 12,26 | 15,09 | 23,08 |
| 7 | 12,21 | 15,07 | 23,42 |
| 8 | 12,23 | 15,08 | 23,30 |
| 9 | 12,23 | 15,02 | 22,81 |
| 10 | 12,21 | 15,04 | 23,18 |
| 11 | 12,20 | 15,09 | 23,69 |
| 12 | 12,20 | 14,90 | 22,13 |

Příloha č. 31 Rozlupčivost vzorků desek s 40 % recyklátu

| Vzorek | Výška smyk. plochy | Šířka smyk. plochy | Rm |
|--------|-----------------------|-----------------------|-------|
| | [mm] | | [MPa] |
| 1 | 50 | 50 | 0,74 |
| 2 | 50 | 50 | 0,24 |
| 3 | 50 | 50 | 0,39 |
| 4 | 50 | 50 | 0,33 |
| 5 | 50 | 50 | 0,84 |
| 6 | 50 | 50 | 0,63 |
| 7 | 50 | 50 | 0,24 |
| 8 | 50 | 50 | 0,53 |
| 9 | 50 | 50 | 0,25 |
| 10 | 50 | 50 | 0,38 |

Příloha č. 32 Rozlupčivost vzorků desek s 70 % recyklátu

| Vzorek | Výška smyk. plochy | Šířka smyk. plochy | Rm |
|--------|-----------------------|-----------------------|-------|
| | [mm] | | [MPa] |
| 1 | 50 | 50 | 0,70 |
| 2 | 50 | 50 | 0,45 |
| 3 | 50 | 50 | 0,56 |
| 4 | 50 | 50 | 0,40 |
| 5 | 50 | 50 | 0,80 |
| 6 | 50 | 50 | 0,64 |
| 7 | 50 | 50 | 0,09 |
| 8 | 50 | 50 | 0,20 |
| 9 | 50 | 50 | 0,63 |
| 10 | 50 | 50 | 0,45 |

Příloha č. 33 Rozlupčivost vzorků desek s 100 % recyklátu

| Vzorek | Výška smyk. plochy | Šířka smyk. plochy | Rm |
|--------|-----------------------|-----------------------|-------|
| | [mm] | | [MPa] |
| 1 | 50 | 50 | 0,15 |
| 2 | 50 | 50 | 0,83 |
| 3 | 50 | 50 | 0,32 |
| 4 | 50 | 50 | 0,61 |
| 5 | 50 | 50 | 0,73 |
| 6 | 50 | 50 | 0,27 |
| 7 | 50 | 50 | 0,26 |
| 8 | 50 | 50 | 0,23 |
| 9 | 50 | 50 | 0,26 |
| 10 | 50 | 50 | 0,45 |

Příloha č. 34 Rozlupčivost vzorků kontrolních desek z třísek Kronospan

| Vzorek | Výška smyk. plochy | Šířka smyk. plochy | Rm |
|--------|-----------------------|-----------------------|-------|
| | [mm] | | [MPa] |
| 1 | 50 | 50 | 0,45 |
| 2 | 50 | 50 | 0,40 |
| 3 | 50 | 50 | 0,54 |
| 4 | 50 | 50 | 0,70 |
| 5 | 50 | 50 | 0,54 |
| 6 | 50 | 50 | 0,59 |
| 7 | 50 | 50 | 0,26 |
| 8 | 50 | 50 | 0,59 |
| 9 | 50 | 50 | 0,41 |
| 10 | 50 | 50 | 0,32 |

Příloha č. 35 Rozlupčivost vzorků originálních broušených desek Kronospan

| Vzorek | Výška smyk. plochy | Šířka smyk. plochy | Rm |
|--------|-----------------------|-----------------------|-------|
| | [mm] | | [MPa] |
| 1 | 50 | 50 | 0,62 |
| 2 | 50 | 50 | 0,73 |
| 3 | 50 | 50 | 0,48 |
| 4 | 50 | 50 | 0,77 |
| 5 | 50 | 50 | 0,72 |
| 6 | 50 | 50 | 0,76 |
| 7 | 50 | 50 | 0,69 |
| 8 | 50 | 50 | 0,69 |
| 9 | 50 | 50 | 0,83 |
| 10 | 50 | 50 | 0,53 |

Příloha č. 36 Rozlupčivost vzorků originálních nebroušených desek Kronospan

| Vzorek | Výška smyk. plochy | Šířka smyk. plochy | Rm |
|--------|-----------------------|-----------------------|-------|
| | [mm] | | [MPa] |
| 1 | 50 | 50 | 0,56 |
| 2 | 50 | 50 | 0,38 |
| 3 | 50 | 50 | 0,13 |
| 4 | 50 | 50 | 0,46 |
| 5 | 50 | 50 | 0,68 |
| 6 | 50 | 50 | 0,60 |
| 7 | 50 | 50 | 0,57 |
| 8 | 50 | 50 | 0,60 |
| 9 | 50 | 50 | 0,75 |
| 10 | 50 | 50 | 0,49 |

Příloha č. 37 Postup výpočtu navážky

| | | |
|-----------------------------------------------|-----|-------------------|
| TLOUŠTKA DESKY | 12 | mm |
| ŠÍŘKA DESKY | 600 | mm |
| DÉLKA DESKY | 600 | mm |
| PLÁNOVANÁ OBJEMOVÁ HMOTNOST | 600 | kg/m ³ |
| VLHKOST TRÍSEK | 4 | % |
| MNOŽSTVÍ SUŠINY V LEPIDLE | 66 | % |
| NÁNOS LEPIDLA NA POVRCHOVÉ TRÍSKY | 10 | % |
| NÁNOS LEPIDLA NA STŘEDOVÉ TRÍSKY | 8 | % |
| MNOŽSTVÍ SUŠINY V TVRDIDLO NH ₄ Cl | 66 | % |
| NÁNOS TVRDIDLA | 16 | % |
| ADDITIVUM – SUŠINA | 0 | % |
| NÁNOS ADDITIVA | 0 | % |
| VLHKOST TD PO KLIMATIZACI NA SVR | 8 | % |
| STŘEDOVÁ VRSTVA | 2 | poměr |
| POVRCHOVÁ VRSTVA | 1 | poměr |
| POČET KUSŮ DESEK | 8 | kusů |

a) Výpočet objemu desky (V_d)

Objem desky se vypočítá pomocí následujícího vzorce, kde A je tloušťka desky, B je šířka desky a C délka desky.

$$V_d = A \cdot B \cdot C [m^3]$$

b) Výpočet hmotnosti částic v desce (M_{sum})

Celková hmotnost částic v desce se vypočítá jako plánovaná objemová hmotnost desky krát vypočítaný objem desky.

$$M_{sum} = \rho \cdot V_d [kg]$$

Výsledek vyjadřuje hmotnostní zastoupení všech částic v desce (tríssek, lepidla, aditiv) při specifikované vlhkosti a bez rozlišení vrstev desky. Tento výsledek je základem, od kterého se postupně odečítají jednotlivé složky, a také se specifikuje rozdělení na vrstvy.

c) Výpočet částic při odečtu SVR vlhkosti (Msvrminus)

Částice musí být vypočítány při odečtení vlhkost TF po klimatizaci na stav vlhkostní rovnováhy – vyrovnání vlhkosti s okolním prostředím. Do vzorce bude použita získaná hmotnost částic v desce a 8 % vlhkost TD po klimatizaci na SVR.

$$M_{svrminus} = \frac{M_{sum} \cdot 100}{100 + SVR} [kg]$$

Hmotnost v kg vyjadřuje hmotnost lepidla, třisek, parafinové emulze a tvrdidla po odpočtu vlhkosti 8 %.

d) Výpočet absolutně suchých třisek bez ostatních látek

Pro výpočet je třeba znát hmotnost třisek $M_{střed}$ a M_{povrch} . Dále také nános lepidla na třískách (lepstřed, leppovrch).

$$a. s. střed = \frac{M_{střed} \cdot 100}{100 + lepstřed} [kg]$$

$$a. s. povrch = \frac{M_{povrch} \cdot 100}{100 + leppovrch} [kg]$$

Výpočet absolutně suchých třisek po odečtení nánosů lepidla pro jednotlivé vrstvy z hmotnosti třisek povrchových a středových. Tento výsledek je potřebný ke zjištění hmotností třisek, které musí mít určitou vlhkost. Rovněž jsou k tomuto výsledku vztaženy hodnoty nánosů lepidla.

e) Výpočet potřebného množství třisek s určitou vlhkostí

Na tento výpočet je nutno znát hmotnost absolutně suchých třisek z předešlého výpočtu a také vlhkost třisek, což je 4 %.

$$M_{třísky\ střed} = \frac{a. s. střed}{100} \cdot (4 \cdot 100) [kg]$$

$$M_{třísky\ povrch} = \frac{a. s. povrch}{100} \cdot (4 \cdot 100) [kg]$$

Výsledek v kg je hmotnost středových a povrchových třísek potřebná na jednu desku.

f) Hmotnost lepidla o specifické sušině

V tomto kroku se použije pomocný výpočet, ve kterém se použije sušina v 100% koncentraci a nános lepidla v % a poté se vypočte hmotnost lepidla o zadané sušině (55 %).

$$M_{sublepstř} = \frac{\%lepstř}{100} \cdot a.s.střed [kg]$$

$$M_{lepstř} = \frac{M_{sublepstř} \cdot 100}{\%sušlep} [kg]$$

$$M_{subleppovrch} = \frac{\%leppovrch}{100} \cdot a.s.povrch [kg]$$

$$M_{leppovrch} = \frac{M_{subleppovrch} \cdot 100}{\%sušlep} [kg]$$

Výsledkem je množství lepidla v kg, které je potřebné pro vrstvu jedné desky.

g) Hmotnost tvrdidla o spec. sušině

Tvrdidlo bylo naváženo jako 1 % z hmotností lepidla, určeného pro povrchovou nebo středovou vrstvu.

Příloha č. 38 – KRONORES CB 1100

Chemický název: Močovino-formaldehydové lepidlo

CAS: 9011-05-06
(25036-13-9)

Název produktu: KRONORES CB 1100

Použití: KRONORES je používáno v dřevozpracujícím průmyslu pro produkci aglomerovaných materiálů, je používáno v kombinaci s tvrdidlem za použití zvýšených teplot. Vhodnost použití jsou pouze interiérové aplikace, kde není předpokládám permanentní vliv vlhkosti.

Výrobce: DUKOL Ostrava, s.r.o., Chemická 1/2039, 709 03 Ostrava – Mariánské hory, Czech Republic

Tel.: +420 596 643 504, Fax: +420 596 643 504,
hpopovova@dukol.cz

Nouzový kontakt: Na Bojišti 1, 128 08 Praha 2, Czech Republic
Tel.: 420 224 919 293 or 224 915 402, Fax: + 420 224 914 570

Příloha č. 39 – KRONORES CB 1637

Chemický název: Močovino-formaldehydové lepidlo

CAS: 9011-05-06
(25036-13-9)

Název produktu: KRONORES CB 1637

Použití: KRONORES je používáno v dřevozpracujícím průmyslu pro produkci aglomerovaných materiálů, je používáno v kombinaci s tvrdidlem za použití zvýšených teplot. Vhodnost použití jsou pouze interiérové aplikace, kde není předpokládám permanentní vliv vlhkosti.

Výrobce: DUKOL Ostrava, s.r.o., Chemická 1/2039, 709 03 Ostrava – Mariánské hory, Czech Republic

Tel.: +420 596 643 504, Fax: +420 596 643 504,
hpopovova@dukol.cz

Nouzový kontakt: Na Bojišti 1, 128 08 Praha 2, Czech Republic
Tel.: 420 224 919 293 or 224 915 402, Fax: + 420 224 914 570