

Mendelova univerzita v Brně  
Lesnická a dřevařská fakulta

**Vplyv lepidla na pevnost' lepených spojov za zvýšených teplôt s využitím metody šikmého šmyku**

Bakalárska práca

**2014/2015**

**Petra Košutová**

**Mendelova univerzita v Brně**

**Lesnická a dřevařská fakulta**

**Ústav nábytku designu a bydlení**

**Vplyv lepidla na pevnost' lepených spojov za zvýšených teplôt s využitím metody šikmého šmyku**

Bakalárska práca

**2014/2015**

**Petra Košutová**

## Čestné prehlásenie

Prohlašuji, že jsem práci: *Vplyv lepidla na pevnosť lepených spojov za zvýšených teplôt s využitím metódy šikmého* zpracovala 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 ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

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

Dále se zavazuji, že předsepsáním 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 nákladu spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne:.....

podpis studenta .....

## **PodĎakovanie**

Moje poĎakovanie patrı vedúcemu záverečnej práce Ing. Josefu Hlavatému Ph.D., za odborné vedenie, usmerňovanie, ochotu pomôcť mi pri spracovaní záverečnej práce, praktické rady a podnety k mojej práci.

Veľké poĎakovanie patrı aj celej mojej rodine za podporu a trpezlivosť, ktorej sa mi dostávalo počas celého štúdia.

**Meno:** Petra Košutová

**Názov bakalárskej práce:**

„Vplyv lepidla na pevnosť lepených spojov za zvýšených teplôt s využitím metódy šikmého šmyku“

**Abstrakt:**

Bakalárska práca sa zaoberá vplyvom lepidla na pevnosť lepeného spoja ABS hrany a DTD-L za zvýšených teplôt. Táto problematika sa týka aj logistických operácií, kedy je nábytok počas prepravy, skladovania, vystavovaný extrémnym hodnotám teploty v kladnom aj zápornom smere. Tento faktor má preto zásadný vplyv na voľbu vhodného lepidla, ktoré musí svojimi vlastnosťami odolávať extrémnym podmienkam a vyhovovať požadovaným vlastnostiam. Pri skúške bol použitý plošný materiál DTD, ktorý je bežne dostupný a využívaný v nábytkárskom priemysle. Bola testovaná pevnosť lepených spojov, kde bolo použité tavné lepidlo EVA, ktoré bolo vystavené cyklickému teplotnému zaťažovaniu (od 20 °C do 70 °) s využitím metódy šikmého šmyku pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45°. Výsledky meraní boli spracované, analyzované a hodnotené.

**Kľúčové slová:** lepený spoj, lepidlo, teplota, šikmý šmyk, DTD, ABS, preprava v kontajneroch, cyklické tepelné zaťažovanie.

**Name:** Petra Košutová

**The Subject of bachelor thesis:**

„The influence of adhesive on adhesive-bound joint strength at increased temperatures using the method of oblique shear.“

**Abstract:**

This bachelor thesis deals with the influence of adhesive on bond strength of ABS edges and particle boards at increased temperatures. The issue also involves logistic operations, where furniture is exposed to extreme temperatures in both positive and negative directions while being transported or stored. The factor mentioned above is vital for choice of suitable adhesive showing the properties that have to withstand extreme conditions and comply with the required characteristics at the same time. The test was carried out using particular board sheet material that is commonly available and widely used in furniture industry. Bond strength was tested having applied EVA hot melt adhesive that was exposed to cyclic thermal load of 20 to 70 °C using the method of oblique shear and compressive load at 45°. The results of the measurements were processed and analyzed thoroughly.

**Keywords:** glued joints, glue, temperature, angle shear, DTD, ABS, container forwarding, cyclic thermal loading.

# Obsah

<b>Obsah</b> .....	<b>7</b>
<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>2 CIEĽ PRÁCE</b> .....	<b>11</b>
<b>3 LITERÁRNY PREHĽAD</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1 Lepenie a lepidlá</b> .....	<b>12</b>
3.1.1 Lepenie dreva.....	12
3.1.2 Lepidlá .....	13
3.1.3 Tavné lepidlá.....	13
3.1.4 Tavné lepidlá na báze EVA polymérov .....	15
<b>3.2 Drevotrieskové dosky (DTD)</b> .....	<b>16</b>
3.2.1 Charakteristika drevotrieskových dosiek .....	16
3.2.2 Vlastnosti drevotrieskových dosiek .....	17
3.2.3 Použitie drevotrieskových dosiek .....	17
3.2.4 Výroba drevotrieskových dosiek .....	18
<b>3.3 Povrchová úprava aglomerovaných materiálov</b> .....	<b>19</b>
3.3.1 Povrchová úprava pláštovacími materiálmi.....	19
3.3.2 Plášťovanie nalisovaním - laminovanie.....	19
<b>3.4 Dekoračné materiály na bočné plochy dielcov</b> .....	<b>21</b>
3.4.1 Postup olepovania dekoračných materiálov na bočné plochy .....	21
3.4.2 Olepovacie pásy na bočné plochy dielcov .....	22
3.4.3 Olepovacia páska z termoplastov ABS.....	23
<b>3.5 Štruktúra lepeného spoja a faktory ovplyvňujúce jeho kvalitu</b> .....	<b>24</b>
<b>3.6 Preprava a vývoz nábytku</b> .....	<b>25</b>
<b>3.7 Preprava nábytku</b> .....	<b>26</b>
<b>3.8 Námorná doprava</b> .....	<b>26</b>
<b>3.9 Kontajnerová námorná preprava</b> .....	<b>27</b>
3.9.1 Mikroklima v kontajneroch a klimatické faktory, ktoré ho ovplyvňujú... ..	27
3.9.2 Kontajnerová preprava nábytku .....	29
<b>3.10 Teória sorpcie</b> .....	<b>29</b>
<b>3.11 Extrémne teploty počas prepravy</b> .....	<b>30</b>
<b>4 POUŽITÉ MATERIÁLY, STROJE A POMÔCKY</b> .....	<b>32</b>
<b>4.1 Drevotriesková doska laminovaná</b> .....	<b>32</b>
<b>4.2 ABS hrana</b> .....	<b>33</b>
<b>4.3 Tavné lepidlo</b> .....	<b>34</b>
<b>4.4 Trhací stroj INSTRON 3365</b> .....	<b>35</b>
<b>4.5 Tepelná komora INSTRON model 3119-409-22</b> .....	<b>36</b>
<b>4.6 Klimatizačná komora INCUCCELL V - 111</b> .....	<b>36</b>

4.7	Teplotný datalogger Testo 174H.....	37
4.8	Skúšobné vzorky.....	38
5	<b>METODIKA.....</b>	<b>39</b>
5.1	Metodika prípravy vzoriek.....	39
5.2	Metodika skúšky.....	41
5.3	Postup skúšky pevnosti v lepenej špáre na šmyk pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45 °C u ABS hrany pri náraste teploty .....	42
5.4	Metodika spracovania výsledkov.....	43
6	<b>VÝSLEDKY MERANIA.....</b>	<b>44</b>
6.1	Pevnosť v špáre pre tlakový smyk- zaťaženie F .....	44
6.2	Pevnosť v špáre tlakový smyk - napätie $\tau$ .....	45
7	<b>DISKUSIA A VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV.....</b>	<b>48</b>
8	<b>ZÁVER .....</b>	<b>53</b>
9	<b>SUMMARY .....</b>	<b>55</b>
10	<b>POUŽITÁ LITERATÚRA.....</b>	<b>56</b>
10.1	Literárne zdroje .....	56
10.2	Internetové zdroje .....	57
11	<b>ZOZNAM POUŽITÝCH TABULIEK.....</b>	<b>58</b>
12	<b>ZOZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKOV .....</b>	<b>59</b>
13	<b>ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK.....</b>	<b>61</b>
14	<b>PRÍLOHY.....</b>	<b>62</b>
14.1	Správanie sa jednotlivých vzoriek počas skúšky v závislosti na teplote ...	62
14.2	Výstupy z merania.....	67
14.3	Technický list - lepidlo.....	70
14.4	Technický list - ABS hrana.....	72



# 1 ÚVOD

Zo strany výrobcov a aj spotrebiteľov sú kladené vysoké požiadavky na lepené spoje a takisto na použité lepidlá pri výrobe aglomerovaných materiálov a nábytku. Výrobcovia sa snažia týmto nárokom vyhovieť a pri výrobe svojich výrobkov sa snažia vytvárať lepené spoje s vynikajúcou odolnosťou proti atmosférickým vplyvom či spoje s vysokou elasticitou a dobrou mechanickou odolnosťou.

Lepidlá sú látky, ktoré sú schopné spojovať tuhé telesá v dôsledku priľnavosti k ich povrchu a majú dobrú vnútornú súdržnosť. Sú schopné vytvoriť pevný spoj. Voľba lepidla závisí na viacerých faktoroch: na zlepovaných materiáloch, na prostredí (vlhkosť a teplota) budúceho umiestnenia výrobku, na technológii výroby z hľadiska otvorenej doby lepenia a taktiež na budúcom namáhaní lepených spojov pri používaní výrobku.

Na našom trhu je široký sortiment lepidiel a to lepidlá na prírodnej či syntetickej báze. V súčasnosti sa v drevárskom priemysle takmer výlučne používajú syntetické lepidlá. Pre účely bakalárskej práce bolo použité tavné lepidlo EVA.

Olepovanie bočných plôch nábytkových dielcov patrí k jedným zo základných technologických operácií pri výrobe nábytku a aglomerovaných materiálov. Olepovanie bočných plôch dielcov plní dve funkcie. Prvá je mechanická funkcia. Nábytkový dielec olepený ABS hranou, olepovaciou páskou alebo dyhou je menej náchylný na poškodenie hrany, na odštiepenie alebo iné mechanické poškodenie. Druhá je estetická funkcia. Táto funkcia je taktiež dôležitá, nakoľko po formátovaní jednotlivých dielcov zostáva na plochách viditeľná rezná stopa, ktorá je nevzhľadná. Preto sa používajú rôzne deko-račné materiáli na olepenie bočných plôch, aby sa táto rezná stopa zakryla a taktiež, aby sa zvýšila estetická hodnota výrobku.

Pri výrobe nábytku z dreva alebo na bázy dreva by mala byť použitá taká technológia výroby, aby výsledný produkt splnil očakávanie nielen čo sa týka životnosti, ale taktiež bude schopný zvládnuť transport ku konečnému zákazníkovi, bez toho aby bola ovplyvnená jeho kvalita.

Keďže drevo je hygroskopický materiál, je schopný prijímať a odovzdávať vodu z prostredia a do prostredia a to v akomkoľvek skupenstve, musia byť pri výrobe a logistike dodržané určité podmienky, aby sa zachovala kvalita a boli dodržané požadované vlastnosti produktov. Ak export výsledného produktu orientujeme za hranice EÚ, behom transportu sa nám vystrieda niekoľko klimatických pásiem s extrémnymi teplo-

tami, rôznou vlhkosťou, intenzitou dažďov, zrážanlivosťou vodných pár. To znamená že v priebehu transportu sa v prepravných kontajneroch dosahujú rôzne hodnoty teploty, vlhkosti a rosných bodov. Tieto podmienky nepriaznivo ovplyvňujú drevo a materiály na bázy dreva a preto je potrebné prispôbiť podmienky pre transport. Teplota, vlhkosť a rosný bod sú základné ukazovatele, na ktoré sa treba zamerať, aby bola doprava bezpečne zaistená a aby sa zamedzilo poškodeniu výrobkov z dreva a na bázy dreva.

## 2 CIEĽ PRÁCE

Cieľom mojej bakalárskej práce je vypracovanie prehľadu odbornej literatúry o danej problematike (*Vplyv lepidla na pevnosť lepených spojov za zvýšených teplôt s využitím metódy šikmého šmyku*). Zanalyzovať ovplyvnenie pevnosti lepeného spoja, po vystavení spoja pôsobeniu cyklického teplotného klimatizačného namáhania. V práci je sledovaný význam cyklického pôsobenia zvýšených teplôt na kvalitu a odolnosť lepeného spoja.

Následne sa v práci zameriavam na získanie výsledkov a vyhodnotenie laboratórneho merania pevnosti lepeného spoja na bočných plochách nábytkových dielcov ABS hrany a DTD-L dosky pričom spoj je lepený tavným lepidlom EVA. Pevnosť v lepenej špáre sa skúša metódou šikmého šmyku pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45°, po pôsobení cyklického teplotného zaťažovania.

Výsledky skúšky budú ďalej vyhodnotené a porovnané s výsledkami meraní pevnosti spojov, ktoré boli vystavené zvýšením teplotám bez pôsobenia cyklického tepelného zaťaženia.

## 3 LITERÁRNY PREHĽAD

### 3.1 Lepenie a lepidlá

Lepením označujeme spájanie minimálne dvoch materiálov kvapalnou látkou alebo látkou v pevnom stave prechádzajúcou kvapalným štádiom, prípadne plastickým, ktoré majú vlastnosť vytvoriť pevný, trvalý spoj.

Lepenie je proces, ktorý sa skladá z čiastkových, časovo na seba nadväzujúcich procesov, pôsobením ktorých nastane žiadaná primárna zmena - pevný spoj materiálov. Pri lepení môžeme definovať takéto nasledujúce čiastkové procesy: nanášanie lepidla, skladanie lepených materiálov, vytvrdzovanie lepidla za pôsobenia tlaku a bez pôsobenia tlaku. V prípade použitia lepidla pevného skupenstva sa čiastkovým procesom lepenia stáva aj jeho aktivácia, v rámci ktorej sa lepidlo stáva schopným lepenia. (Nemec et al. 1986).

Lepenie je spojenie dvoch materiálov za použitia lepidla. Podľa DIN EN 923 lepidlo je definované ako:

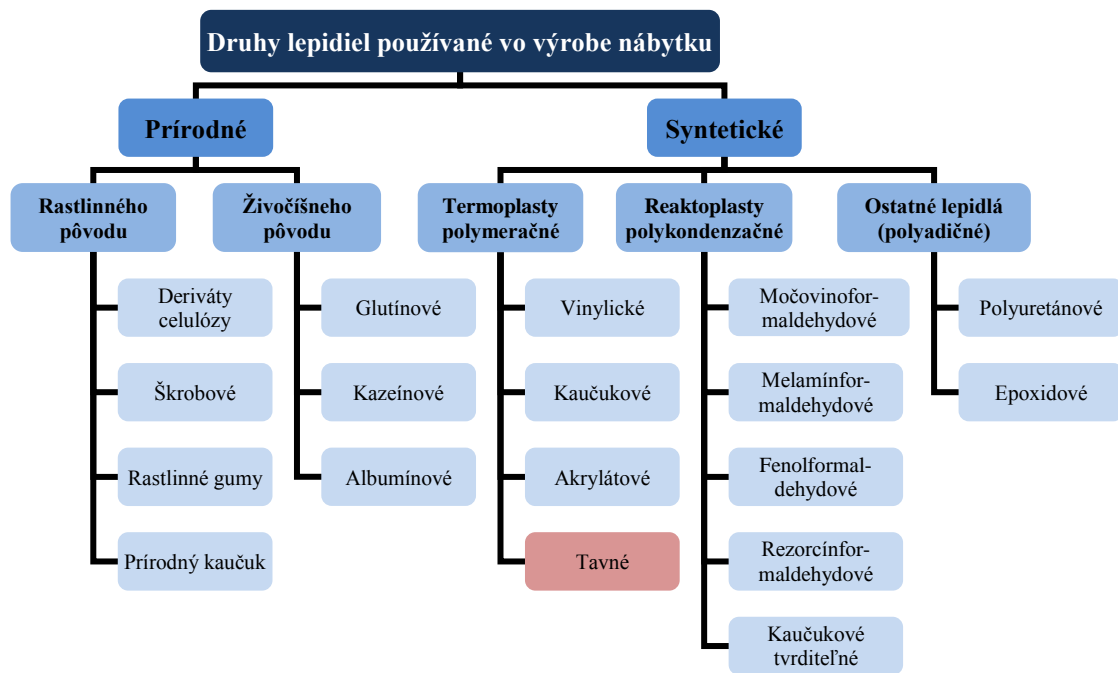
- nekovový materiál,
- spojivo, ktoré sa vyznačuje súdržnosťou a priľnavosťou.

#### 3.1.1 Lepenie dreva

Drevo je nehomogénny, porézny, nasiakavý a objemovo nestabilný materiál. Hlavnou stavebnou zložkou dreva sú polysacharidy, najmä celulóza. Jej makromolekula obsahuje veľký počet hydroxilových (OH) skupín, ktoré určujú polárny charakter dreva. Medzery medzi celulóзовými vláknami sú v dreve vyplnené lignínom. Drevo obsahuje podľa druhu aj ďalšie sprievodné látky, napr. živice, terpeny, minerálne soli, vosky, a bielkoviny. Drevo obsahuje rovnovážne množstvo vlhkosti, za normálne sa považuje obsah vlhkosti v rozmedzí 8-10 %.

Priemyslovým spracovaním drevenej hmoty s použitím lepidiel a spojív sa zaoberá najmä výroba konštrukčných polotovarov. Vrstvením a zlepením drevených dýh za rôznych podmienok vznikajú preglejky, lisovaním drevených triesok, pilín a vlákien s pojivami drevotriekové, pilinové a drevovláknité materiály. Čím viac sa potlačí prírodná štruktúra dreva, tým je materiál homogénnejší a objemovo stabilnejší. Upravené aglomerované materiály sú potom vhodné pre výrobu dreveného tovaru, najmä nábytku (Osten 1975).

### 3.1.2 Lepidlá



Obr.1 Druhy lepidiel používané vo výrobe nábytku

### 3.1.3 Tavné lepidlá

Tavné lepidlá patria medzi najnovšie druhy lepidiel, ktoré sa svojím zložením a technológiou spracovania výrazne líši od ostatných typov používaných spojív. Za bežnej teploty to sú pevné látky termoplastického charakteru. Spracovávajú sa tak, že sa zahrejú na teplotu topenia, ktorá sa pohybuje zvyčajne medzi 180 až 210 ° C. Pri tejto teplote sa roztavia, skvapalnia a stanú sa lepivými. Pri poklese teploty pod túto hranicu opäť tuhnú (Nutsch 1999).

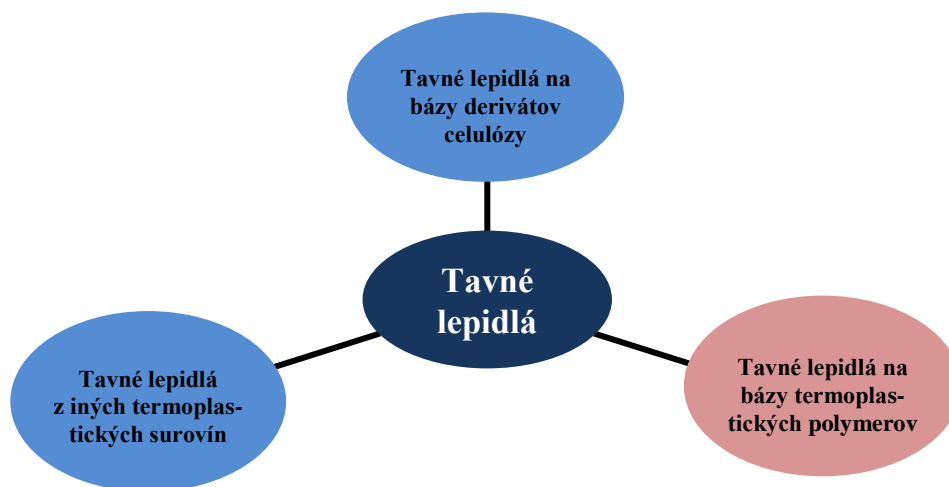
Tavné lepidlá sú po ochladení a stuhnutí schopné spájať rôzne materiály k sebe. Spoj získava veľmi rýchlo požadovanú pevnosť, je v priebehu niekoľkých sekúnd úplne stuhnutý a pripravený na ďalšie opracovanie. Okrem lepidiel, ktoré vytvrdzujú iba fyzikálne, sú aj reaktívne tavné lepidlá, u niektorých po fyzikálnom stuhnutí dochádza ešte k zasieťovaniu (chemický proces), napr. polyuretánové tavné lepidlá (Martinek 2012).

Tavenina lepidla sa naniesie na spojovaný povrch buď tak, že sa vypustí z tavnej komory alebo nanášacími valcami, alebo sa nastrekuje. Lepidlo sa nanáša vo forme prášku, pásiky, fólie alebo na nosiči z papiera, tkaniny, derivátu celulózy. Lepidlo sa taktiež môže nanášať na jednu spojovanú plochu a ponechá stuhnúť, pri lepení sa potom stuhnutý film aktivuje teplom za mierneho tlaku. Výnimočne je možná aj aktivácia roz-

púšťadlom. Aktivácia teplom je jednotná pre spracovanie tavných lepidiel v podobe pásov, granúl, fólií, prášku (Osten 1975).

Tavné lepidlá môžu byť v sklovitom stave, čo je základné skupenstvo za normálnej teploty (tuhé), v stave viskoelastickom (mäkko elastickom), čo je stav zmäknutia za pôsobenia zvýšenej teploty a plastickom, v tomto stave sa lepidlo nanáša. V stave plastickom je lepidlo v podstate tavenina. Ochladením na materiáli sa tavné lepidlo vracia v opačnom poradí späť do stavu sklovitého. Teda zo stavu plastického cez viskoelastický do sklovitého. Zmena stavu je reverzibilná iba u tavných lepidiel, ktoré vytvrdzujú len fyzikálne. U lepidiel, pri ktorých použití dochádza k chemickej reakcii je zmena stavu nereverzibilná (Pekař 2012).

Najväčšou výhodou tavných lepidiel je vysoká produktivita práce, kedy lepidlo po nanosení veľmi rýchlo tuhne. Nanosenie lepidla a vytvrdenie trvá len niekoľko sekúnd a spracovávaný výrobok môže pokračovať na ďalšiu pracovnú operáciu. Medzi ďalšie výhody patrí aj aplikácia pomocou jednostranného nánosu lepidla, šetrnosť k životnému prostrediu a to tak že nezaťažujú životné prostredie VOC (100% sušina).



Obr.2 Druhy tavných lepidiel

V drevárskom priemysle sa tavné lepidlá používajú najmä na olepovanie hrán, profilov, zosadzovanie dýh a pri montážnom lepení. S vývojom týchto lepidiel sa vyvinuli aj nové stroje - olepovačky. Ide o stroje, ktoré v základnom prevedení majú zásobník na tavné lepidlo, ktoré sa taví, nanáša na bočnú plochu dielca a následne sa na dielec pritláča olepovací materiál (papierová páska, ABS hrana, dyha ...) (Lear a.s.).

### 3.1.4 Tavné lepidlá na báze EVA polymérov

Tavné lepidlá na báze EVA kopolymérov sú tuhé zmesi polymérov a prísad, ktoré pôsobením tepla mäknú a tečú. Lepivé sú v roztavenom stave a po ochladení rýchlo v priebehu niekoľkých sekúnd tuhnú. Typické zloženie tavných lepidiel na báze polyethylenvinylacetátu obsahuje tieto štyri základné zložky:

- kopolyméry EVA 30% až 40%
- živice 30% až 40%
- vosky 20% až 30%
- antioxidanty cca 1%

Množstvo a pomer každej zložky ku kopolyméru EVA závisí od toho akú účinnosť lepidla treba pripraviť pre danú aplikáciu. Tento kopolymér má dobrú použiteľnosť vďaka jeho dobrej tavitelnosti, miešateľnosti (kompatibilita) so živcami a voskami a teplotou. Jednotlivé zložky lepidla mu dávajú rôzne vlastnosti, napr. kopolymér dáva tavenému lepidlu pevnosť a tuhosť, modifikujúce živice príľnavosť a vosky upravujú rýchlosť tuhnutia.

Najväčšou nevýhodou tavných lepidiel na báze ethylvinylacetátu je, že nie sú odolné voči teplotám, ktoré sú už o niekoľko stupňov nižšie ako ich bod mäknutia a práve tým sa stávajú nevhodnými pre konštrukčné lepenie. Značný problém pri ich aplikáciách predstavuje malá odolnosť lepeného spoja voči teplotám vyšším ako 60°C. Okolo tejto teploty sa lepidlo taví a spoj sa stáva nepevným.

Tieto tavné lepidlá sa používajú v drevospracujúcom priemysle pri olepovaní rovných hrán, technológií softforming, oplášťovaní profilov, montážnom lepení, lepení čalúneného nábytku a zaoblených hrán.

Najvýznamnejšia technológia je však aplikácia tavného lepidla na bázy EVA polymérov pri olepovaní bočných hrán nábytkových dielcov (Nutsch 1999; Gelbič 2000).



Obr.3 Jowatherm tavné lepidlo vo forme granúl, použité na príprave vzorkou v BP

(zdroj: <http://www.hranipex.sk/>)

## 3.2 Drevotrieskové dosky (DTD)

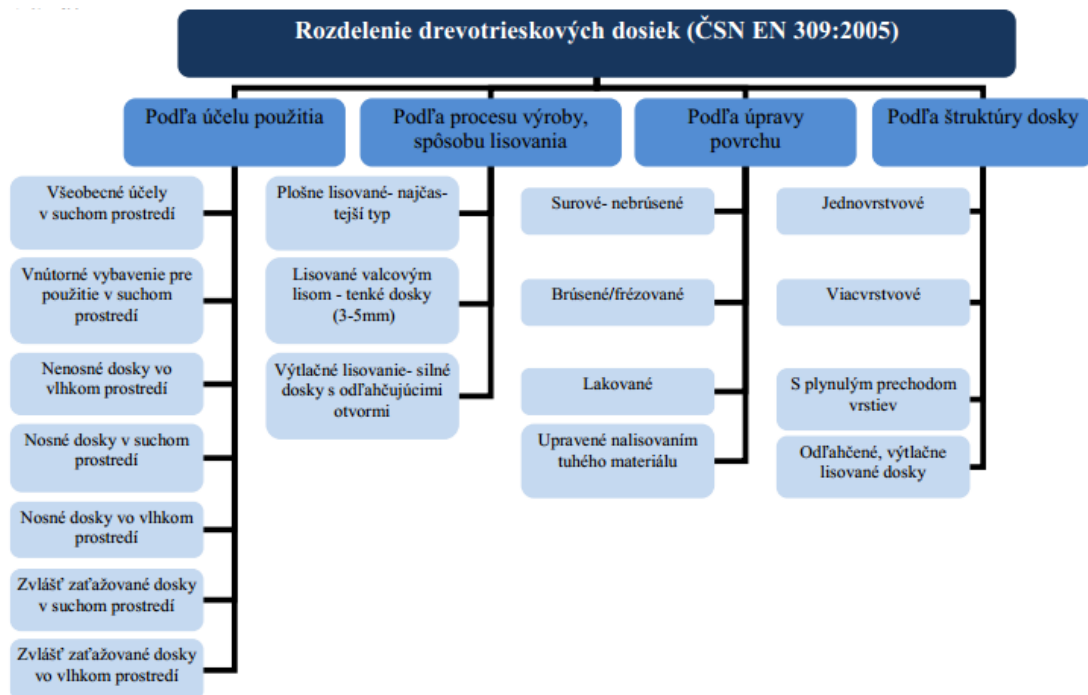
Podľa ČSN EN 309:2005 sú trieskové dosky definované ako materiály vyrobené zlisovaním a ohrevom častíc (triesok, hoblín, pilín apod.) alebo iných lignocelulóзовých materiálov vo forme častíc (napr. pazderí, konope, slama) s prídavkom polymérneho lepidla.

Drevotrieskové dosky sú v súčasnej dobe najviac rozšíreným a najviac vyrábaným aglomerovaným materiálom. Zavedením výroby drevotrieskových dosiek sa zásadným spôsobom zmenila možnosť využívania zvyškového dreva, ktoré bolo predtým nevyužitú alebo bolo vyžívané len na energetické účely.

Drevotrieskové dosky sa začali vo svete vyrábať koncom štyridsiatych rokov minulého storočia. V bývalom Československu bola už v roku 1949 vo firme Bučina uvedená do prevádzky prvá linka na svete na výrobu DTD z listnatej dreveniny - buku. Linka vyrábala drevené dosky pod obchodným názvom BUKAS (Hrázsky a Král 2007; Böhm et al. 2012).

### 3.2.1 Charakteristika drevotrieskových dosiek

Drevotriesková doska je doskový materiál vyrobený z drevených častíc (drevených triesok, hoblín, pilín, apod.), spojených organickým spojivom pomocou tepla a tlaku.



Obr.4 Rozdelenie drevotrieskových dosiek podľa ČSN EN 309:2005



### 3.2.2 Vlastnosti drevotrieskových dosiek

Vlastnosti DTD sú ovplyvnené množstvom faktorov, medzi ktoré patrí najmä veľkosť triesok, druh použitej dreveniny a druh použitého lepidla. Všeobecne majú tieto dosky horšie mechanické vlastnosti než masívne drevo, ale aj oveľa nižšiu rozťažnosť vplyvom vlhkosti.

Tab.1 Výhody a nevýhody drevotrieskových dosiek

Výhody DTD	Nevýhody DTD
pre výrobu dosiek môžu byť použité aj ďalšie druhy lignocelulóзовých materiálov, napr. ľanové a konopné pazdéria, bambus, papyrus, stonky bavlníka, zvyšky cukrovej trstiny a pod.	horšie mechanické vlastnosti, tie možno ale eliminovať vhodným dimenzovaním a konštrukčným riešením výrobku
izotropnosť (tvarová stálosť v ploche)	malá odolnosť proti pôsobeniu dlhodobej vlhkosti. Dosky nie sú vhodné na použitie do exteriéru s priamym pôsobením poveternostných podmienok
veľká plošnosť	umelý vzhľad nepodobný drevu. Pre zvýšenie odolnosti povrchu a najmä pre výrazné zlepšenie estetického vzhľadu sa tieto materiály vo väčšine prípadov dyhujú, laminujú, alebo olepujú papierovými alebo plastovými fóliami
možnosť výroby dosiek s rôznou hustotou a mechanickými vlastnosťami bez akýchkoľvek vád	pomerne hrubá vnútorná štruktúra, ktorá neumožňuje čisté a hladké profilovanie bokov
dosky umožňujú rôznu povrchovú úpravu plôch a bokov	
vo väčšine prípadov je možné výrobky po skončení životnosti recyklovať alebo využiť energeticky	

### 3.2.3 Použitie drevotrieskových dosiek

Pre vyššie uvedené prednosti a vďaka ich nízkej cene, sa DTD (najmä laminované) stali veľmi obľúbeným a rozšíreným materiálom. Najčastejšie použitie DTD je na výrobu nábytku ale možno ich tiež využiť na celú radu ďalších výrobkov.

Zo surových dosiek sa vyrábajú niektoré neviditeľné dielce čalúneného nábytku. Na najlacnejší bytový nábytok sa používajú dosky s fóliami z plastov a lakovaného pa-

piera. Dyhované dosky sa používajú predovšetkým na výrobu bytového nábytku. Laminované dosky, ktoré majú veľmi odolný povrch, sa dostávajú najmä na kúpeľňový, kuchynský a kancelársky nábytok.

DTD môžu byť používané na rôzne druhy obalov. Veľmi časté je tiež využitie na podlahy, buď ako surový podkladový materiál, alebo ako nosná vrstva dyhovaných a laminovaných podlahovín (Böhmet al. 2012).

### 3.2.4 Výroba drevotrieskových dosiek

Vlastná výroba všetkých druhov drevotrieskových dosiek sa skladá z výroby triesok, ich úpravy, nanášania lepidla a lisovania. Vyrábajú sa väčšinou ako trojvrstvé. Uprostred dosiek sú rozvrstvené väčšie triesky (tzv. lístkové), ktoré zaisťujú pevnosť dosky. Povrchové vrstvy sú homogénnejšie, vyrobené z jemných triesok (tzv. ihlicovitých) pre zaistenie hladkého povrchu. Výrobné zariadenia sú usporiadané do kontinuálnej linky. Dosky sa predávajú surové a ďalšia úprava povrchu sa vykonáva u konečného spracovateľa, alebo sa od výrobcu DTD dodávajú dyhované, oplášťované papierovou alebo plastovou fóliou, prípadne laminované.

Dosky sa väčšinou vyrábajú v dvoch štandardných formátoch: 1 830 x 2 750 mm a 2 070 x 2 800 mm (Böhmet al. 2012).



Obr.5 Rôzne hrúbky DTD  
(zdroj: <http://www.topdrevo.cz>)



Obr.6 DTD- laminovaná  
(zdroj: <http://www.egger.com>)

### 3.3 Povrchová úprava aglomerovaných materiálov

Materiáli na bázy dreva sa používajú na širokú škálu výrobkov od ktorých sa často vyžaduje splnenie rôznorodých požiadaviek. Vhodný typ povrchovej úpravy je teda nutné zvoliť podľa posúdenia týchto požiadaviek kladených na výrobok.

Delenie podľa materiálu použitého na povrchovú úpravu:

- tekuté náterové látky – mokrá povrchová úprava,
- práškové látky – suchá povrchová úprava,
- plášťovacie materiály – suchá povrchová úprava,
- kombinovaná – plášťovací materiál a náterové hmoty (Štefka 2006).

#### 3.3.1 Povrchová úprava plášťovacími materiálmi

Tradičný plášťovací materiál - dyha na báze dreva si v spojení s náterovými látkami udržuje vysoké zastúpenie v povrchových úpravách, najmä v západnej Európe. Využívanie syntetických materiálov a predovšetkým ich kvalita je však veľmi intenzívna. Táto povrchová úprava sa prevažne realizuje u spracovateľa a nie u výrobcu AM. Povrchovú úpravu plášťovacími syntetickými materiálmi možno rozdeliť na:

- **plášťovanie fóliami:** zahŕňa v sebe kaširovanie tenkými papierovými fóliami, termoplastickými fóliami, vrstvenými lisovanými materiálmi a pod. v taktových alebo priebežných lisoch. V nich sú fólie pomocou lepidiel aminoplastových, PVAC, nalepované na povrch upravovaného materiálu za tepla alebo za studena,
- **plášťovanie nalisovaním:** jedná sa o nalisovanie samovytvrdzovateľných papierov, ktoré sú impregnované syntetickými živicami najčastejšie UF, MF, PF na nosný materiál pod tlakom a väčšinou za pôsobenia teploty (Štefka 2006).

#### 3.3.2 Plášťovanie nalisovaním - laminovanie

Laminovanie patrí k najrozšírenejším povrchovým úpravám, ktoré sa realizujú v závodoch vyrábajúcich AM.

Pri tejto technológii, ktorá sa zásadne vykonáva na celé formáty dosiek priamo vo výrobnom závode, sa pri jednom lisovacom cykle nalepuje z oboch strán na brúsenú,

hrúbkovo egalizovanú surovú dosku papier, s potlačou rôznych dezénov dreva alebo v rôznom farebnom prevedení.

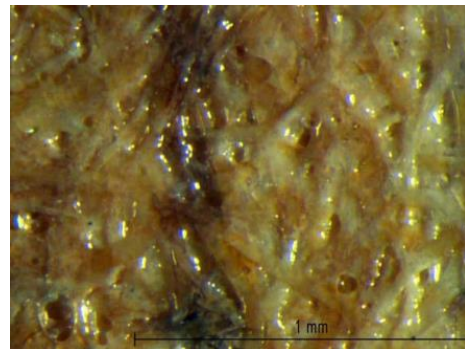
Papier je vopred napustený močovino-melamín-formaldehydovou živicom, ktorá po zahriatí v lise vytvrdne a prilepí laminovací papier k surovej doske. Súčasne na povrchu laminovanej dosky vznikne štruktúra povrchu (napr. lesk, mat, póry ...) podľa štruktúry použitého lisovacieho plechu.

U takto laminovanej DTD je povrchová úprava úplne hotová. Vytvorený povrch je veľmi odolný proti mechanickým vplyvom, vlhkosti, slabým kyselinám, zvýšenej teplote a je svetlostály. Touto povrchovou úpravou získava upravovaný výrobok dekoratívny efekt ale hlavne sa veľmi zvyšuje odolnosť materiálu.

Kvalita prevedenia laminátov sa neustále zlepšuje, imitácia textúry aj povrchu dreva je stále dokonalejšia. V priemysle sa začínajú viac presadzovať na úkor krájanej dyhy. (Štefka 2006; Böhmet al. 2012).



Obr.7 Laminát s imitáciou textúry dreva (zdroj: Böhmet et al. 2012)



Obr.8 Mikroskopický snímok laminovaného povrchu (Böhmet et al. 2012)

Svetlé miesta na mikroskopickom snímku predstavujú miniatúrne otvory v napohľad celistvo vyzerajúcom povrchu. Na rozdiel od plastových fólií, laminovanie čiastočne umožňuje prenikanie vlhkosti a únik formaldehydu (Böhmet al. 2012).

### 3.4 Dekoračné materiály na bočné plochy dielcov

Sortiment dekoračných materiálov na bočné plochy dielcov je v podstate taký istý ako na lepenie plôch, popri tradičných drevných materiáloch vo forme dýh sa používajú aj masívy, reaktoplastické fólie, lamináty na bázy polyesterovej alebo melamínovej živice, PVAC fólie a iné.

Na rozdiel od materiálov na lepenie plôch sú materiály na bočné plochy hrubšie, pretože kvalita konštrukčných materiálov na priečnom reze, najmä DTD je horšia, čo sa eliminuje práve ich hrúbkou.

Dekoračné materiály na bočné plochy dielcov plnia dve základné funkcie:

- **technickú:** chránia bočnú plochu proti poškodeniu a vlhkosti, spevňujú ju,
- **estetickú:** skrášľujú viditeľné bočné plochy výrobku, zvyšujú estetické pôsobenie konštrukčného materiálu.

Pri posudzovaní kvality nábytku sa veľký dôraz kladie práve na bočné plochy a z toho vyplýva, že lepeniu a jeho kontrole sa musí venovať pozornosť.

Vo výrobe nábytku poznáme olepovanie bočných plôch jednoduchého alebo zložitého tvaru, z hľadiska profilu bočnej plochy olepovanie rovných a tvarovaných bočných plôch (Nemec et al. 1986).

#### 3.4.1 Postup olepovania dekoračných materiálov na bočné plochy

Podľa charakteru postupu poznáme pretržité a nepretržité priebežné olepovanie.

**1. Nepretržité olepovanie:** vyžaduje si používanie rýchlo tvrdnúceho lepidla. Je spojené s formátovaním a nalepením materiálu, poprípade s ďalšími technologickými operáciami.

Najviac sa uplatňujú tavné lepidlá, ktoré vyhovujú požiadavke na rýchle vytvrdzovanie. V priebehu niekoľkých sekúnd má spoj dostatočnú pevnosť a umožňuje ďalšie opracovanie. Pri lepení tavným lepidlom sa aplikuje predhrev konštrukčného materiálu.

Využitie močovinoformaldehydového lepidla je tak isto vhodné. Vytvrdzovanie sa urýchľuje vysokofrekvenčným alebo kontaktným ohrevom. Rýchlosť vytvrdzovania je obmedzená prítomnosťou vody v lepidle. Pri nadmernom teple sa môže tvoriť para a dochádza k porušeniu materiálu.

Intenzívne sa presadzuje aj použitie PVAC lepidla, kedy po nanosení lepidla na konštrukčný a dekoračný materiál sa teplom odstráni voda z lepidla a nahreje sa (aktivuje) živcový podiel. Tento proces prebieha pri vysokej posuvnej rýchlosti.

Osobitnou metódou olepovania bočných plôch dielcov je lepenie páskami s nánosom tavného alebo PVAC lepidla na rubovej strane. Lepidlo sa aktivizuje horúcim vzduchom, ktorým sa ohreje na potrebných 180 až 200° C.

**2. Pretržité olepovanie:** tento postup lepenia je spojený s lisovaním vo vyhrievacích alebo nevyhrievacích lisovacích prípravkoch a je zriedkavejší (Nemec et al. 1986).

### **3.4.2 Olepovacie pásy na bočné plochy dielcov**

#### **1. Olepovacie pásy dyhové:**

Vyrábajú sa buď v nábytkárskych závodoch pri strihaní dýh na plochy zosadeniek, alebo sa vyrábajú v závodoch na výrobu dýh ako ohybné pásy s nánosom tavného lepidla na rubovej strane. Tieto pásy sú veľmi pružné a umožňujú olepovanie aj zaguľatených plôch.

#### **2. Olepovacie pásy melamínové:**

Sú to tenké lamináty 0,3 – 0,5 mm, vyrábane v rôznych šírkach zvyčajne 16 – 80 mm a dĺžke až 3200 mm. Môžu byť v lesklom aj matnom prevedení, nedokončujú sa. Majú krehký a tvrdý povrch, ktorý je chránený pred poškodením ochrannou fóliou, ktorá sa stiahne až po opracovaní a dokončení dielca. Lepia sa tavnými alebo UF lepidlami.

#### **3. Olepovacie pásy polyesterové:**

Sú to papiere impregnované živicom hrubé 0,4 – 0,6 mm alebo tenké dvojvrstvé polyesterové lamináty hrúbky 0,8 mm. Sú tvrdé ale dajú sa použiť aj na zaoblené plochy. Nie je potrebná povrchová úprava ale dajú sa leštiť alebo matovať. Lepia sa disperznými, tavnými alebo UF lepidlami.

#### **4. Olepovacie pásy z termoplastov (ABS, PVC):**

Sú v roľkách, v rôznych šírkach. Lepia sa kontaktnými lepidlami alebo špeciálne upravenými tavnými lepidlami. Sú ohybné a preto je možné ich použiť na zaoblené hrany a profilované hrany (Nemec et al.1986).

### 3.4.3 Olepovacia páska z termoplastov ABS

ABS je skratka pre (Acrylnitril-Butadién-Styren), ide o termoplastický kopolymér zo skupiny polystyrénových plastov. V závislosti na použitom pomere východiskových látok má ABS rozdielne vlastnosti. Acrylnitril zvyšuje tepelnú a chemickú odolnosť, butadién prispieva k zlepšej ťažnosti a húževnatosti a styren zlepšuje opracovateľnosť, znižuje nákladnosť a dáva lesklý povrch. ABS je odolná voči kyselinám, lúhom, soliam, alkoholu a olejom ale s obmedzeniami odolná voči organickým rozpúšťadlám a benzínu.

Plastové hrany ABS sú odolné proti výkyvom teplôt a vlhkosti. ABS má dobrú pevnosť a stálosť, lesklý povrch a ľahkú opracovateľnosť. Pokiaľ sú pridané UV stabilizátory, je ABS vhodná aj pre vonkajšie použitie. ABS možno spracovávať do teploty 280 °C (pri vyššej teplote sa začne rozkladať).

ABS hrany sa používajú pre dokončenie bočných plôch drevotrieskových dosiek a ďalších veľkoplošných materiálov používaných v nábytkárskej výrobe. Bočné plochy sa dokončujú nielen z estetického hľadiska ale ABS hrany plnia hlavne funkciu ochrannú a to predovšetkým proti mechanickému poškodeniu a prenikaniu vlhkosti do materiálu.

ABS hrany sa vyrábajú v mnohých farebných prevedeniach, vrátane dekorov dreva a vo svojom chemickom zložení obsahujú tiež prídavné látky, aby boli dostatočne pevné, odolné, ohybné a svetlostále. ABS hrany sa dodávajú v roľkách, s lepidlom alebo bez lepidla. Na zadnej strane sú ABS hrany potiahnuté univerzálnym adhezívnym prípravkom (primerom), ktorý spolu s bežným tavným lepidlom zaisťujú bezchybné uchytenie hrán ABS na nosnom materiáli.

ABS hrany sa vyrábajú ploché (najčastejšie používané hrúbky sú 0,5; 1 a 2 mm), ale aj rôzne tvarované (tie už majú väčšiu hrúbku). Slabšie hrany sa aplikujú na menej namáhané miesta, hrubšia hranu sa potom používa na viac namáhané miesta, napr. predné plochy.

ABS hrany sa na bočné plochy väčšinou aplikujú lepením tavným lepidlom v olepovacích strojoch. Šírkové presahy sa odstránia frézovaním a vďaka tomu sa vytvorí aj zaoblenie hrán, aby neboli ostré a nehrozilo zranenie užívateľa (Nutsch 2006).



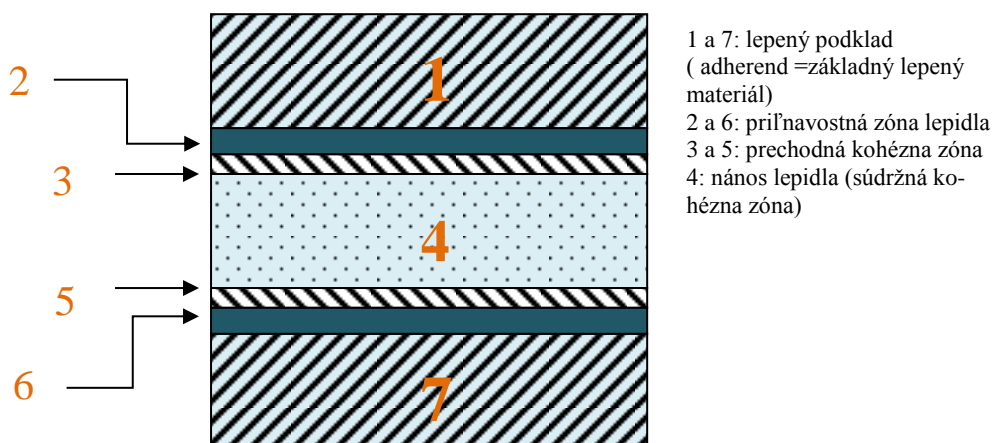
Obr.9 ABS hrany v kotúčoch  
(zdroj: <http://www.egger.com>)



Obr.10 ABS hrany (zdroj:  
<http://www.merenda.com>)

### 3.5 Štruktúra lepeného spoja a faktory ovplyvňujúce jeho kvalitu

Lepený spoj vytvorený z dvoch základných materiálov a lepidla, ktorý je konštrukčne pevný a dostatočne odolný, môžeme z hľadiska vnútornej štruktúry považovať za komplex troch hlavných vrstiev a dvoch mikrovrstiev. Štruktúra lepeného spoja (viď. Obr. 11).



Obr. 11 Štruktúra lepeného spoja

Pre dosiahnutie kvalitného lepeného spoja, je dôležité:

- správna voľba lepidla s ohľadom na vlastnosti lepeného materiálu,
- polarita povrchu a polarita lepeného spoja (drevo je polárny materiál, preto je potrebné použitie polárneho lepidla),



- mechanické vlastnosti (odstránenie nerovností a následné zdrsnenie povrchu),
- hodnota viskozity alebo výtokovej doby lepidla,
- lepidlo sa musí vyznačovať tixotropným chovaním,
- povrchové napätie musí byť menšie ako povrchové napätie lepených povrchov (dosiahnutie čo najmenšieho uhlu zmáčania povrchu),
- spôsob nanášania a spracovania lepidla,
- fyzikálno-mechanické vlastnosti lepidla a lepeného povrchu(Tesařová 2014).

### 3.6 Preprava a vývoz nábytku

Prepravu nábytku zaradujeme do nákladnej dopravy. Práca vynaložená na nákladnú prepravu zvyšuje hodnotu prepravovanej veci.

Nákladnú dopravu rozdelujeme na cestnú, železničnú, leteckú, vnútroštátne vodnú a námornú. Každá z nich má svoje výhody aj nevýhody. Na prepravu tovaru vnútroštátne alebo v rámci európskych krajín zvolíme prepravu cestnú alebo železničnú z dôvodu rýchlosti, flexibility a nižších nákladov. Pre zaoceánsku dopravu je nutné zvoliť prepravu lodnú, prípadne leteckú.

Do areálov prístavov a letísk je nutné tento tovar dopraviť inými dopravnými prostriedkami a to cestnými alebo koľajovými. Aby prekládka tovaru bola čo najrýchlejšia a minimalizovala sa manipulácie s nákladom, je tovar uložený v prepravnom obale, ktorý označujeme ako normalizovaná jednotka.

Prepravnými obalmi môžu byť návesy, prívesy, výmenné nadstavby, najpoužívanejšie sú však kontajnery ISO triedy 1. Tento systém dopravy označujeme ako kombinovaná doprava.

Nábytok z ČR sa vyváža do celého sveta. Najväčšie množstvo nábytku je exportované do Európskych krajín (asi 95% z celkového objemu), ďalej na Americký kontinent o množstve 3% a nemenej významný trh Ázie (okolo 1,5% z celkového objemu). Oceánia a Afrika sa podieľa na vývoze pod 0,5%.

Počas transportu nábytku do týchto vzdialených krajín môže dochádzať k stratám vplyvom mechanického poškodenia (tlaky, rany, otrasy, vibrácie), alebo vplyvom klimatických podmienok (vlhkosť, teplota, svetlo). Pôsobiť môžu tiež vplyvy biologické (drevokazný hmyz, mikroorganizmy, hlodavce), chemické zmeny (sfarbenie), či spo-

čenské (krádeže). Pre minimalizáciu týchto negatívnych vplyvov na nábytok sú dôležitými činiteľmi balenie, správne uloženie a fixácia nábytku v transportnom prostriedku. (Hlavatý 2014).

### **3.7 Preprava nábytku**

Nábytok je najčastejšie prepravovaný v demontovanom stave. Nábytok v demontovanom stave prináša pre výrobcu niekoľko výhod, ako dobrú skladovateľnosť, hospodárnejšie využitie úložnej plochy v dopravných prostriedkoch a zníženie nákladov na montáž. Na druhej strane nevýhodou je vysoká cena spojovacieho kovania a výsledná nižšia pevnosť demontovateľného spoja.

Naopak nábytok s nedemontovateľnými spojmi sa horšie prepravuje a využitie skladových a ložných plôch dopravných prostriedkov je nízke. Výhodou je však vysoká pevnosť spoja, preto sa dnes používa hlavne u exkluzívneho nábytku vyrábaného na zákazku, korpusov skriniek kuchynských liniek alebo sedacieho nábytku (Hlavatý 2014).

### **3.8 Námorná doprava**

Zem je približne z troch štvrtín pokrytá vodou, cez svetové moria sa uskutočňuje približne dve tretiny z celkového svetového obchodu. Námorná preprava, najmä pri veľkých objemoch tovaru a pri veľkých prepravných vzdialenostiach preto predstavuje najvýhodnejšiu a často aj jedinou možnosť spôsobu prepravy. Námorná preprava vytvára jeden z hlavných predpokladov na uskutočnenie medzinárodnej a medzikontinentálnej prepravy.

Vývoj more plavby je spojený s vývojom spoločnosti, snahou hľadať nové zdroje obživy, neskôr vytvorila základ politického a vojenského súperenia medzi národmi. S vývojom more plavby sa rozvíjal v minulosti svetový obchod (Horyna, Pícek 1987).

Spolu s civilizačným rozvojom a rozvojom námornej dopravy sa budovali a vylepšovali námorné prístavy v zálivoch a v zálivoch morí, alebo v miestach kde veľké rieky ústia do mora. Najdôležitejšie európske prístavy sa nachádzajú v blízkosti priemyselne vyspelých centier. Z európskych námorných prístavov sa za najdôležitejšie považuje Rotterdam, ktorý zaujíma prvé miesto aj vo svetovom meradle. Pre Českú republiku sú najvýznamnejšie poľské prístavy Štetín, Gdansk a Gdynia, nemecké prístavy Rostock a Hamburg, francúzsky prístav Marseille a talianske prístavy Janov, Benátky a Neapol (Zierisova 2011).

### **3.9 Kontajnerová námorná preprava**

Pre obchodné účely sa kontajnery v námornej preprave začali vo väčšej miere používať až od polovice šesťdesiatych rokov. V tej dobe dochádza k zavádzaniu špeciálnych kontajnerových plavidiel a taktiež väčšina svetových námorných prístavov začala vytvárať technické podmienky pre preklad a odbavenie kontajnerov (kontajnerové terminály, prekladacie zariadenia, základne pre čistenie a opravu kontajnerov). Časová náročnosť na nalodenie tovaru klasickým spôsobom je 3 až 5krát vyššia ako pri využití kontajneru (Horyna, Pícek 1987).

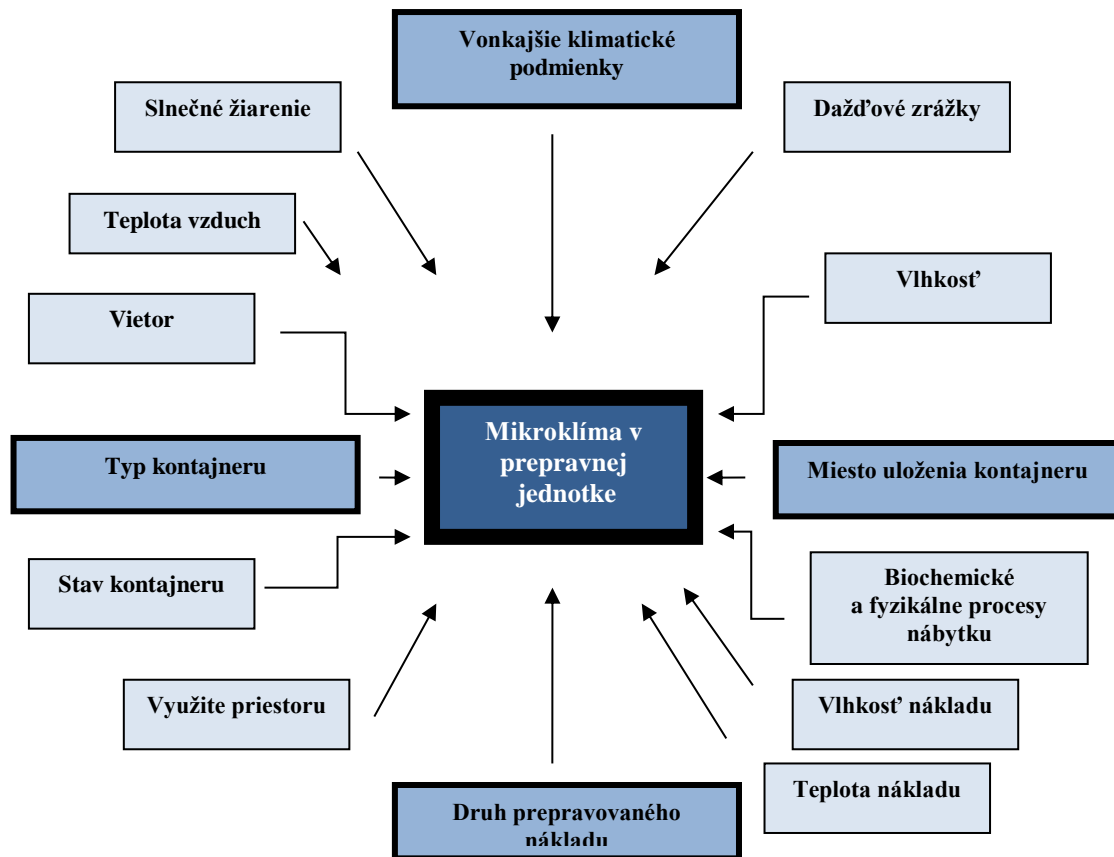
Najväčšou výhodou kontajnerových prepráv je dostatočná ochrana tovaru proti rôznym vplyvom počas prepravy. Kontajner však poskytuje iba základnú mechanickú a klimatickú ochranu počas prepravy. Veľmi dôležitá je zvýšená pozornosť už pri nakládke, uložení a dodatočnom zabezpečení a ochrane tovaru v kontajneri. Vhodné zabezpečenie a ochrana tovaru musí zamedziť všetkým negatívnym vplyvom, pôsobiacim počas prepravy. Tovar počas prepravy v kontajneri nie je možné vizuálne kontrolovať a preto je dôležité už dopredu odhadnúť rozsah jednotlivých vplyvov pôsobiacich na tovar. Tieto vplyvy sú mechanické, klimatické, biologické a chemické (Zierisova 2011).

#### **3.9.1 Mikroklima v kontejneroch a klimatické faktory, ktoré ho ovplyvňujú**

Tovar je počas transportu ku konečnému zákazníkovi vystavovaný dramatickým klimatickým zmenám vplyvom prejazdu cez rozdielne klimatické pásma, či už na súši, alebo po mori. Všetky uzavreté typy kontajnerov chránia pred priamymi vonkajšími klimatickými vplyvmi ako dážď, sneh, slaná voda, kvapky morskej vody z ovzdušia, prach a UV žiarenie.

Teplota vo vnútri kontajnera je závislá na vonkajšej teplote a na umiestnení boxu v lodi. Na kontajner môže mať vplyv nadmerné zahrievanie priamym slnkom na hornej palube, alebo temperovanie palivovej nádrže vo vnútri lode. Týmito faktormi môže teplota vo vnútri kontajnera dosiahnuť až 60 °C (Rožek 2007).

Počas prepravy na kontajner vyrobený z kovu pôsobia rôzne faktory, ktoré ovplyvňujú vnútornú mikroklimu, a to môže viesť k zníženiu požadovaných vlastností prepravovaného tovaru.



Obr.12 Faktory ovplyvňujúce mikroklímu v prepravnej jednotke

Medzi rozhodujúce faktory patria:

- klimatické podmienky počas plavby (ročné obdobie, aktuálne počasie, geografické údaje),
- typ prepravnej normalizovanej jednotky (návesy, prívesy, snímateľné nadstavby, kontajnery),
- druh prepravovaného nákladu (hygroskopické tovar, organický, anorganický náklad),
- miesto uloženia kontajnera (paluba lode, podpalubie).

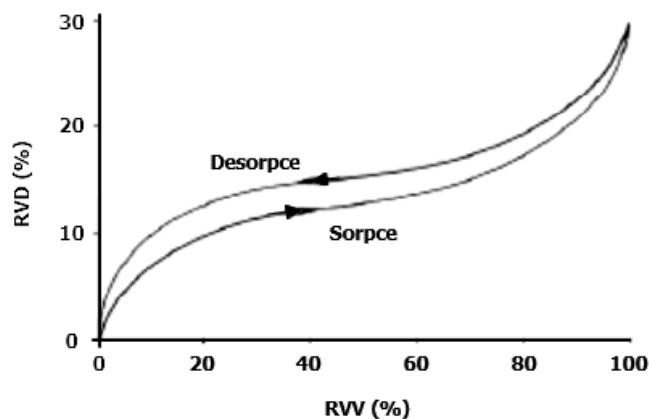
Na kontajnery pôsobia tieto faktory po celom ich povrchu, ktorý je vyrobený z kovu a má dobré tepelné vodivé vlastnosti. Okrem vonkajšej teploty vzduchu, vetra a zrážok majú veľmi významný vplyv radiačne podmienky. Tie spôsobujú veľké denné rozdiely teplôt vnútri kontajnera a spôsobujú vznik kondenzátu. Svetelné lúče najviac zasahujú hornú časť kontajneru, čo je dôvod vyšších teplôt pri strepe, kde teplota môže dosahovať až o 15 - 25 °C viac ako je vonkajšia teplota vzduchu. Pri vonkajšej teplote 25 - 30 °C teda teplota v kontajneri môže dosahovať až 50 - 55 °C (Scharnow 1998).

### 3.9.2 Kontajnerová preprava nábytku

Pre transport tovaru na veľké vzdialenosti je výhodné použitie normalizovaných prepravných jednotiek napr. ISO kontajnerov tak, aby sa minimalizovala manipulácia s nákladom. Podľa prieskumu dopravnej logistiky, je pre prevoz dreveného nábytku v kontajneroch dopravcovi používaný štandardný kontajner ISO 1C - 20' DV, 40' DV a 40' high Cube (Zierisová 2011).

### 3.10 Teória sorpcie

Ak vystavíme absolútne suché drevo pôsobeniu prostredia o určitej teplote a relatívnej vlhkosti vzduchu, začne drevo vodu obsiahnutú vo vzduchu pútať procesom nazývaným adsorpcia. Proces opačný, kedy drevo stráca vodu a tá sa odparuje do okolitého ovzdušia, nazývame desorpcia. Tento proces zmien vlhkosti dreva v závislosti na vlhkosti okolitého vzduchu je vratný, ale nie po rovnakej krivke (viď. Obr. 13) (Matovič 1993).

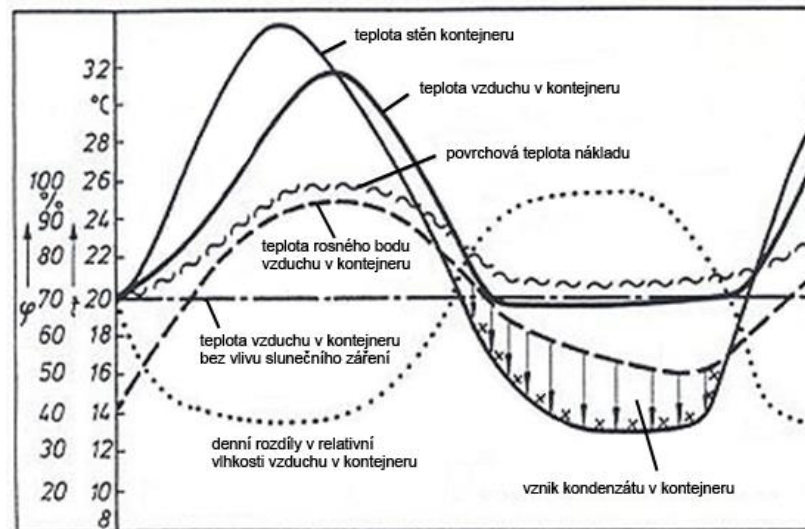


Obr.13 Sorpčná izoterma dreva (Matovič 1993)

Ak majú výrobky a iné materiály umiestnené v uzavretej prepravnej jednotke vysokú vlhkosť, dochádza k desorpcii vodných pár do okolia. So stúpajúcim obsahom vodných pár vo vzduchu, rastie aj teplota rosného bodu. Ak teplota prostredia v prepravnej jednotke klesne pod teplotu rosného bodu, dochádza ku kondenzácii pár a následnému navlhnutiu prepravovaného tovaru.

Zdrojom navlhnutia môže byť vzduch v kontajneri, vzduch privádzaný vetraním, prepravovaný tovar, obalový a pomocný materiál, dažďové zrážky pri nakládke alebo prienik vlhkosti poškodenými miestami kontajnera (Scharnow 1998).

Náklad počas dňa naakumuluje teplotu, ktorú potom postupne vyžaruje do priestoru kontajnera pri nízkych teplotách v noci. Ohriate ovzdušie vnútri kontajnera má vyššiu teplotu rosného bodu než je teplota stien a stropu, a preto dochádza ku kondenzácii vodných pár na stenách a stropu kontajnera. Skondenzovaná voda zo stien a stropu kontajnera samovoľne kvapká na prepravovaný náklad, ktorý navlhne. Proces tvorby kondenzátu je znázornený na nižšie uvedenom grafe (Obr. 14).

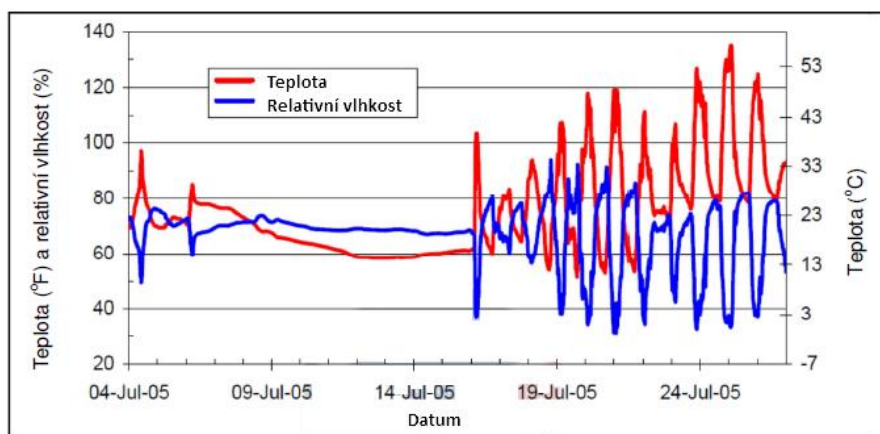


Obr.14 Denné rozdiely teplôt vplyvom slnečného žiarenia a vznik kondenzátu v kontajneri (Scharnow 1998)

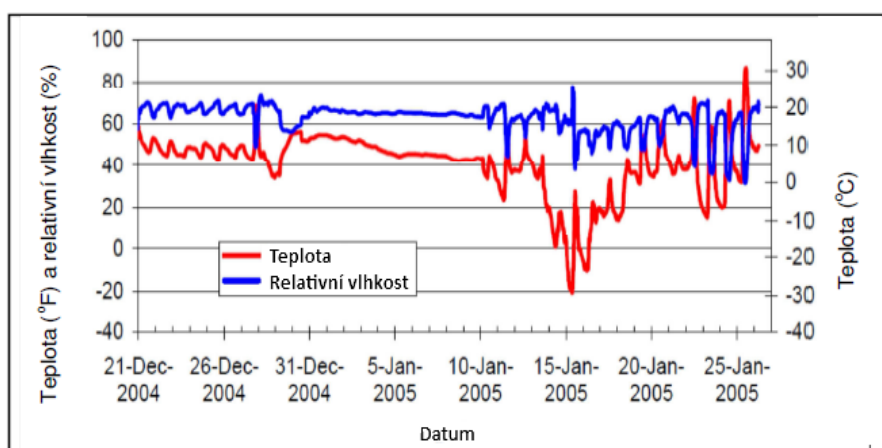
V prípade, že je tovar najskôr vystavený nízkym a potom vyšším teplotám, tvorba kondenzátu nastáva priamo na povrchu tovaru. Takto nahromadená vlhkosť má negatívny vplyv nielen na drevené výrobky alebo na materiály na báze dreva, ale aj na materiály podliehajúce korózii (Scharnow 1998).

### 3.11 Extrémne teploty počas prepravy

Počas prepravy tovaru, pôsobí na prepravné jednotky mnoho faktorov, ktoré ovplyvňujú teplotu nákladu. Vnútri kontajnerov dopravovaných po rovnakej trase ale v rôznom ročnom období môže dochádzať k extrémnym rozdielom teplôt. Príkladom je kombinovaná preprava z Japonska do USA. Na Obr.15 je znázornený priebeh teplôt vnútri prepravnej jednotky v letných mesiacoch, keď maximálna teplota vzduchu dosiahla 57 °C. Totožnú cestu, ale v zimných mesiacoch opisuje Obr. 16. Teplota vzduchu vnútri dopravnej jednotky klesla až na -29 °C.



Obr.15 Priebeg teplôt počas prepravy z Japonska do USA v letných mesiacoch  
(zdroj: Leinbeger 2015)



Obr.16 Priebeg teplôt počas prepravy z Japonska do USA v zimných mesiacoch  
(zdroj: Leinbeger 2015)

Významným faktorom, ktorý tiež ovplyvňuje teplotu v prepravnej jednotke, je farba laku na jej vonkajšej strane. Namerané teploty u hnedého kontajnera sú priemerne o 10 °C vyššie ako u bieleho kontajnera. Počas prechodu dňa do nočných hodín sa vnútorná teplota u oboch kontajnerov vyrovná, čo vedie k vyššej tvorbe kondenzátu u kontajnera hnedej farby, ktorý počas dňa dosiahol vyšších vnútorných teplôt.

U naložených kontajnerov s vonkajšou tmavou farbou môže pôsobenie priameho slnečného svitu zvýšiť vnútornú teplotu kontajnera o ďalších 20 - 25 °C oproti okolitej teplote vzduchu. Dochádza tu k poklesu pevnosti lepených spojov s aplikáciami tavných lepidiel a ľahko môže dôjsť k posunu v lepenom spoji. Zistené priebehy teplotných výkyvov počas kontajnerovej prepravy nábytku sú dôležitým faktorom pre kontrolu vhodnosti aplikácie predovšetkým tavných lepidiel s nižšími bodmi topenia (Hlavatý 2014).

## 4 POUŽITÉ MATERIÁLY, STROJE A POMÔCKY

### 4.1 Drevotriesková doska laminovaná



Obr.17 DTD

(zdroj: <http://www.cpsinterier.sk>)



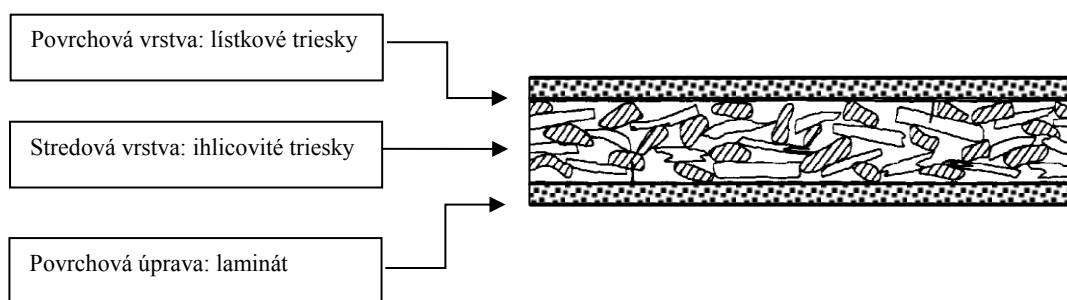
Obr.18 DTD-L

(zdroj: <http://www.sklad.tpshop.cz>)

Pre túto prácu bola ako podkladový adherend zvolená drevotriesková doska laminovaná. Hrúbka DTD-L je 25 mm. Tento materiál bol zvolený, nakoľko DTD sú jedným z najčastejšie používaným aglomerovaným materiálom v nábytkárskom priemysle.

DTD je vyrobená zo zlisovaných triesok najčastejšie z vetiev, tenkých kmeňov stromov, odpadu z priemyslového spracovania dreva (piliny, hobliny) a recyklovaného dreva. Triesky sa delia na povrchové a stredové. K trieskam sa pridáva syntetické lepidlo najčastejšie močovinoformaldehydové, fenolformaldehydové, melamínformaldehydové, alebo izokianátové spojivá. Triesky sa následne vrstvia do súvislého koberca, ktorý sa lisuje do požadovanej hrúbky v etážových alebo kontinuálnych lisoch pri teplote 145 – 150 °C pri tlaku 3 – 4 N/mm<sup>2</sup> (Hrázsky et al. 2007).

V nábytkárskom priemysle sa najčastejšie využívajú trojvrstvové DTD obojstranne brúsené. Takýto typ DTD bol použitý aj pre potreby bakalárskej práce.



Obr.19 Model štruktúry trojvrstvej DTD



Lamináty sa vyrábajú vrstvením papierov, ktoré sú impregnované rôznymi živinami a následne sú zlisované, vďaka čomu vzniká pevný a odolný list o hrúbke až 5 mm. Lamináty ponúkajú širokú škálu farieb, dezénov a štruktúry povrchu. Lamináty sa spravidla lepia na nosnú dosku pomocou disperzného lepidla ako napr. PVAC lepidlo, tak isto sa môžu použiť aj kontaktné a kondenzačné lepidlá ako močovinoformaldehydové, fenolformaldehydové apod.



Obr.20 DTD laminovaná (zdroj: <http://www.egger.com>)

## 4.2 ABS hrana

Pre túto bakalársku prácu bola na olepenie bočnej plochy DTD použitá olepovacia páska ABS. Konkrétne bola použitá ABS hrana firmy Hranipex Czech Republic k.s., línia UNI farba. Rozmery ABS hrany 28x1 mm.

Tieto hrany sú vyrobené z kvalitného maximálne odolného a teplotne stáleho plastu ABS (AkrylonitryleButadieneStyrene). Výhodami týchto hrán sú stálofarebnosť v interiéroch, vysoká rázová pevnosť, znášajú veľké zaťaženie, spĺňajú najprísnejšie kvalitatívne a ekologické normy EU.

Výrobca ponúka rôzne typy povrchovej úpravy hrán (gravír, perlička, hladká, atd.) pre túto prácu bola použitá ABS hrana s povrchovou úpravou perlička.

ABS hrany UNI majú na spodnej strane nanesenú vrstvu primeru. Hranipex - primer v kombinácii s tavným lepidlom garantuje perfektnú adheziu medzi hranou a doskou.

Použitie ABS hrán UNI je prakticky neobmedzené a preto sú vhodné pre všetky typy nábytku, najmä na namáhané miesta, ktoré sú vystavené veľkej miere opotrebenia. Sú vhodné nielen pre olepenia rovných plôch ale aj pre všetky možné tvary kriviek. ABS hrany UNI sú určené pre použitie v interiéroch.

## Vlastnosti

Vlastnosti	Vyjádření	Norma pro testování
Světlostálost	6	DIN EN ISO 4892-2
Bod měknutí (Vicat B 50)	95 °C	DIN EN ISO 306
Smršťování	< 1% při 85 °C a během 1 hodiny	Dle výrobce granulátu ABS
Tvrdost dle Rockwella	110 N/mm <sup>2</sup>	DIN EN ISO 2039-2
Tvrdost Shore typu D	~ 73	DIN EN ISO 868
Rázová houževnatost, 23°C	žádná změna	DIN EN ISO 179-2
Vrubová houževnatost, 23°C	17 KJ/m <sup>2</sup>	DIN EN ISO 179-2
Ohnutí E-module	2300 MPa	ASTM D 790
Odolnost proti oděru (Erichsen metod 318 č. 1)	4 - 6 N	vlastní metoda
Chemická odolnost	1 B	Din 68861-1
Index hořlavosti	B2 (hořlavé jako dřevo)	DIN 4102-1
Bělení na lomu	Střední	Dle výrobce granulátu ABS

Obr.21 Vlastnosti ABS hrany firmy Hranipex (zdroj: <http://www.hranipex.cz>)

## 4.3 Tavné lepidlo

Pre túto bakalársku prácu bolo na olepenia ABS hrany použité univerzálne používané tavné lepidlo EVA, ktoré sa bežne používa v nábytkárskych firmách.

Jedným z faktorov, ktoré ovplyvnili výber lepidla bolo to, aby lepidlo malo nízku odolnosť voči pôsobeniu vysokých a nízkych teplôt, ktoré pôsobia pri námornej doprave počas prevozu nábytku, čo je predmetom skúmania tejto práce.

Lepidlo JOWATHERM 282.20 Natur použité pre výrobu testovacích vzoriek na lepenie ABS hrany patrí medzi ethylenvinylacetátové hranovacie tavné lepidlá. Lepidlo je dodávané vo forme granulátu. Je určené na lepenie na pomaly pracujúcich hranovacích zariadeniach s nízkou teplotou napr. na lepenie ABS, PVC a PP hrany s primerom, na dyhové hrany, laminované hrany, softforming, ručné olepovanie.

Parametre lepidla:

- hustota..... cca 1,3 g/cm<sup>3</sup>,
- teplota spracovania.....120–150 °C,
- rýchlosť posuvu..... 5–20 m/min,
- oblasť mäknutia podľa Koflera..... cca 75°C,
- farba..... béžová.

#### 4.4 Trhací stroj INSTRON 3365

V praktickej časti bakalárskej práci sa pre skúšku pevnosti v lepenej špáre metódou skúšky na šmyk pri tlakovom zaťažení pod uhlom  $45^\circ$  použil dvojstĺpový stolný trhací stroj Instron 3365.

Tento stroj sa skladá z oceľového rámu a pojazdného priečnika, ktorý býva osadený buď čeľuťami alebo tlačným brvnom, pričom pohyb priečnika prebieha za pomoci motora s digitálnym riadením polohy.

Skúšobný stroj je ovládaný počítačom s nainštalovaným riadiacim programom BlueHill v. 2.22. V programe sa pred začatím skúšky zadefinuje jej celý priebeh a následne program spracováva a vyhodnocuje výsledky.

Pre skúšku pevnosti v lepenej špáre metódou skúšky na šmyk pri tlakovom zaťažení pod uhlom  $45^\circ$  je nutné univerzálny trhací stroj doplniť špeciálnym skúšobným agregátom pre tento účel.



Obr. 22 Trhací stroj INSTRON 3365



Obr. 23 Skúšobný agregát pre šikmý tlakový šmyk

Technické údaje:

- maximálna sila zaťaženia.....5 [kN]
- maximálna rýchlosť posuvu priečnika.....1 000 mm/min
- maximálny vertikálny testovací priestor.....1 193 mm (Hlavatý 2014).

## 4.5 Tepelná komora INSTRON model 3119-409-22

Pre skúšku pevnosti v lepenej špáre metódou skúšky na šmyk pri tlakovom zaťažení pod uhlom  $45^\circ$  sa použil dvojstĺpový stolný trhací stroj Instron 3365 spolu s tepelnou komorou INSTRON model 3119-409-22. Tepelná komora sa využívala pre zachovanie teploty u skúšaných vzoriek počas priebehu samotnej skúšky. Pre každú skupinu vzorkou sa postupne v komore zvyšovala teplota. Skúška bola robená na vzorkách pri teplote: 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70 °C. Tepelná komora má rozsah teplôt od -160 °C do +260 °C.



Obr.24 Tepelná komora INSTRON model 3119-409-22

## 4.6 Klimatizačná komora INCUCELL V - 111

Technické údaje:

- nastaviteľný rozsah.....20–70 °C
- odchýlka..... $\pm 0,1$  °C
- presnosť nastavenia.....1 °C
- pracovný teplotný rozsah.....20–70 °C



Obr. 25 Klimatizačná komora



Obr. 26 Otvorená komora so vzorkami

#### 4.7 Teplotný datalogger Testo 174H

V praktickej časti bakalárskej práci sme sa snažili umelo navodiť teplotné zaťažovanie vzorkou počas prepravy v kontajneroch. Vzorky sa teda cyklicky teplotne zaťažovali v klimatizačnej komore. Pre zaznamenávanie zmien teplôt a relatívnej vlhkosti vzduchu pri cyklickom teplotnom zaťažovaní vzorkou v klimatizačnej komore bol použitý teplotný datalogger Testo 174H.



Obr.27 Teplotný datalogger Testo 174H (zdroj: <http://www.merici-pristroje.eu>)

## 4.8 Skúšobné vzorky

Pre praktickú časť bakalárskej práce boli vyhotovené skúšobné vzorky vo firme Znora spol. s r.o., v ktorej prebehlo olepenie bočnej plochy DTD-L, ABS hranou na jednostrannej priebežnej olepovačke HOMAG - KL 78/A20/S2. Dielce boli olepené v dĺžke hrany 900 mm. Základný rozmer dodaného materiálu bol 900x50x25 mm. Tento rozmer však nebol konečný, následne boli vzorky upravené na požadované rozmery v školskej dielni Mendelovej univerzity.

Lepený spoj vzoriek k skúške pevnosti v lepenej špáre metódou skúšky na šmyk pri tlakovom zaťažení pod uhlom  $45^\circ$  bol pripravený z dvoch adherendov ( DTD, ABS) a tavného lepidla. ABS hrúbky 1 mm bola nalepená tavným lepidlom EVA na DTD-L hrúbky 25 mm.



Obr. 28, 29, 30 Skúšobné vzorky a ich rozmery

## 5 METODIKA

### 5.1 Metodika prípravy vzoriek

Pre praktickú časť bakalárskej práce boli vyhotovené skúšobné vzorky vo firme Znora spol. s r.o., v ktorej prebehlo olepenie bočnej plochy DTD-L, ABS hranou na jednostrannej priebežnej olepovačke HOMAG - KL 78/A20/S2.

Dielce boli olepené v dĺžke hrany 900 mm. Základný rozmer dodaného materiálu bol 900x50x25 mm. Tento rozmer však nebol konečný následne boli vzorky upravené na požadované rozmery v školskej dielni Mendelovej univerzity.

Lepený spoj vzoriek k skúške pevnosti v lepenej špáre metódou skúšky na šmyk pri tlakovom zaťažení pod uhlom  $45^\circ$  bol pripravený z dvoch adherendov ( DTD, ABS) a tavného lepidla. ABS hrúbky 1 mm bola nalepená tavným lepidlom EVA na DTD-L hrúbky 25 mm.

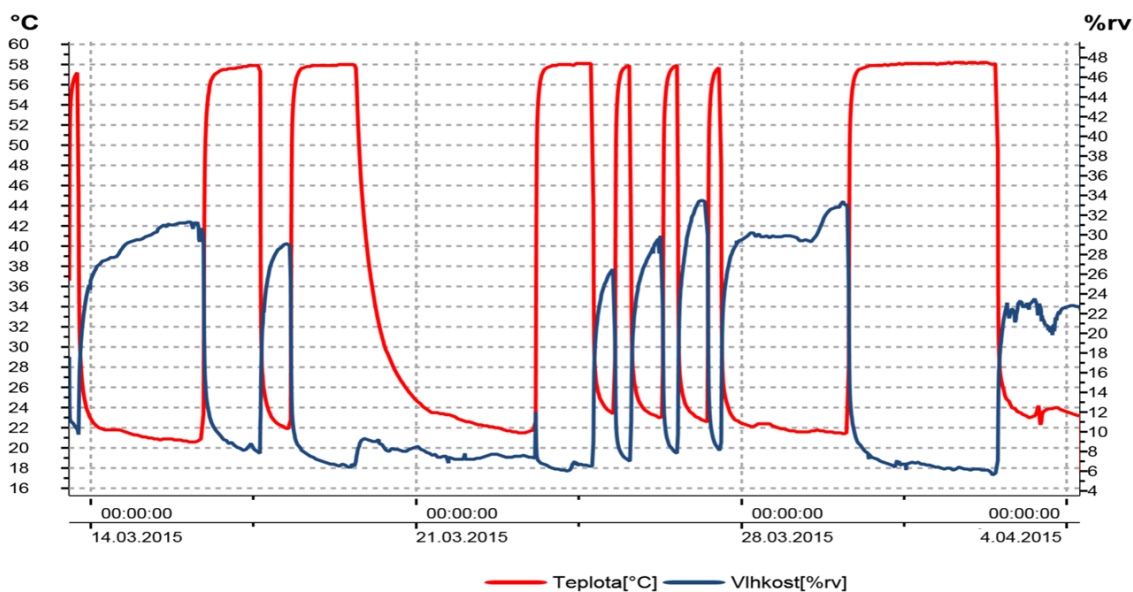
Pre skúšku pevnosti v lepenej špáre metódou skúšky na šmyk pri tlakovom zaťažení pod uhlom  $45^\circ$  bolo potrebné dodaný materiál narezať na požadovaný rozmer. Požadovaný rozmer vzoriek bol 60x30x25 mm. Vzorky boli narezané na tento rozmer v dielni Mendelovej univerzity pod dohľadom pracovníkov dielni.

V dielni sa vzorky narezali nakotúčovej deliacej píle s predrezom na požadovanú šírku 30 mm a následne na požadovanú dĺžku 60 mm. Celkovo bolo narezaných 200 ks vzoriek. Pre účel merania bolo využitých 10 ks vzoriek pre 10 hodnôt teploty, dokopy 100 ks vzoriek.



Obr.31, 32 Kotúčová deliaca píla s predrezom v dielni Mendelovej univerzity

Po narezaní vzoriek, pred začatím samotnej skúšky bolo potrebné na vzorkách nasimulovať podmienky, ktorým by boli vystavené pri preprave v kontajneri v letných mesiacoch. Vzorky boli uložené do klimatizačnej komory INUCCELL, v ktorej boli vystavené teplotnému cyklickému namáhaniu od 14.3.2015 do 04.04.2015. Do komory bol súčasne vložený teplotný datalogger, ktorý zaznamenával zmeny teplôt a relatívnej vlhkosti vzduchu pri cyklickom teplotnom zaťažovaní vzorkou v klimatizačnej komore. Priebeh procesu, ktorý zaznamenal datalogger je znázornený na grafe.



Obr. 33 Graf znázorňujúci priebeh zmien teploty a relatívnej vlhkosti počas tepelného cyklického namáhania vzoriek

Tab. 2 minimálne, maximálne a stredné hodnoty namerané dataloggerom

Čas spustenia	13.3.2015 12:43:00		
Čas vypnutia	8.4.2015 7:53:00		
	<b>minimum</b>	<b>maximum</b>	<b>stredná hodnota</b>
<b>Teplota (°C)</b>	17,30	58,20	37,174
<b>Relatívna vlhkosť vzduchu (%)</b>	5,6	47,50	17,603

Po dokončení cyklovania bol vzorky klimatizované v štandardných podmienkach počas jedného týždňa.

Po klimatizácii boli vzorky rozdelené na 10 skupín po 10 kusoch, nakoľko skúška prebiehala pri teplotách: 25 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C, 45°C, 50 °C, 55 °C, 60 °C, 65 °C a 70 °C. Pred samotným testovaním bola každá skupina vzoriek, ktorú sme si do-



predu rozdelili, umiestnená do klimatizačnej komory. Každá skupina vzoriek bola ponechaná po dobu 1 hodiny na požadovanej teplote, po tomto vystavení zvýšenej teplote nasledovala samotná skúška.



Obr. 34 Vzorky rozdelené podľa teploty umiestnené v klimatizačnej komore INUCCELL

## 5.2 Metodika skúšky

Metoda vychádza z kombinácie normálneho napätia  $\sigma$  a smykového napätia  $\tau$  pod uhlom  $\gamma$  pôsobiaceho v hodnote  $45^\circ$  pri zaťažení tlakom (Dubovský 1990).

Výpočet šmykového napätia  $\tau$  je daný nasledujúcou rovnicou a je vyjadrený v [MPa].

$$\tau = \frac{F_{max}}{S \cdot \sqrt{2}} \quad [1]$$

Legenda:  $\tau$ : šmykové napätie [Mpa];  $F_{max}$ : zaťaženie [N];  $S$ : plocha [mm]

Táto metóda ponúka možnosť testovanie tavných lepidiel pri teplotnom zaťažení lepenej špáry šikmým smykom bez nutnosti zložitej prípravy vzorkou. Touto metódou môžeme taktiež testovať nalepované materiály krehkej povahy, ako napríklad dekoračné materiály lamináty typu HPL, u ktorých nie je možné využiť metódu odlepovania pod uhlom  $90^\circ$ .

Bakalárska práca je zameraná na využitie tejto metódy na testovanie tavného lepidla pri teplotnom zaťažení lepenej špáry šikmým smykom, kde nalepený dekoračný materiál je ABS hrana.

Skúšobné vzorky boli testované na skúšobnom trhacom stroji INSTRON 3365, ktorý bol doplnený o špeciálny skúšobný agregát vytvorený pre potreby tejto skúšky. Trhací skúšobný stroj bol napojený na PC s programom Bluehill 2.22, ktorý zaznamenával priebeh skúšok.

Laboratórne podmienky:

- teplota.....23 °C
- relatívna vlhkosť vzduchu.....55 %

### **5.3 Postup skúšky pevnosti v lepenej špáre na šmyk pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45 °C u ABS hrany pri náraste teploty**

1. Nastavenie trhacieho stroja INSTRON a upevnenie pomocného skúšobného agregátu
2. Spustenie trhacieho stroja a PC so systémom BlueHill
3. Zadanie skúšobných parametrov do systému BlueHill
4. Spustenie a predhriatie tepelnej komory INSTRON
5. Vybratie skúšobných teliesok z klimatizačnej komory
6. Umiestnenie skúšobných teliesok do tepelnej komory, pre zachovanie teploty a súčasne umiestnenie jednej vzorky do skúšobného agregátu
7. Resetovanie, vyváženie a posunutie zariadenia
8. Spustenie testu v skúšobnom programe BlueHill
9. Po ukončení testu, vybratie skúšobnej vzorky z tepelnej komory a skúšobného agregátu a jej následné zdokumentovanie
10. Skúška je zopakovaná na desiatich vzorkách pri teplotách 25 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C, 45°C, 50 °C, 55 °C, 60 °C, 65 °C a 70 °C.



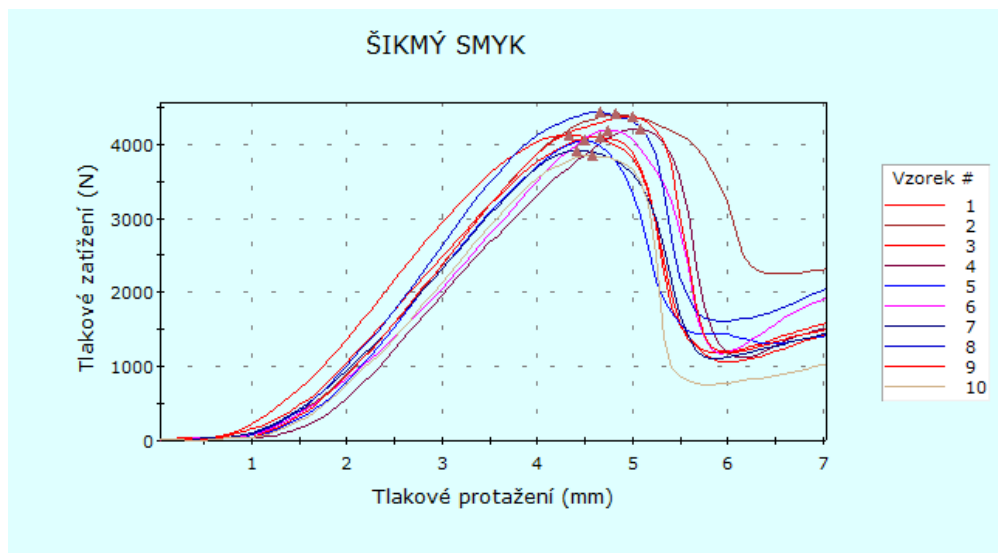
Obr. 35, 36, 37, 38 Vloženie vzorky do komory, uzatvorenie komory, vybratie vzorky po skúške a následné zdokumentovanie vzorky

## 5.4 Metodika spracovania výsledkov

Výsledky testov boli zaznamenávané programom BlueHill. Program BlueHill výsledky štatisticky vyhodnotil a takisto priebeh skúšky zaznamenal graficky. Programom BlueHill boli zaznamenané hodnoty maximálne zaťaženie [N], maximálna pevnosť [MPa], modul pružnosti [MPa], priesečník X pri module pružnosti [mm/mm].

Hodnoty maximálneho zaťaženia  $F$  [N] boli spracované, graficky vyjadrené v krabicovom grafe. Pre hodnoty šmykového napätia  $\tau$  [MPa] bolo potrebné využiť vzorec [1]. Po prepočítaní výsledkov daným vzorcom boli výsledky spracované a graficky vyjadrené v krabicovom grafe a grafe znázorňujúcom závislosť medzi šmykovým napätím a stúpajúcou teplotou.

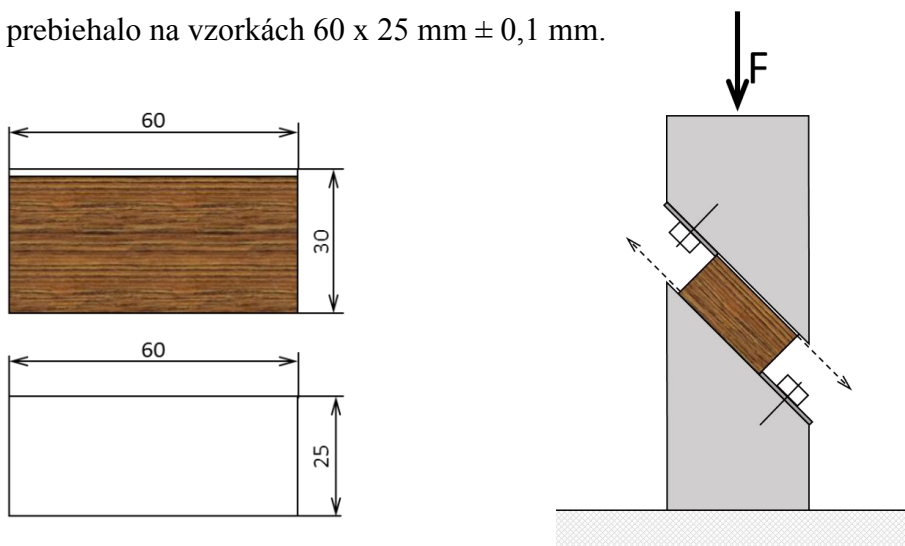
Výsledky boli na záver porovnané z výsledkami z dizertačnej práce „Vývoj zkušebných metod pro testování pevnosti a trvanlivosti nábytku během jeho namáhání před dopravě“ od Ing. Josefa Hlavatého Ph.D., ktorý vo svojej práci takisto robil skúšku metódou šikmého šmyku, no pre svoju skúšku použil vzorky, ktoré neboli cyklicky teplotne zaťažované.



Obr. 39 Grafické vyjadrenie priebehu skúšky programom BlueHill pri teplote 25 °C

## 6 VÝSLEDKY MERANIA

Pri tomto meraní bola použitá testovacia vzorka DTD jednostranne olepená ABS hranou. Pevnosť u tejto metódy je vlastnosť odolávať silám vychádzajúcim z kombinácie normálneho napätie  $\sigma$  a šmykového napätia  $\tau$  pod uhlom  $\gamma$  pôsobiaceho v hodnote  $45^\circ$  pri zaťažení tlakom na ABS hranu, ktorá je nalepená tavným lepidlom EVA na plochu nábytkového dielca. Vyjadruje sa hodnotou napätia v [MPa]. Overenie tejto vlastnosti prebiehalo na vzorkách  $60 \times 25 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ .

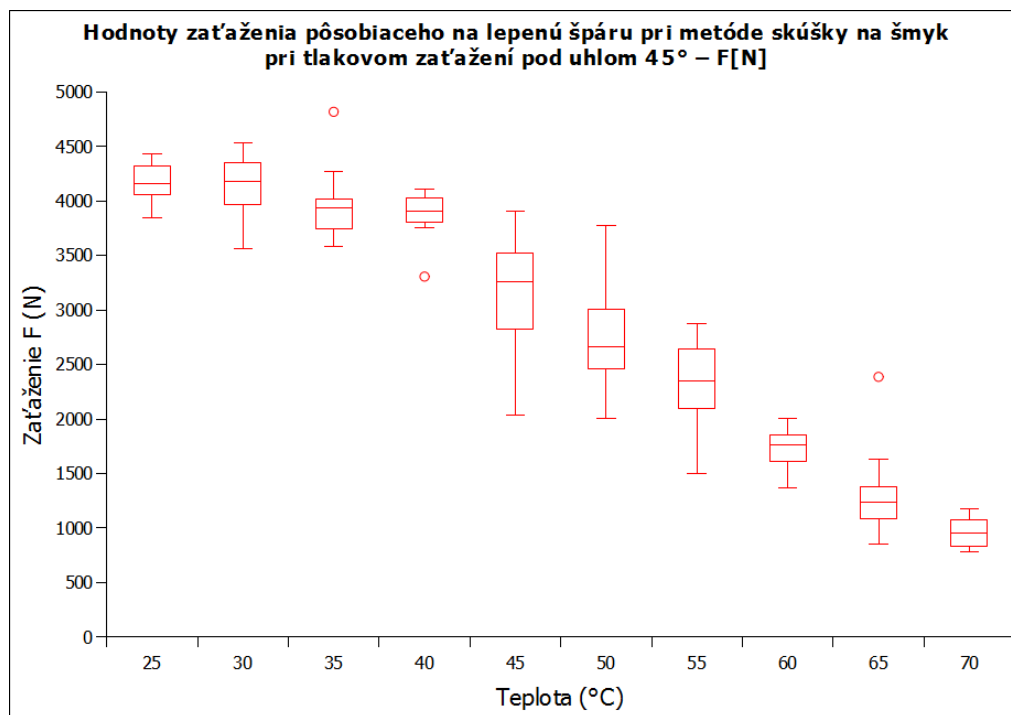


Obr.40 Zobrazenie skúšobných vzoriek pre testovanie pevnosti v špáre metódou skúšky na šmyk pri tlakovom zaťažení pod uhlom  $45^\circ$

### 6.1 Pevnosť v špáre pre tlakový šmyk- zaťaženie F

Tab.3 Hodnoty zaťaženia v lepenej špáre pri testovaní pevnosti v lepenej špáre

Zaťažovacia sila pôsobiaca na lepenú špáru metódou skúšky na šmyk pri tlakovom zaťažení pod uhlom $45^\circ$ - F[N]										
Teplota	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
Vzorky	4096	3973	4016	3962	2033	2425	2388	1948	1631	1177
	4409	4534	3725	4106	3905	3779	2869	1862	2387	799
	4125	4179	3639	3307	3380	3104	2880	2008	1356	814
	4205	3968	4007	3843	3652	2702	2437	1808	1085	1176
	4052	3562	3860	3819	2543	2103	2305	1661	1094	1112
	4190	4182	3585	3760	3539	3303	2708	1532	1156	973
	3909	4390	4272	4029	3033	2644	1503	1373	925	926
	4434	4295	3815	4020	3131	2588	2199	1597	1385	882
	4367	4378	4021	3798	3461	2677	1971	1709	856	973
	3842	3925	4819	4037	2756	2002	2065	1825	1311	785
<b>priemer</b>	4163	4139	3976	3868	3143	2733	2333	1732	1319	962
<b>maximum</b>	4434	4534	4819	4106	3905	3779	2880	2008	2387	1177
<b>minimum</b>	3842	3562	3585	3307	2033	2002	1503	1373	856	785
<b>smer.odchýlka</b>	190,7	271,8	342,4	218,4	539,4	511,4	406,4	186,3	417,8	142,2
<b>medián</b>	4157	4180	3934	3902	3255	2660	2347	1758	1233	949

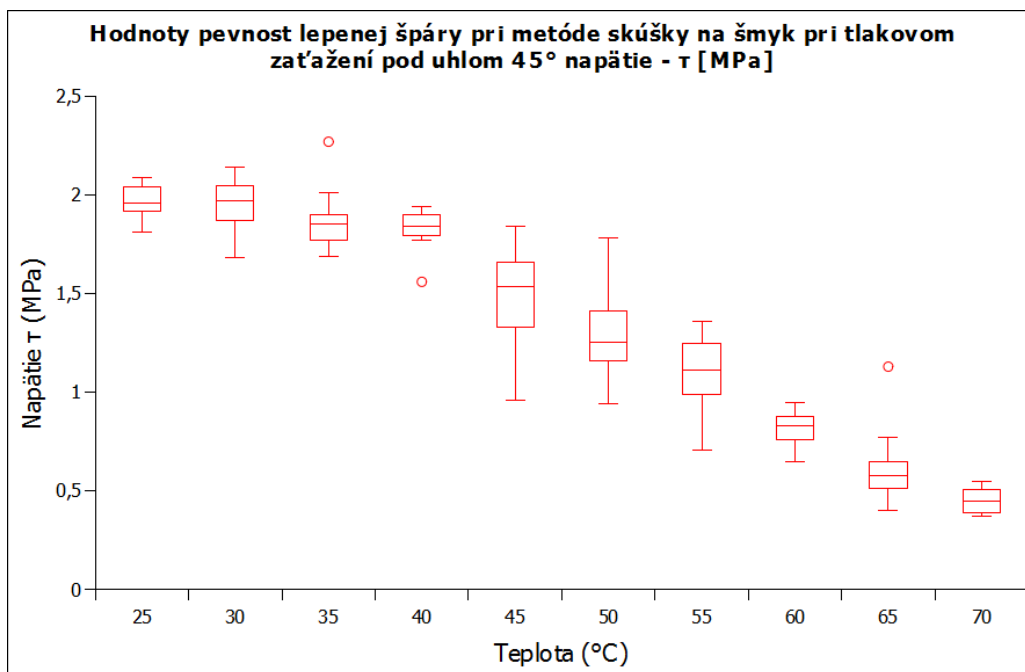


Obr. 41 Krabicový graf pre hodnoty zaťaženia v lepenej špáre pri testovaní pevnosti v špáre metódou skúšky na šmyk pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45° u ABS hrany pri náraste teploty

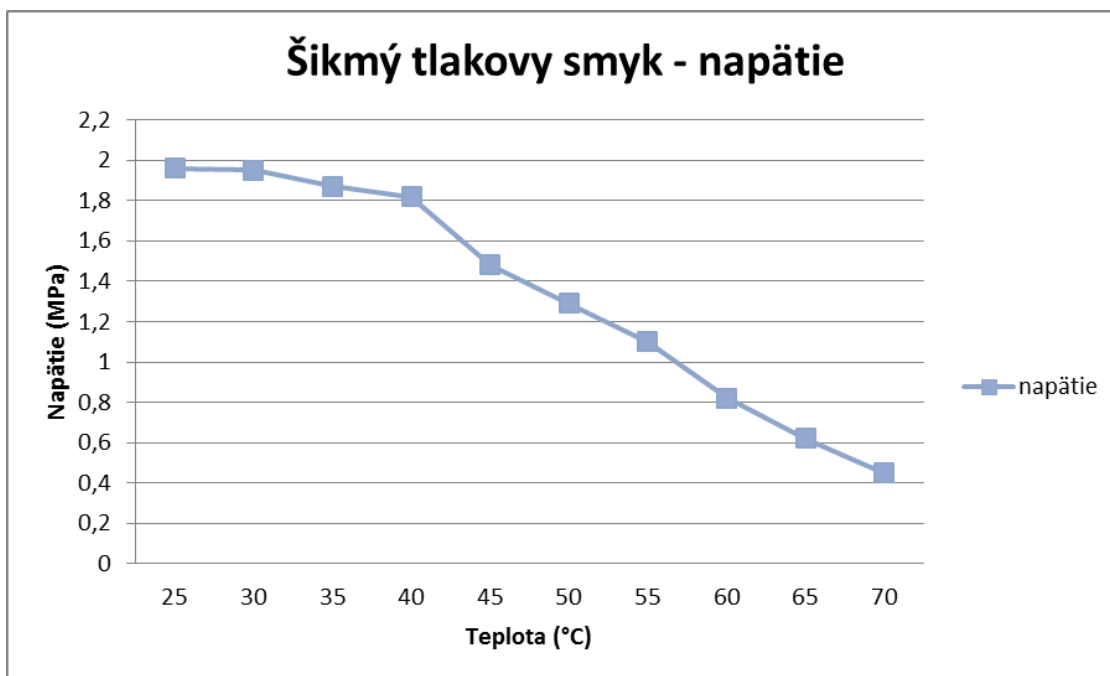
## 6.2 Pevnosť v škáre tlakový smyk - napätie $\tau$

Tab. 4 Hodnoty pevnosti v lepenej špáre metódou skúšky na šmyk pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45° - napätie  $\tau$  [MPa]

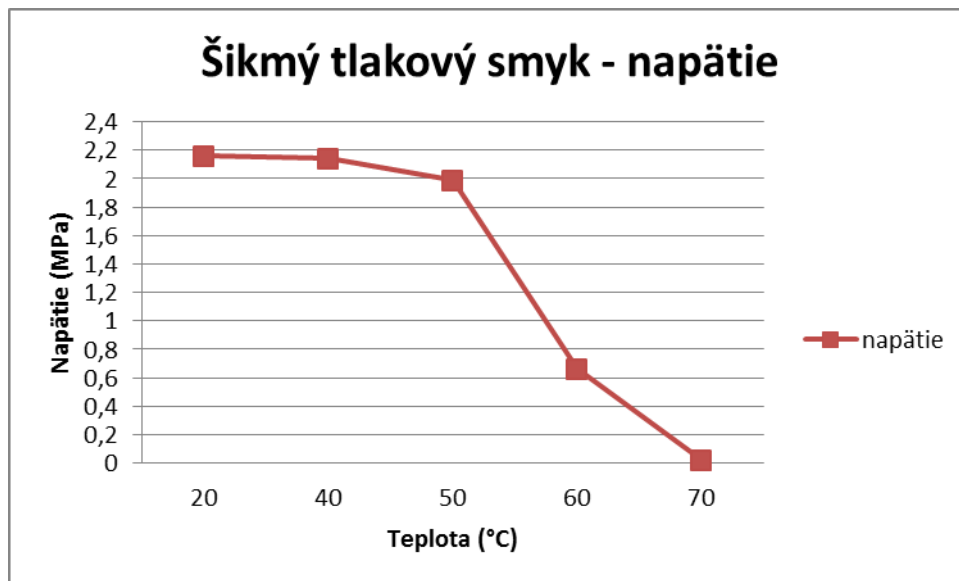
Pevnosť v lepenej špáre metódou skúšky na šmyk pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45° - napätie $\tau$ [MPa]										
Teplota	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
Vzorky	1,93	1,87	1,89	1,87	0,96	1,14	1,13	0,92	0,77	0,55
	2,08	2,14	1,76	1,94	1,84	1,78	1,35	0,88	1,13	0,38
	1,94	1,97	1,72	1,56	1,59	1,46	1,36	0,95	0,64	0,38
	1,98	1,87	1,89	1,81	1,72	1,27	1,15	0,85	0,51	0,55
	1,91	1,68	1,82	1,80	1,20	0,99	1,09	0,78	0,52	0,52
	1,98	1,97	1,69	1,77	1,67	1,56	1,28	0,72	0,54	0,46
	1,84	2,07	2,01	1,90	1,43	1,25	0,71	0,65	0,44	0,44
	2,09	2,02	1,80	1,90	1,48	1,22	1,04	0,75	0,65	0,42
	2,06	2,06	1,90	1,79	1,63	1,26	0,93	0,81	0,40	0,46
	1,81	1,85	2,27	1,90	1,30	0,94	0,97	0,86	0,62	0,37
<b>priemer</b>	1,96	1,95	1,87	1,82	1,48	1,29	1,10	0,82	0,62	0,45
<b>maximum</b>	2,09	2,14	2,27	1,94	1,84	1,78	1,36	0,95	1,13	0,55
<b>minimum</b>	1,81	1,68	1,69	1,56	0,96	0,94	0,71	0,65	0,40	0,37
<b>smer.odchýlka</b>	0,09	0,13	0,16	0,10	0,25	0,24	0,19	0,09	0,20	0,07
<b>medián</b>	1,96	1,97	1,85	1,84	1,53	1,25	1,11	0,83	0,58	0,45



Obr. 42 Krabicový graf pre hodnoty pevnosti lepenej špáry pri testovaní pevnosti v špáre metódou skúšky na šmyk pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45° u ABS hrany pri náraste teploty



Obr. 43 Zobrazenie priemerných hodnôt pevnosti v špáre metódou šikmého smyku pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45° pri náraste teploty v grafickom vyjadrení



Obr. 44 Zobrazenie priemerných hodnôt pevnosti v špáre metódou šikmého smyku pri tlakovom zaťažení pod uhlom  $45^\circ$  pri náraste teploty v grafickom vyjadrení. Ide o vzorky, ktoré neboli tepelne cyklované (zdroj: Hlavatý 2014)

## 7 DISKUSIA A VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV

Počas používania nábytku a počas jeho prepravy je na nábytok vystavovaný zaťaženie či už funkčnému, ktoré vzniká pri bežnom užívaní alebo nefunkčnému zaťaženiu, ktoré vzniká pri manipulácií, skladovaní, premiestňovaní.

„Zaťaženie môžeme definovať ako pôsobenie vonkajšej mechanickej sily na konštrukciu, ktorá je buď priama alebo nepriama napr. vplyvom zmeny teploty a vlhkosti. Ďalej môžeme zaťaženie rozdeliť podľa hľadiska vzniku na prvotné a druhotné, podľa rozloženia na rovnomerné a nerovnomerné, podľa charakteru pôsobenia na statické a dynamické, podľa rozloženia na rovnomerné a nerovnomerné, podľa opakovania na jednorazové a opakované a z hľadiska času na trvalé a dočasné.“ (Joščák 1999)

Medzi hlavný faktor, ktorý značne ovplyvňujú pevnosť lepeného spoja, zaraďujeme vplyv okolitého prostredia, ktorý má meniace sa príznaky spojené s pevnosťou dreva, materiálov na bázy dreva a lepidiel.

V dôsledku vyšších teplôt, kedy teplota vzduchu dosahuje viac ako 30 °C, môže pri preprave nábytku v prepravných kontajneroch s tmavšou farbou vzrásť teplota o ďalších 20 až 25 °C. V takomto prostredí dochádza k poklesu pevnosti lepených spojov, pri ktorých aplikácií bolo použité tavné lepidlo.

Vzhľadom k tomu, že v dnešnej dobe sa zvyšuje nárok na kvalitu nábytku zo strany zákazníkov ale aj výrobcov, je potrebné náročnejšie testovanie nábytku. A to hlavne pri exporte do vzdialených zemí, kedy je nábytok uložený v prepravných kontajneroch vystavovaný zvýšením negatívnym vplyvom okolitého prostredia.

Vzhľadom k rozvoju tavného lepidla vo výrobe nábytku je nutné, do skúšania nábytku zaradiť nové vhodné metódy overenia kvality lepených spojov, ktoré boli vystavené meniacim sa klimatickým teplotným podmienkam. Pri takomto testovaní pevnosti lepenej špáry je nutné skúšku vykonávať až do hraničnej teploty okolo 70 °C. To je práve teplota, ktorú môže dosiahnuť prostredie v prepravných kontajneroch s hnedou farbou pri preprave v letných mesiacoch.

Metóda ktorá bola použitá v bakalárskej práci pre overenie pevnosti v lepenej špáre po pôsobení zvýšenej teploty a po teplotnom cyklickom zaťažovaní nie je definovaná normou ČSN EN. Ide o alternatívu metódy prídržnosti s ťahom kolmo k rovine lepenej špáry, ktorá je definovaná normou ČSN EN 311 Desky ze dřeva – Přídržnost povrchu - Zkušební metoda Pracovní postup 1 (vychází z ČSN EN 311).



Ako alternatívna metóda bola použitá metóda s aplikáciou tlakového šmyku pod uhlom 45 °C, pretože pri metóde prídržnosti dochádza k zlej príľnavosti medzi kovovým telieskom a povrchom dekoračného materiálu, čoho dôsledkom je chybovosť výsledkov pri tejto metóde.

„Pevnosť u tejto metódy je vlastnosť odolávať silám vychádzajúcim z kombinácie normálneho napätie  $\sigma$  a šmykového napätia  $\tau$  pod uhlom  $\gamma$  pôsobiaceho v hodnote 45° pri zaťažení tlakom na ABS hranu, ktorá je nalepená tavným lepidlom EVA na plochu nábytkového dielca. Vyjadruje sa hodnotou napätia v [MPa] .“ (Dubovský 1990)

Aby sa výsledky testovania čo najviac priblížili reálnemu vystaveniu lepeného spoja zvýšeným teplotám pri transporte v prepravných kontajneroch, bola skúška vykonaná na vzorkách o rôznej teplote, pričom vzorky boli najprv vystavené cyklickému teplotnému zaťažovaniu (viď Obr. 33). Cyklické teplotné zaťažovanie prebiehalo umelo v klimatizačnej komore, kde boli nasimulované zmeny teploty, aké prebiehajú práve v prepravných kontajneroch.

Skúška, ktorá bola v praktickej časti bakalárskej práce vykonaná, potvrdzuje, že pevnosť lepeného spoja pri použití tavného lepidla, je ovplyvnená vystaveniu zvýšených teplôt či už tesne pred testovaním, ale aj pri predchádzajúcom cyklickom teplotnom zaťažovaní.

Štatistické vyhodnotenie skúšky pevnosti v lepenej špáre metódou skúšky na šmyk pri tlakovom zaťažení po uhlom 45 ° sú uvedené v Tab.5 a 6

Tab.5 Hodnoty zaťaženia  $F$  [N] v lepenej špáre pri testovaní pevnosti metódou skúšky na tlakový šmyk po uhlom 45 °

Teplota (°C)	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
<b>priemer</b>	4163	4139	3976	3868	3143	2733	2333	1732	1319	962
<b>maximum</b>	4434	4534	4819	4106	3905	3779	2880	2008	2387	1177
<b>minimum</b>	3842	3562	3585	3307	2033	2002	1503	1373	856	785
<b>smer.odchýlka</b>	190,7	271,8	342,4	218,4	539,4	511,4	406,4	186,3	417,8	142,2
<b>medián</b>	4157	4180	3934	3902	3255	2660	2347	1758	1233	949

Tab. 6 Hodnoty pevnosti v lepené špáre pre tlakový šmyk -napätie  $\tau$  [MPa] u ABS hra-  
ny pri náraste teploty metódou skúšky na šmyk pri tlakovom zaťažení po uhlom 45 °

Teplota (°C)	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
<b>priemer</b>	1,96	1,95	1,87	1,82	1,48	1,29	1,10	0,82	0,62	0,45
<b>maximum</b>	2,09	2,14	2,27	1,94	1,84	1,78	1,36	0,95	1,13	0,55
<b>minimum</b>	1,81	1,68	1,69	1,56	0,96	0,94	0,71	0,65	0,40	0,37
<b>smer.odchýlka</b>	0,09	0,13	0,16	0,10	0,25	0,24	0,19	0,09	0,20	0,07
<b>medián</b>	1,96	1,97	1,85	1,84	1,53	1,25	1,11	0,83	0,58	0,45

Z Tab. 5 a 6 vyplýva že najväčšie hodnoty pevnosti vykazoval lepený spoj pri teplote 25 °C a vlhkosti 50±5 %, čo odpovedá štandardným podmienkam. Priemerná pevnosť v lepenom spoji pri tejto teplote bola 1,96 [MPa] a priemerná hodnota zaťaženia 4163 [N].

Pri teplotách 30, 35 a 40 °C môžeme už pozorovať klesajúcu tendenciu u priemernej hodnoty pevnosti a aj hodnoty zaťaženia. Pri náraste teploty z 25 na 30 °C sa znížila hodnoty pevnosti o 0,5 % ,pri náraste z 30 na 35 °C sa znížila o 4,3 % a pri náraste teploty z 35 na 40 °C sa znížila o 2,3 %. Čo sa týka poklesu priemernej hodnoty zaťaženia pri náraste teploty z 25 na 30 °C klesla o 0,58 % ,pri náraste teploty z 30 na 35 °C klesla o 4,1 % a pri náraste z 35 na 40 °C klesla o 2,7 %. Percentuálny pokles priemernej hodnoty zaťaženia a pevnosti sú teda v rámci tej istej teploty vyrovnané.

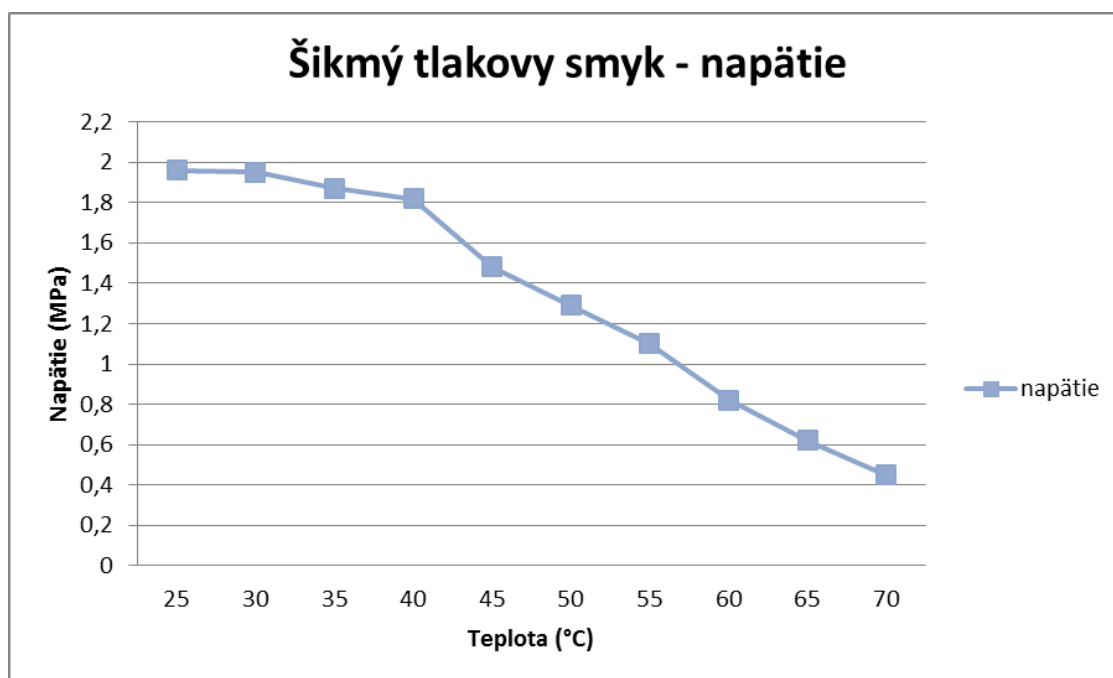
Výrazný rozdiel nastal pri teplote 45 °C kedy priemerná hodnota pevnosti nám pri náraste teploty z 40 na 45 °C klesla o 18 % a priemerná hodnota zaťaženia nám klesla o 18,7 %.

Pri teplote 60 °C sa hodnoty priemernej pevnosti a zaťaženia dostali cez polovicu počiatočnej hodnoty. Pokles priemernej pevnosti pri náraste teploty z 25 na 60 °C bol 58,2 % a pokles priemernej hodnoty zaťaženia bol 58,4 %.

Pri najvyššej teplote 70 °C klesla hodnota priemernej pevnosti na 0,45 [Mpa] a hodnota priemerného zaťaženia na 962 [N]. Čo v porovnaní s teplotou 25 °C činí percentuálny pokles u pevnosti v lepenom spoji o 77 % a u zaťaženia lepeného spoja o 76,7 %.

Z tejto štatistiky je teda zrejmé, že hodnoty zaťaženie lepeného spoja a pevnosť lepeného spoja sa medzi jednotlivými skúškami v rámci stúpajúcej teploty značne líšili a mali klesajúcu tendenciu, čo bolo aj predpokladom.

Grafické vyjadrenie klesajúcej tendencie pevnosti lepeného spoja pri náraste teploty je znázornené na Obr. 45



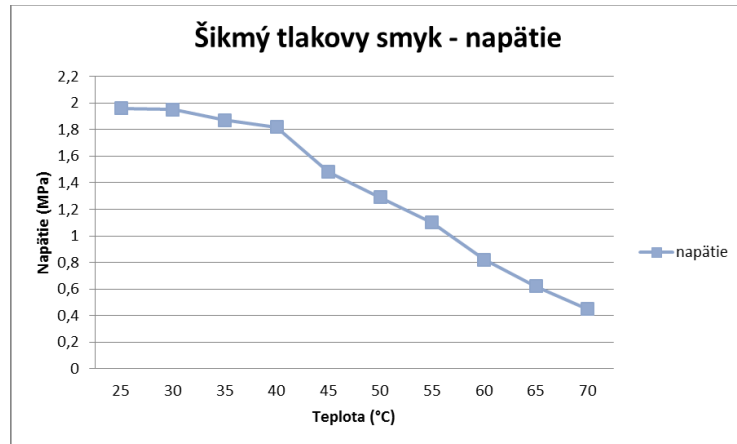
Obr. 45 Zobrazenie priemerných hodnôt pevnosti v špáre metódou šikmého smyku pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45° pri náraste teploty v grafickom vyjadrení

Z nasledujúceho grafu priemerných hodnôt napätia je zrejmé, že pevnosť v lepenej špáre pri ktorej bolo použité tavné lepidlo EVA je značne ovplyvnená teplotou. Potvrďuje sa nám teda, že pevnosť nám klesá so stúpajúcou teplotou.

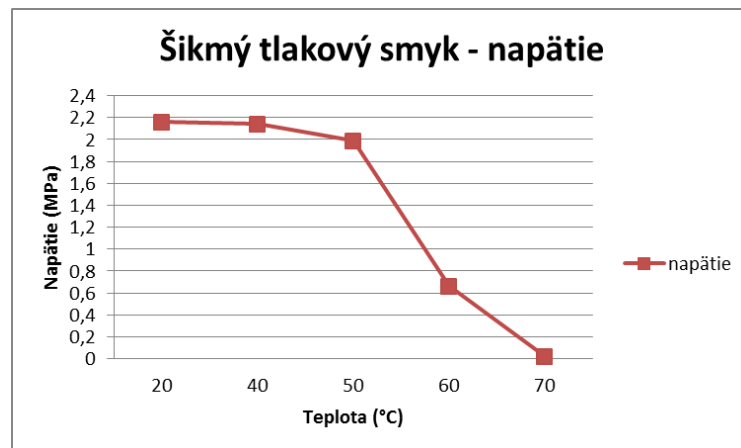
Pre porovnanie výsledkov boli použité výstupné dáta (Tab.7) tej istej skúšky publikované v dizertačnej práci Ing. Josefa Hlavatého, PH.D. „Vývoj zkušebních metod pro testování pevnosti a trvanlivosti nábytku během jeho namáhání při dopravě“. V tejto práci boli vzorky testované pre teploty 20; 40; 50; 60, 70 °C, pričom použitý materiál bola DTD obojstranne olepená HPL krytinou. HPL hrany boli lepené tavným lepidlom EVA.

Tab. 7 Výstupné dáta z dizertačnej práce Ing. Josefa Hlavatého PH.D. (zdroj: Hlavatý 2014)

Teplota (°C)	20	40	50	60	70
<b>priemer</b>	2,16	2,14	1,99	0,66	0,02
<b>maximum</b>	2,33	2,20	2,09	1,09	0,11
<b>minimum</b>	1,96	2,03	1,83	0,37	0
<b>smer.odchýlka</b>	0,103	0,126	0,105	0,36	0,046
<b>medián</b>	2,16	2,194	2,05	0,47	0



Obr. 46 Zobrazenie priemerných hodnôt pevnosti v špáre metódou šikmého šmyku pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45° pri náraste teploty v grafickom vyjadrení



Obr. 47 Zobrazenie priemerných hodnôt pevnosti v špáre metódou šikmého šmyku pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45° pri náraste teploty v grafickom vyjadrení. Ide o vzorky, ktoré neboli tepelne cyklované (zdroj: Hlavatý 2014)

Na grafoch môžeme pozorovať, že výsledky sa od seba veľmi nelíšia, aj napriek tomu že pri skúškach boli použité rozdielne materiáli ABS hrana a HPL krytina. Rozdiel bol taktiež v tom že v jednej práci boli vzorky teplotne cyklované a v druhej nie. Vidíme, že na oboch grafoch je klesajúca tendencia, čo bol aj predpoklad výsledku tejto skúšky, to sa nám teda potvrdilo. Ďalším predpokladom bolo že vzorky, ktoré boli vystavené teplotnému cyklickému zaťažovaniu budú dosahovať nižšie hodnoty pevnosti, tento predpoklad sa nám tak isto potvrdil.

## 8 ZÁVER

V súčasnej dobe, kedy sa zvyšujú nároky na kvalitu nábytku zo strany zákazníkov ale aj výrobcov a zároveň kedy podmienky na prepravu nábytku sú sťažené a ovplyvňované klimatickými podmienkami, otvoreným trhom, prepravou na dlhé vzdialenosti je nutné hľadať a zavádzať nové metódy testovania nábytku.

Faktory, ktoré nepriaznivo ovplyvňujú kvalitu nábytku a hlavne samotnú pevnosť lepeného spoja pri preprave nábytku na diaľku v prepravných kontajneroch sú teplota vzduchu, vetra, zrážky a radiačne podmienky priameho slnečného žiarenia, ktoré spôsobujú extrémne výkyvy teplôt, čo má za následok vznik kondenzátu vo vnútri kontajneru.

„Slnečné lúče zohrievajú kontajner najviac v jeho hornej časti, čo je dôvodom vyšších teplôt pri strope kontajnera, teplota pri strope v kontajneroch s tmavým náterom môže byť aj o 15 – 25 °C vyššia ako teplota okolitého prostredia. Celkovo teplota v kontajneroch môže dosahovať až 60 °C.“ (Scharnow 1998)

Najviac náchylný na poškodenie vplyvom zvýšených teplôt pri preprave nábytku v prepravných kontajneroch je práve lepený spoj. Tejto problematike je nutné sa venovať hlavne u nábytkových spojov pri ktorých aplikácií bolo použité tavné lepidlo, nakoľko tavné lepidlo nie je odolné voči teplotám už o niekoľko stupňom nižším ako je teplota topenia. Lepidlo mäkne a stráca svoju pevnosť už pri teplote 60 °C čo predstavuje značný problém, pretože nábytok je často krát pri preprave nábytku v kontajneroch vystavovaný teplotám až 60 °C

Cieľom práce bolo skúmať a testovať pevnosť lepeného spoja, ktorý bol vystavený cyklickému teplotnému zaťažovaniu čo malo simulovať reálne podmienky v prepravných kontajneroch počas prepravy nábytku. Lepený spoj bol vytvorený medzi DTD a ABS hranou a lepený bol tavným lepidlom EVA.

Pre skúšku pevnosti lepeného spoja bola použitá metóda šikmého smyku pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45°. Táto metóda je vhodná pre tvrdé, krehké a málo ohybné olepovacie materiály ako HPL hrany, a pre silné ABS pásy. V prípade tejto metódy tlakového šmyku súčasne so šmykovou zložkou, pôsobí na testovaný materiál aj normálová zložka sily, čo reálnejšie odráža zaťaženie dielcov uložených na sebe počas prepravy.

Na základe skúšky metódou šikmého smyku môžeme konštatovať, že pri preprave nábytku v letných mesiacoch na dlhšie vzdialenosti sa musí počítať s negatívnym vplyvom teploty na kvalitu nábytku.

Predpoklad, že lepený spoj vytvorený za použitia tavného lepidla bude počas prepravy v kontajneroch v letných mesiacoch negatívne ovplyvnení zvyšujúcou sa teplotou sa nám vďaka skúške metódou šikmého smyku pod uhlom 45° potvrdil.

Vedecký a praktický význam bakalárskej práce je teda v získaní nových poznatkov a informácií o procesoch chovania sa tavného lepidla aplikovaného na nábytok v podmienkach prepravných operácií, kedy na prepravnú jednotku pôsobia extrémne hodnoty tepla a súčasne sa prejavuje mechanické namáhanie lepenej špáry.

Praktický význam bakalárskej práce spočíva v prínose poznatkov priebehu samotnej skúšky, nakoľko počas priebehu skúšky metódou šikmého smyku bolo spozorované, že vylepšením samotného skúšobného agregátu nalepením brúsneho papiera, by u skúšobných vzoriek nedochádzalo k ich zhrňovaniu (viď. Príloha 14.1) , nakoľko tlak by bol rovnomerne rozložený po celej ploche vzorky.

Výstupné údaje z bakalárskej práce môžu slúžiť ako základ pre aplikovanie nových skúšobných metód testovania nábytku a nábytkových dielcov, súčasne je možné poznatky z bakalárskej práce využiť pri výučbe predmetov „Plasty lepidla a náterové hmoty“, „Technologie výroby nábytku“ a „Zkoušení nábytku“.

## 9 SUMMARY

For adhesive-bond joint strength test was used method of oblique shear at a pressure load at an angle  $45^\circ$ . This method is suitable for hard, brittle and less flexible upholstery material as HPL, and the thick ABS tape. Method of pressure oblique shear combines shear component and normal component which reflect more closely the load of parts stacked together during transport.

Based on the oblique shear test method we can be stated that during the transport of furniture in the summer for longer distances should be calculated with a negative effect of temperature on furniture quality.

The assumption that glued joints created by hot melt adhesive will be during transport in containers in the summer months negatively affected by increasing temperature we confirmed due to the oblique shear test method at  $45^\circ$

The scientific and practical importance of the bachelor thesis is acquired the new knowledge and process information about performance of the hot melt adhesive which is applied to the furniture where furniture is placed in transport units and on the transport units operate extremely elevated values of heat paralleled by mechanical stress on bond joint.

Output data from the bachelor thesis can serve as a basic for application of new furniture and furniture parts testing methods, and at the same time can be knowledge of this thesis use in teaching subjects "Plastic adhesives and coatings," "Technology of Furniture" and "Testing of furniture".

## 10 POUŽITÁ LITERATÚRA

### 10.1 Literárne zdroje

- DUBOVSKÝ, J. Latest Achievements in Research of Wood Structure and Physics: proceedings: Zvolen - Czechoslovakia : September 4-7, 2. nezm. vyd. Zvolen: Vysoká škola lesnícka a drevárska, 1991, 372 s. ISBN 80-228-0139-9.
- GELBIČ, J. Tavná lepidla: aplikace syntetických lepidel v knihařství, balení a kartonáži, výrobě nábytku. 1. vyd. Brno, Knihař, 2000, 97 s. ISBN 80-86292-01-0.
- HLAVATÝ, J. Vývoj zkušebních metod pro testování pevnosti a trvanlivosti nábytku během jeho namáhání při dopravě. Dizertačná práca. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevárská fakulta, 2014, 101s.
- HORYNA, K., PICEK, J. Lodní přeprava: učebnice. 1. vyd. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1988, 129 s.
- HRÁZSKÝ, J., KRÁL, P. Kompozitní materiály na bázi dřeva – Část I.: Aglomerované materiály. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzity v Brně, 2007, 253 s. ISBN 97880-7375-034-3.
- MATOVIČ, A. Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva a materiálů na bázi dřeva: určeno pro posl. lesnické fak., obor dřevařský a lesnický. 1. vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1993, 212 s. ISBN 80-715-7086-9.
- NEMEC, L. Et al. Technológia výroby nábytku. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1985, 514 s.
- NUTSCH, W. Příručka pro truhláře. Praha: Sobotáles, 1999, 540 s. ISBN 80-85920-60-3.
- OSTEN, M. Práce s lepidly a tmely. 1. Vyd. Praha: SNTL, 1975, 290 s.
- PEKAŘ, J. Vliv technologických parametrů na pevnost lepených spojů. Brno, 2007
- ROŽEK, P. Kontejnerizace námořní dopravy, Institut Jana Pernera/SSL, 2007
- ŠTEFKA, V. Kompozitné drevné materiály. Vyd. 1. Vo Zvolene: Technická univerzita, 2007, 203 s.
- TESAŘOVÁ, D. Povrchové úpravy dřeva. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 134 s. ISBN 978-80-247-4715-6.



- ZIERISOVÁ, V. Vlivy působící na pevnost a trvanlivost v exportní logistice nábytku při přepravě v kontejneru k odběrateli mimo hranice Evropské unie. Bakalářská práce Brno: Mendelova univerzita v Brně. 2012

## 10.2 Internetové zdroje

- BÖHM, M. et al. Materiály na bázi dřeva [online]. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra zpracování dřeva, 2012 [cit. 2015-04-12]. ISBN 978-80-213-2251-6. Dostupné z World Wide Web: [http://fld.czu.cz/~bohmm/materialy\\_na\\_bazi\\_dreva.pdf](http://fld.czu.cz/~bohmm/materialy_na_bazi_dreva.pdf).
- SCHARNOW. Climatic conditions. Container handbook [online]. GDV, 1998 [cit. 2012-04-18]. Dostupné z World Wide Web: <http://www.containerhandbuch.de>
- LEINBERGER, D. Temperature & Humidity in Ocean Containers [online]. [cit. 2015-04-12]. Dostupné na World Wide Web: [http://www.ista.org/forms/LEINBERGER\\_Dimensions06\\_paper.pdf](http://www.ista.org/forms/LEINBERGER_Dimensions06_paper.pdf)

## 11 ZOZNAM POUŽITÝCH TABULIEK

Tab.1 Výhody a nevýhody drevotriekových dosiek.....	17
Tab.2 Minimálne, maximálne a stredné hodnoty namerané dataloggerom.....	40
Tab.3 Hodnoty zaťaženia v lepenej špáre pri testovaní pevnosti v lepenej špáre..	44
Tab.4 Hodnoty pevnosti v lepenej špáre metódou skúšky na šmyk pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45 ° - napätie $\tau$ [MPa].....	45
Tab.5 Hodnoty zaťaženia F [N]) v lepenej špáre pri testovaní pevnosti metódou skúšky na tlakový šmyk po uhlom 45 ° .....	49
Tab.6 Hodnoty pevnosti v lepené špáre pre tlakový šmyk -napätie $\tau$ [MPa] u ABS hrany pri náraste teploty metódou skúšky na šmyk pri tlakovom zaťažení po uhlom 45 ° .....	50
Tab.7 Výstupné dáta z dizertačnej práce Ing. Josefa Hlavatého PH.D. (zdroj: Hlavatý 2014).....	51

## 12 ZOZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKOV

Obr.1 Druhy lepidiel používané vo výrobe nábytku.....	13
Obr.2 Druhy tavných lepidiel.....	14
Obr.3 Jowatherm tavné lepidlo vo forme granúl, použité na príprave vzorkou v BP (zdroj <a href="http://www.hranipex.sk/">http://www.hranipex.sk/</a> ).....	15
Obr.4 Rozdelenie drevotriekových dosiek podľa ČSN EN 309:2005 .....	16
Obr.5 Rôzne hrúbky DTD (zdroj <a href="http://www.topdrevo.cz">http://www.topdrevo.cz</a> ) .....	18
Obr.6 DTD- laminovaná (zdroj <a href="http://www.egger.com">http://www.egger.com</a> ) .....	18
Obr.7 Laminát s imitáciou textúry dreva (Böhm et al. 2012).....	20
Obr.8 Mikroskopický snímok laminovaného povrchu (Böhm et al. 2012) .....	20
Obr.9 ABS hrany v kotúčoch (zdroj: <a href="http://www.egger.com">http://www.egger.com</a> ).....	24
Obr.10 ABS hrany (zdroj: <a href="http://www.merenda.com">http://www.merenda.com</a> ).....	24
Obr.11 Štruktúra lepeného spoja.....	24
Obr.12 Faktory ovplyvňujúce mikroklimu v prepravnej jednotke.....	28
Obr.13 Sorpčná izoterma dreva (Matovič 1993) .....	29
Obr.14 Denné rozdiely teplôt vplyvom slnečného žiarenia a vznik kondenzátu v kontaj- neri (Scharnow 1998).....	30
Obr.15 Priebeh teplôt počas prepravy z Japonska do USA v letných mesiacoch (zdroj: Leinbeger 2015) .....	31
Obr.16 Priebeh teplôt počas prepravy z Japonska do USA v zimných mesiacoch(zdroj: Leinbeger 2015) .....	31
Obr.17 DTD (zdroj: <a href="http://www.cpsinterier.sk">http://www.cpsinterier.sk</a> ).....	32
Obr.18 DTD-L (zdroj: <a href="http://www.sklad.tpsshop.cz">http://www.sklad.tpsshop.cz</a> ) .....	32
Obr.19 Model štruktúry trojvrstvovej DTD .....	32
Obr.20 DTD laminovaná (zdroj: <a href="http://www.egger.com">http://www.egger.com</a> ) .....	33
Obr.21 Vlastnosti ABS hrany firmy Hranipex (zdroj: <a href="http://www.hranipex.cz">http://www.hranipex.cz</a> ) ...	34
Obr. 22 Trhací stroj INSTRON 3365 .....	35
Obr. 23 Skúšobný agregát pre šikmý tlakový šmyk .....	35
Obr.24 Tepelná komora INSTRON model 3119-409-22.....	36
Obr. 25 Klimatizačná komora .....	37
Obr. 26 Otvorená komora so vzorkami .....	37
Obr.27 Teplotný datalogger Testo 174H (zdroj: <a href="http://www.merici-pristroje.eu">http://www.merici-pristroje.eu</a> ) .....	37
Obr. 28, 29, 30 Skúšobné vzorky a ich rozmery .....	38

Obr.31, 32 Kotúčová deliaca píla s predrezom v dielni Mendelovej univerzity.....	39
Obr. 33 Graf znázorňujúci priebeh zmien teploty a relatívnej vlhkosti počas tepelného cyklického namáhania vzoriek .....	40
Obr. 34 Vzorky rozdelené podľa teploty umiestnené v klimatizačnej komore INUCELL .....	41
Obr. 35, 36, 37, 38 vloženie vzorky do komory, uzatvorenie komory, vybratie vzorky po skúške a následné zdokumentovanie vzorky.....	42
Obr. 39 Grafické vyjadrenie priebehu skúšky programom BlueHill pri teplote 25 °C...43	
Obr.40 Zobrazenie skúšobných vzoriek pre testovanie pevnosti v špáre metódou skúšky na šmyk pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45° .....	44
Obr. 41 Krabicový graf pre hodnoty zaťaženia v lepenej špáre pri testovaní pevnosti v špáre metódou skúšky na šmyk pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45° u ABS hrany pri náraste teploty.....	45
Obr. 42 Krabicový graf pre hodnoty pevnosti lepenej špáry pri testovaní pevnosti v špáre metódou skúšky na šmyk pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45° u ABS hrany pri náraste teploty.....	46
Obr. 43 Zobrazenie priemerných hodnôt pevnosti v špáre metódou šikmého smyku pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45° pri náraste teploty v grafickom vyjadrení.....	46
Obr. 44 Zobrazenie priemerných hodnôt pevnosti v špáre metódou šikmého smyku pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45° pri náraste teploty v grafickom vyjadrení. Ide o vzorky, ktoré neboli tepelne cyklované (zdroj: Hlavatý 2014).....	47
Obr. 45 Zobrazenie priemerných hodnôt pevnosti v špáre metódou šikmého smyku pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45° pri náraste teploty v grafickom vyjadrení.....	51
Obr. 46 Zobrazenie priemerných hodnôt pevnosti v špáre metódou šikmého smyku pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45° pri náraste teploty v grafickom vyjadrení.....	52
Obr. 47 Zobrazenie priemerných hodnôt pevnosti v špáre metódou šikmého smyku pri tlakovom zaťažení pod uhlom 45° pri náraste teploty v grafickom vyjadrení. Ide o vzorky, ktoré neboli tepelne cyklované (zdroj: Hlavatý 2014).....	52

## 13 ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

<b>ABS:</b> AKYLONITRIL-BUTADIEN-STYREN.....	
.....9; 11; 14; 22; 23; 24; 33; 34; 38; 39; 41; 42; 44; 45; 46; 49; 50; 52; 53	
<b>AM:</b> AGLOMEROVANÝ MATERIÁL.....	19
<b>BP:</b> BAKALÁRSKA PRÁCA.....	15
<b>DTD:</b> DREVOTRIESKOVÁ DOSKA.....	16; 17; 18; 20; 21; 32; 33; 38; 39; 44; 55; 53
<b>DTD-L:</b> DREVOTRIESKOVÁ DOSKA LAMINOVANÁ.....	11; 32; 38; 39
<b>EU:</b> EURÓPSKA ÚNIA.....	9; 33
<b>EVA:</b> ETHYLEN-VINYL ACETÁT.....	9; 11; 15; 34; 38; 39; 44; 49; 51; 53
<b>HPL:</b> VYSOKOTO TLAKÝ LAMINÁT ( HIGH PRESSURE LAMINATE).....	
.....	41; 51; 52; 53
<b>ISO:</b> MEDZINÁRODNÁ ORGANIZÁCIA PRE NORMALIZÁCIU ( INTERNATIO- NAL ORGANIZACION FOR STANDARTIZATION).....	25; 28
<b>MF:</b> MELAMIN-FORMALDEHYDOVE ŽIVICE.....	19
<b>PC:</b> OSOBNÝ POČÍTAČ ( PERSONAL COMPUTER).....	42
<b>PF:</b> FENOL FORMALDEHYD.....	19
<b>PVAC:</b> POLYVINYLACETÁT.....	19; 21; 22; 33
<b>UF:</b> MOČOVINO-FORMALDEHYDOVÉ ŽIVICE.....	19; 22
VOC	
<b>USA:</b> SPOJENÉ ŠTÁTY AMERICKÉ ( UNITED STATES OF AMERICA).....	30; 31
<b>UV:</b> ULTRAFIALOVÉ ŽIARENIE ( ULTRAVIOLET RADIATION).....	23; 27

## 14 PRÍLOHY

### 14.1 Správanie sa jednotlivých vzoriek počas skúšky v závislosti na teplote



Obr.48 Obrázok všetkých vzoriek po skúške



Obr. 49; 50; 51; 52 príklady extrémnych poškodení na DTD a ABS

### Skúšobné vzorky po vystavení teplote 25 °C:



Pri tejto teplote došlo u všetkých vzoriek k pokrčeniu ABS hrany zo strany, kde bol na ňu vyvíjaný tlak. ABS hrana sa kompletne neoddelila od DTD, tento jav nastal len u dvoch skúšobných vzoriek. DTD z hornej stany, kde bol na ňu vyvíjaný tlak je značne poškodená, rozdrvená. Pri teplote 25°C bola priemerná hodnota zaťaženia 4163 N, čo je najväčšia dosiahnutá hodnota v porovnaní s ostatnými vzorkami. Priemerná hodnota evnosti v lepenej špáre je 1,96 MPa, čo je tak isto najvyššia priemerná hodnota v porovnaní s ostatnými teplotami.

### Skúšobné vzorky po vystavení teplote 30 °C:



Pri tejto teplote sa došlo u väčšiny ABS hrán k zrolovaniu a ostali pripevnené k DTD. Dve z nich ostali k DTD pripevnené úplne na pevno, ostatné na kúskoch lepidla. Iba jedna ABS hrana ostala neporušená a odlúpila sa s kusom DTD a laminátu. Zo strany, kde bol na DTD vyvíjaný tlak došlo k výraznému poškodeniu DTD. Pri teplote 30°C bola priemerná hodnota zaťaženia 4139 N, čo v porovnaní s teplotou 25°C nie je dramatický pokles. Priemerná hodnota pevnosti v lepenej špáre je 1,95 MPa, čo je len o 0,01 MPa menej ako pri teplote 25°C.

### Skúšobné vzorky po vystavení teplote 35 °C:



Pri tejto teplote 3 ABS hrany ostali neporušené a kompletne sa oddelili od DTD, pričom na hranách ostalo lepidlo a časti DTD. 5 hrán sa úplne zrolovalo ale na DTD nezostali na konci prilepené ale oddelili sa. Neoddelili sa kompletne ostali držať na pozostatku lepidla. 2 ABS hrany sa len mierne pokrčili. Na samotnej DTD došla k výraznému poškodeniu a to na jej oboch koncoch. Pri teplote 35 °C bola priemerná hodnota zaťaženia 3976 N, čo už v porovnaní z teplotou 25 a 30 °C môžeme považovať za výraznejší pokles. Priemerná hodnota pevnosti v lepenej špáre je 1,87 Mpa, čo ešte nemôžeme považovať za výrazný pokles oproti teplotám 25 a 30 °C.

### Skúšobné vzorky po vystavení teplote 40 °C:



Pri tejto teplote došlo u väčšiny vzoriek k zrolovaniu ABS hrany, súčasne ostali všetky ABS hrany držať na DTD na pevno. 2 hrany ostali neporušené u týchto dvoch je potom viditeľne aj menšie porušenie samotnej DTD. Pri tejto teplote sa vzorky nechovali úplne podľa očakávania, nakoľko bol predpoklad, že so stúpajúcou teplotou bude klesať počet zrolovaných ABS hrán. Pri teplote 40 °C bola priemerná hodnota zaťaženia 3868 N, čo v porovnaní s teplotou 35 °C nie je výrazný rozdiel. Priemerná hodnota pevnosti v lepenej špáre je 1,82 Mpa, čo tak isto nieje výrazný rozdiel oproti teplote 35 °C.

### Skúšobné vzorky po vystavení teplote 45 °C:



Pri tejto teplote došlo k úplnému uvoľneniu ABS hrany len u jednej vzorky, ostatné ostali pripevnené na DTD na zvyškoch lepidla. 3 vzorky sa nám pri pôsobení sily zrolovali 1 sa mierne pokrčila, zvyšok ABS hrán ostalo neporušených a zošmykli sa z DTD. Pri teplote 45 °C bola priemerná hodnota zaťaženia 3143 N, čo v porovnaní s teplotou 40 °C môžeme už považovať za výrazný rozdiel. Priemerná hodnota pevnosti v lepenej špáre je 1,48 Mpa, čo tak isto môžeme už považovať za výraznejšie zníženie oproti teplote 40 °C.

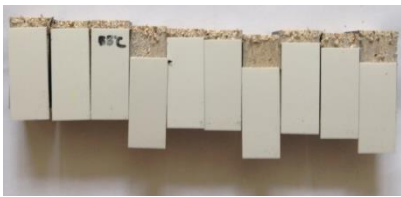
### Skúšobné vzorky po vystavení teplote 50 °C:



Pri tejto teplote nedošlo ani u jednej vzorky k úplnému oddeleniu ABS hrany od DTD. Pri teplote 50 °C už nedošlo u vzoriek k výrazným poškodeniam ABS hrany. ABS hrana sa zrolovala len u dvoch vzoriek u ktorých došlo aj k poškodeniu samotnej DTD, konkrétne k odlúpeniu laminátu v dôsledku pôsobenia sily. ABS hrany sa nám u 8 vzoriek len posunuli po DTD, došlo k ich uvoľneniu bez toho aby sa zrolovali. Pri týchto vzorkách už je viditeľné aj zmenšenie poškodenia samotnej DTD v dôsledku pôsobenia sily. Pri teplote 50 °C bola priemerná hodnota zaťaženia 2733 N, čo v porovnaní s teplotou 40 °C je takisto už výraznejší rozdiel. Priemerná hodnota pevnosti v lepenej špáre je 1,29 Mpa, čo tak isto môžeme považovať za výraznejšie zníženie pevnosti oproti 40 °C.



### **Skúšobné vzorky po vystavení teplote 55 °C:**



Pri tejto teplote nedošlo k poškodeniu ABS hrán, ani jedna vzorka sa nám nezrolovala. Vzorky ostali prichytené na pozostatkoch lepidla a na vláknach DTD. 3 vzorky sa úplne oddelili od DTD, na všetkých môžeme pozorovať pozostatky lepidla. U vzoriek došlo k poškodeniu samotnej DTD na hrane na ktorú sa tlačilo, u väčšiny došlo k naštiepeniu a dokonca sa odlomili aj kúsky laminátu. Pri teplote 55 °C bola priemerná hodnota zaťaženia 2333 N, čo v porovnaní s teplotou 50 °C je rozdiel a v porovnaní s teplotou 25 °C už ide skoro o polovičné zníženie. Priemerná hodnota pevnosti v lepenej špáre je 1,10 Mpa, čo tak isto môžeme považovať už takmer za polovičný rozdiel v porovnaní s teplotou 25 °C.

### **Skúšobné vzorky po vystavení teplote 60 °C:**



Pri teplote 60 °C nedošlo k poškodeniu ABS hrany, ani jedna hrana sa nám nezrolovala ani inak nezdeformovala ale všetky sa zošmykli po DTD.. Na polovici vzoriek sa ABS hrana kompletne oddelila od DTD, na všetkých oddelených ABS hranách môžeme pozorovať pozostatky lepidla a vlákna z DTD. Druhá polovica vzoriek ostala pripevnená na DTD na pozostatkoch lepidla. Pri teplote 60 °C bola priemerná hodnota zaťaženia 1732 N, čo v porovnaní s teplotou 55 °C je výrazný rozdiel a v porovnaní s teplotou 25 °C už ide o viac ako polovičné zníženie. Priemerná hodnota pevnosti v lepenej špáre je 0,82 Mpa, čo môžeme považovať za polovičný rozdiel v porovnaní s teplotou 25 °C.

### Skúšobné vzorky po vystavení teplote 65 °C:



Pri teplote 65 °C nedošlo k poškodeniu ABS hrany a na všetkých vzorkách sa nám ABS hrana kompletne oddelila od DTD. Na jednej vzorke nám ostal súvislý lepidlový film na DTD. Na ostatných môžeme pozorovať, že na ABS hrane ostali prichytené menšie vrstvičky lepidla. Hrana na ktorú sa tlačilo je len mierne poškodená, čo je spôsobené tým že bola vynaložená omnoho menšia hodnota zaťaženia ako pri nižších teplotách. Pri teplote 65 °C bola priemerná hodnota zaťaženia 1319 N, čo v porovnaní s teplotou 60 °C je výrazný rozdiel a v porovnaní s teplotou 25 °C ide o 1/3. Priemerná hodnota pevnosti v lepenej špáre je 0,62 Mpa, čo môžeme považovať tak isto za 1/3 v porovnaní s teplotou 25 °C.

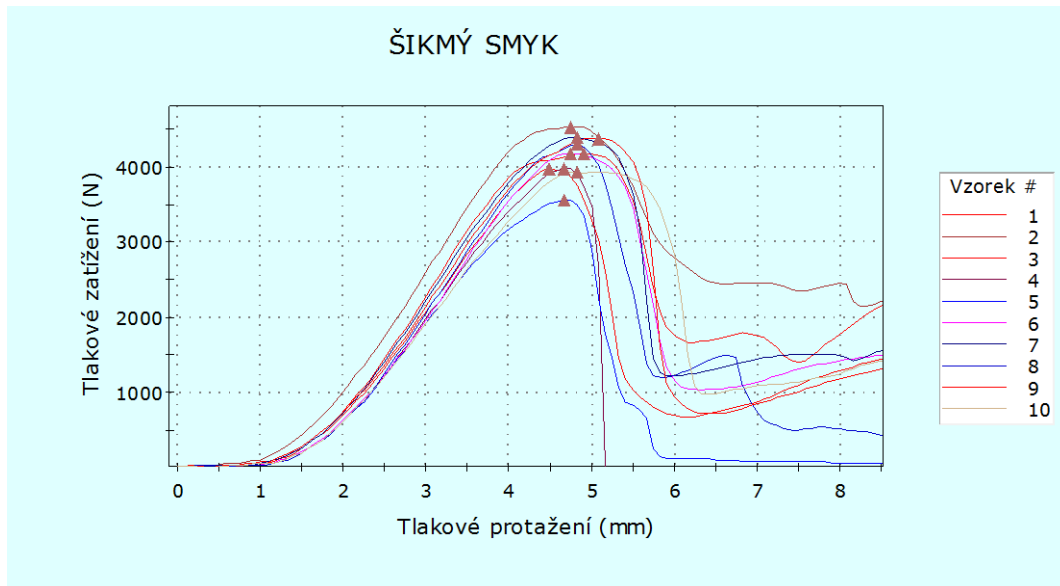
### Skúšobné vzorky po vystavení teplote 70 °C:



Pri teplote 70 °C nedošlo k poškodeniu ABS hrany, na všetkých vzorkách sa ABS hrana kompletne oddelila od DTD. Hrana na ktorú sa tlačilo je minimálne poškodená. Je to spôsobené nízkou hodnotou zaťaženia, ktorou bol vyvíjaný tlak na lepený spoj v porovnaní s nižšími teplotami. Pri teplote 70 °C bola priemerná hodnota zaťaženia 962 N, čo v porovnaní s teplotou 65 °C je výrazný rozdiel a v porovnaní s teplotou 25 °C ide o 1/4. Priemerná hodnota pevnosti v lepenej špáre je 0,45 Mpa, čo môžeme považovať tak isto za 1/4 v porovnaní s teplotou 25 °C.

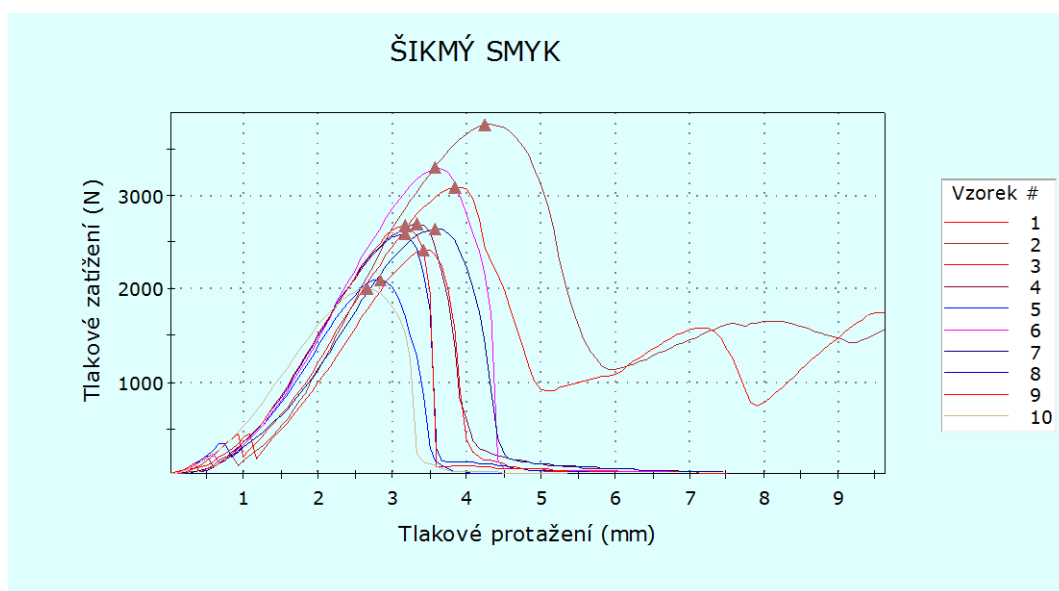
## 14.2 Výstupy z merania

Popis skúšobnej dávky 30 °C



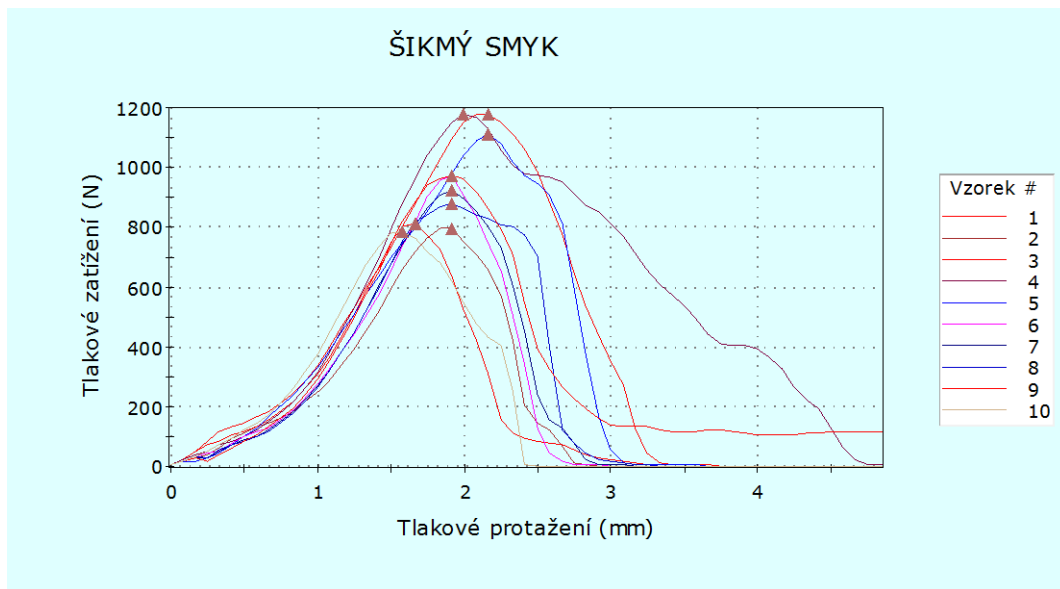
	Maximální zatížení (N)	Maximální pevnost (MPa)	Modul (MPa)	Průsečík X při modulu (mm/mm)	Tlakové napětí při mezi kluzu (Posun 2 mm/mm) (MPa)
1	3972,97241	2,64865	8,35230	0,19800	-----
2	4533,51123	3,02234	9,80610	0,18114	2,49776
3	4179,10938	2,78607	9,86671	0,21028	1,71950
4	3968,31445	2,64554	8,33923	0,20651	-----
5	3561,55078	2,37437	7,97972	0,19922	-----
6	4181,77588	2,78785	9,07359	0,21855	-----
7	4390,14453	2,92676	9,18849	0,21011	-----
8	4294,69824	2,86313	9,02846	0,21480	-----
9	4378,49756	2,91900	9,13120	0,20612	-----
10	3925,03198	2,61669	7,88723	0,20174	-----
Průměrná hodnota	4138,56064	2,75904	8,86530	0,20465	2,10863
Maximální	4533,51123	3,02234	9,86671	0,21855	2,49776
Minimální	3561,55078	2,37437	7,88723	0,18114	1,71950
Směrodatná odchylka	286,68197	0,19112	0,70031	0,01053	0,55031
Medián	4180,44263	2,78696	9,05103	0,20632	2,10863

Popis skúšobnej dávky 50 °C



	Maximální zatížení (N)	Maximální pevnost (MPa)	Modul (MPa)	Průsečík X při modulu (mm/mm)	Tlakové napětí při mezi kluzu (Posun 2 mm/mm) (MPa)
1	2425,16943	1,61678	7,36860	0,14002	-----
2	3779,40527	2,51960	9,33478	0,14813	-----
3	3103,76831	2,06918	7,55544	0,13106	0,73521
4	2701,73755	1,80116	8,72102	0,09186	-----
5	2103,49316	1,40233	8,17832	0,09601	-----
6	3303,07715	2,20205	9,37692	0,10510	-----
7	2643,80664	1,76254	8,19609	0,11357	-----
8	2588,20215	1,72547	8,58471	0,09264	-----
9	2676,78687	1,78452	8,05917	0,09058	-----
10	2002,40466	1,33494	7,05851	0,05873	-----
Průměrná hodnota	2732,78512	1,82186	8,24336	0,10677	0,73521
Maximální	3779,40527	2,51960	9,37692	0,14813	0,73521
Minimální	2002,40466	1,33494	7,05851	0,05873	0,73521
Směrodatná odchylka	539,06172	0,35937	0,78199	0,02700	-----
Medián	2660,29675	1,77353	8,18720	0,10056	0,73521

Popis skúšobnej dávky 70 °C



	Maximální zatížení (N)	Maximální pevnost (MPa)	Modul (MPa)	Průsečík X při modulu (mm/mm)	Tlakové napětí při mezi kluzu (Posun 2 mm/mm) (MPa)
1	1176,53650	0,78436	5,30720	0,07634	-----
2	798,66486	0,53244	5,03726	0,08653	-----
3	814,24506	0,54283	5,72578	0,08227	-----
4	1175,84949	0,78390	6,15268	0,08942	-----
5	1112,26123	0,74151	4,59463	0,06302	-----
6	972,68396	0,64846	5,98075	0,09260	-----
7	925,75757	0,61717	5,33033	0,08228	-----
8	881,95325	0,58797	5,44367	0,08591	-----
9	972,86395	0,64858	5,70897	0,08519	-----
10	784,80200	0,52320	5,36541	0,06685	-----
Průměrná hodnota	961,56179	0,64104	5,46467	0,08104	-----
Maximální	1176,53650	0,78436	6,15268	0,09260	-----
Minimální	784,80200	0,52320	4,59463	0,06302	-----
Směrodatná odchylka	149,88745	0,09992	0,45465	0,00958	-----
Medián	949,22076	0,63281	5,40454	0,08373	-----

## 14.3 Technický list - lepidlo

Jowatherm®

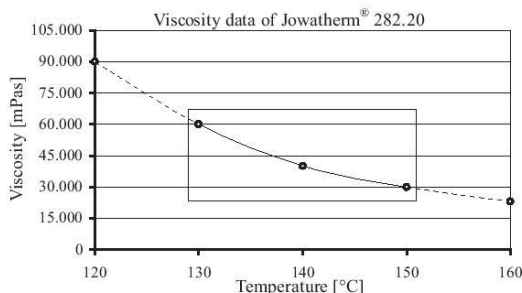
### EVA - hranovacie tavné lepidlo

282.20

**Priklady použitia:** Na lepenie na pomaly pracujúcich hranovacích zariadeniach s nízkou teplotou, napr. na hrany z PVC, papierové a polyesterové. Tiež pre softforming s tepelne citlivými PVC hranami.

**Vlastnosti / Doporučený spôsob spracovania:** Stredne viskózne, rýchle tavitelné, dobrá oxidačná a farebná stabilita v tavenine, dlhý otvorený čas.  
Teplota spracovania: 120 - 150 °C  
Rýchlosť posuvu: 5 - 20 m/min.

**Technické údaje:** MFI 150°C/216kg: ca. 470 g/10min.  
(DIN 53 735)  
Hustota [g/cm<sup>3</sup>]: ca. 1,30  
Vzhľad: béžový  
Oblasť mäknutia (podľa Koflera) [°C]:  
(kruh a guľa) ca. 75  
ca. 83



**Čistenie:** Predčistenie v horúcom stave zoškrabaním pomocou špachtle. Odstránenie zvyškov po ochladení pomocou čistiacieho prostriedku Jowat® 401.10.

**Skladovanie:** Minimálna doba uskladnenia v suchom a chladnom prostredí (15 - 25°C) je 12 mesiacov.

**Balenie:** Granulát. Balenie podľa požiadavky.

**Trieda nebezpečnosti:** Podľa nemeckých noriem a predpisov o horľavých látkach (VbF): žiadna.

**Označovanie:** Nepodlieha žiadnemu označeniu podľa nemeckých nariadení o označovaní nebezpečných materiálov. Aby sme sa vyvarovali vzniku zápachu, nutné je zabezpečiť odsávanie. Pri značnom prekročení aplikačnej teploty na dlhší čas nastáva nebezpečie vzniku škodlivých látok tepelného rozkladu.

**Číslo podľa kľúča odpadov:** Podľa EWC: 080 404.

08/01 Informácie uvedené v tomto technickom prospekte sú založené na praktických skúsenostiach a výsledkoch našich laboratórnych testov. Hodnoty sú priebežne aktualizované podľa posledného stavu technológie. Toto vydanie nahrádza všetky doterajšie vydania a je platné k uvedenému dátumu. Prosíme, oboznámte sa s informáciami uvedenými na opačnej strane prospektu.

PRODEJCE PRO ČR A SR:

  
**HRANIPEX**

HRANIPEX Czech republic k.s.  
J. Rýznerové 97, Komorovice, 396 01 Humpolec  
Tel.: +420 565 501 210-216, Fax: +420 565 501 241-242  
hranipex@hranipex.cz, www.hranipex.com

  
Klebstoffe

Jowat AG  
Ernst-Hilker-Straße 10-14, 32758 Detmold, Germany  
Phone: +49 (0)5231 749-0, Fax: +49 (0)5231 749-105  
info@jowat.de, www.jowat.de

### **Informácia pre užívateľov**

Lepenie je jednou z najracionálnejších techník spájania materiálov a neustále sa rozširuje do nových oblastí použitia. Zároveň narastá počet lepených materiálov a stále sa vyvíjajú nové metódy a zariadenia na spracovanie lepidiel.

Na tomto poli pôsobenia tiež intenzívne pracuje aj výskumno-vývojové oddelenie firmy Jowat. Jeho vysoko kvalifikovaná skupina chemikov a inžinierov pracuje intenzívne na tom, aby sme Vám ako zákazníkom optimálne poradili a aby ste získali najvhodnejšie lepidlo pre Vašu potrebu.

Naše odporúčenia sa opierajú o výsledky skúšok v našich laboratóriách a tiež o praktické skúsenosti našich zákazníkov. Nie je však možné zohľadniť všetky technické podmienky každého špecifického použitia. Preto je potrebné, aby si každý zákazník sám preveril vhodnosť použitia nami vyrobeného lepidla pre daný účel. To platí pri prvom použití a zavedení do výroby, ako aj v priebehu zmeny technológie výroby.

Novým zákazníkom doporučujeme overiť nami predstavené lepidlo v konkrétnych výrobných podmienkach. Takto pripravené lepené spoje je nutné preveriť podľa praktických kritérií a výsledky zhodnotiť. Tieto skúšky sú nevyhnutne potrebné. Všetkých zákazníkov, ktorí uskutočňujú zmeny vo svojich technologických procesoch prosíme, aby nám to oznámili. To sa vzťahuje aj na zmeny a nastavenie nových parametrov používaných strojno-technologických zariadení, alebo pri zmene lepených materiálov. Len potom budú pracovníci firmy Jowat schopní poskytnúť Vám najnovšie informácie zodpovedajúce aktuálnemu stavu vedeckého poznania.

## 14.4 Technický list - ABS hrana



### Technický list - ABS hrany UNI barvy

ABS hrany UNI jsou kvalitní termoplastové hrany z maximálně odolného a teplotně stálého plastu ABS (Akrylonitryle Butadiene Styrene).

**Výhody:**

ABS hrany UNI jsou v interiéru stálobarevné, mají vysokou rázovou pevnost a snášejí velké zatížení.

**Ekologie:**

ABS hrany UNI splňují nejpřísnější kvalitativní a ekologické normy EU. Neobsahují žádné těžké kovy, ftaláty a nepoškozují zdraví.

**Proces výroby:**

ABS hrany UNI se vyrábějí technologií extruze, společně s kalibrovacím nebo kalandrovačím procesem.

**Gravírování:**

ABS hrany se při výrobním procesu gravírují. Gravírováním dochází k vytvoření požadované povrchové úpravy (gravír, perlička, hladká atd.).

**Lakování:**

ABS hrany UNI lze ve výrobním procesu lakovat UV lakem. Ve výrobním procesu se lakují dva různé druhy lesku. Jeden lesk je krycí lak, který vytvoří lesk 5° až 60°. Další lesk je vysoký lesk, který vytvoří lesk 90°. Oba dva druhy laku jsou vysoce odolné proti poškrábání.

**Povrchové vady:**

Změny na povrchu ABS hrany UNI nesmí viditelně narušovat vnímání povrchu ze vzdálenosti větší než 70 cm. Povrchovými vadami se myslí např.: kontrastní body, tečky, boule, promáčknutí, lomy, vlny, trhliny, změny odstínu, změny lesklosti atd.

**Adhezivní vlastnosti a olepování:**

ABS hrany UNI mají na spodní straně nanesenou vrstvu primeru. Hranipex-primer v kombinaci s tavným lepidlem garantuje perfektní adhezi mezi hranou a deskou.

Hranipex Czech Republic k.s.  
J. Rýznerové 97, Komorovice,  
396 01 Humpolec  
Czech Republic  
T +420 565 501 211  
F +420 565 501 241-2  
M +420 606 789 742, +420 602 167 944  
E hranipex@hranipex.cz  
www.hranipex.cz

ČSOB Jihlava: 212917398/0300  
IBAN: CZ11 0300 0000 0002 1291 8091  
Swift: CEKOCZPP  
Unicredit Jihlava: 511090001/2700

IČ: 26112361  
DIČ: CZ26112361  
Registrováno Krajským soudem  
v Českých Budějovicích  
oddíl A, vložka 8463



## Tolerance, vlastnosti a parametry ABS hrany UNI:

### Tolerance tloušťky hrany

Tloušťka v mm	Tolerance	
0,45 - 0,7 mm	- 0,10 mm	+ 0,10 mm
0,8 - 1 mm	- 0,15 mm	+ 0,10 mm
1,1 - 1,6 mm	- 0,20 mm	+ 0,10 mm
1,7 - 2 mm	- 0,25 mm	+ 0,15 mm
2,1 - 5 mm	- 0,30 mm	+ 0,15 mm

### Tolerance šířky hrany

Šířka v mm	Tolerance	
11 - 14 mm	- 0,2 mm	+ 0,2 mm
15 - 31 mm	- 0,3 mm	+ 0,3 mm
nad 32 mm	- 0,5 mm	+ 0,5 mm

### Tolerance profil hrany

Specifikace konkávy	Tolerance
Spodní strana konkávy	min. 0,01 - max. 0,15 mm
Horní strana konkávy	max. 0,5 mm

## Tolerance:

### Kryvost u tloušťky 0,45 mm UNI barvy

Odstín	Tolerance
Tmavý odstín	95%
Světlý odstín	85%

### Úroveň rovnoběžnosti

Všechny šířky
< 3mm/1m

### Tolerance odchylky v barevném odstínu

Barevný odstín	Maximální povolená odchylka od referenčního vzorku delta E*
Bílá	max. 0,8 delta E*
Světlé barvy	max. 1,0 delta E*
Tmavé barvy	max. 1,5 delta E*

Pro měření se používá spektrofotometr s měřicí geometrií D8\* a nastaveným typem osvětlení D65.  
Přesnost měřicího přístroje: opakovatelnost delta E\* 0,01.

Hranipex Czech Republic k.s.  
J. Ryznerově 97, Komorovice,  
396 01 Humpolec  
Czech Republic

T +420 565 501 211  
F +420 565 501 241-2  
M +420 606 789 742, +420 602 167 944  
E hranipex@hranipex.cz  
www.hranipex.cz

ČSOB Jihlava: 212917398/0300  
IBAN: CZ11 0300 0000 0002 1291 8091  
Swift: CEKOCZPP  
Unicredit Jihlava: 511090001/2700

IČ: 26112361  
DIČ: CZ26112361  
Registrováno Krajským soudem  
v Českých Budějovicích  
oddíl A, vložka 8463

### Povrchová úprava

Struktura	Povrchová úprava	Tolerance
Struktura nelakovaná 2° - 10° lesku	hladká, gravír, perlička	-
Struktura lakovaná 6° - 30° lesku	gravír, perlička	tolerance: ± 5°
Struktura lakovaná 6° - 60° lesku	hladká	tolerance: ± 5°
Struktura lakovaná 90° lesku	hladká	tolerance: ± 10°

### Nános funkční vrstvy na bázi EVA

Barevný odstín	Množství	Tolerance
Natur	160 g/m <sup>2</sup>	10%
Bílá	160 g/m <sup>2</sup>	10%
Černá	160 g/m <sup>2</sup>	10%
Hnědá	160 g/m <sup>2</sup>	10%

### Nános tavného lepidla na bázi EVA

Barevný odstín	Množství	Tolerance
Natur	160 g/m <sup>2</sup>	10%
Černá	160 g/m <sup>2</sup>	10%
Nízkotavné lepidlo	160 g/m <sup>2</sup>	10%

Síře nanášené vrstvy tavného lepidla nebo funkční vrstvy může být až o 1mm užší z každé strany nanášené ABS hrany UNI.

### Vlastnosti

Vlastnosti	Vyjádření	Norma pro testování
Světlostálost	6	DIN EN ISO 4892-2
Bod měknutí (Vicat B 50)	95 °C	DIN EN ISO 306
Smršťování	< 1% při 85 °C a během 1 hodiny	Dle výrobce granulátu ABS
Tvrdost dle Rockwella	110 N/mm <sup>2</sup>	DIN EN ISO 2039-2
Tvrdost Shore typu D	~ 73	DIN EN ISO 868
Rázová houževnatost, 23 °C	žádná změna	DIN EN ISO 179-2
Vrubová houževnatost, 23 °C	17 KJ/m <sup>2</sup>	DIN EN ISO 179-2
Ohnutí E-module	2300 MPa	ASTM D 790
Odolnost proti oděru (Erichsen metod 318 č. 1)	4 - 6 N	vlastní metoda
Chemická odolnost	1 B	Din 68861-1
Index hořlavosti	B2 (hořlavé jako dřevo)	DIN 4102-1
Bělení na lomu	Střední	Dle výrobce granulátu ABS

Hranipex Czech Republic k.s.  
 J. Rýznerově 97, Komorovice,  
 396 01 Humpolec  
 Czech Republic  
 T +420 565 501 211  
 F +420 565 501 241-2  
 M +420 606 789 742, +420 602 167 944  
 E hranipex@hranipex.cz  
 www.hranipex.cz

ČSOB Jihlava: 212917398/0300  
 IBAN: CZ11 0300 0000 0002 1291 8091  
 Swift: CEKOCZPP  
 Unicredit Jihlava: 511090001/2700

IČ: 26112361  
 DIČ: CZ26112361  
 Registrováno Krajským soudem  
 v Českých Budějovicích  
 oddíl A, vložka 8463

## Zpracování

Způsob	Komentář
Řezání	ano
Kapování	ano
Lakování	ano
Frézování rádius	ano
Leštění	ano
Předfrézování	ano
Strojové olepování	ano
Směr frézování	Po směru, proti směru
Ohnutí 0,45 - 0,9 mm hrany	Ano od rádiusu 30 mm, u lakovaných 50 mm
Ohnutí 1 mm - 1,5 mm hrany	Ano od rádiusu 40 mm, u lakovaných 60 mm
Ohnutí 1,6 mm - 2 mm hrany	Ano od rádiusu 50 mm, u lakovaných 60 mm
Ohnutí 2,1 mm - 3 mm hrany	Ano od rádiusu 60 mm, u lakovaných 60 mm

### Použití:

Použití ABS hran UNI je prakticky neomezené a proto jsou vhodné pro všechny typy nábytku, zejména na namáhaná místa, která jsou vystavena velké míře opotřebení. Jsou vhodné nejen pro oлеpení rovných ploch, ale také pro všechny možné tvary křivek, bez závislosti na tom, zda potřebujeme vnější či vnitřní rádius. Při výběru záleží pouze na požadavcích zákazníka.

ABS hrany Uni jsou určeny pro použití v interiérech.

### Způsoby oлеpení:

- Strojně s použitím k tomu určených lepidel na bázi EVA, PO, PUR nebo APAO.
- Na strojích s laserovým systémem - ABS hrana se speciálním nánosem funkční vrstvy na bázi EVA nebo PO, která zaručí potřebnou adhezi mezi hranou a deskou.
- Ručním oлеповacím strojem s horkovzdušnou pistolí - ABS hrana s nánosem tavného lepidla na bázi EVA.
- Ručně s použitím kontaktního lepidla.

Teplota tavného lepidla se při oлеpení nastavuje dle doporučení výrobce lepidla.

ABS hrany UNI mají konkávní úhel, který zajišťuje při správném oлеpení bezvadný vzhled spáry.

### Prostředí při oлеповání:

Vlhkost oлеповaného materiálu a vlhkost hrany při oлеповání: v rozmezí 8 až 15 %.

Teplota oлеповaného materiálu, hrany a okolí při oлеповání: minimálně 15 °C.

### Povrchová odolnost:

ABS hrany UNI nelakované jsou při mechanickém zatížení náchylné k poškození povrchu. Většina těchto poškození se dá odstranit leštěním.

ABS hrany UNI lakované jsou při mechanickém zatížení vysoce odolné proti poškození povrchu.

Hranipex Czech Republic k.s.  
 J. Rýznerově 97, Komorovice,  
 396 01 Humpolec  
 Czech Republic  
 T +420 565 501 211  
 F +420 565 501 241-2  
 M +420 606 789 742, +420 602 167 944  
 E hranipex@hranipex.cz  
 www.hranipex.cz

ČSOB Jihlava: 212917398/0300  
 IBAN: CZ11 0300 0000 0002 1291 8091  
 Swift: CEKOCZPP  
 Unicredit Jihlava: 511090001/2700

IČ: 26112361  
 DIČ: CZ26112361  
 Registrováno Krajským soudem  
 v Českých Budějovicích  
 oddíl A, vložka 8463

**Bělení při opracování:**

Některé barevné odstíny ABS hrany UNI jsou při mechanickém opracování středně náchylné k bělení na opracované ploše. Správným nastavením olepovacího stroje a následným leštěním se dá tento efekt minimalizovat.

**Čištění:**

Pro odstranění zbytků tavného lepidla doporučujeme použít speciální čisticí prostředky na bázi uhlovodíků a alkoholu, bez obsahu aromatických látek a rozpouštědel. Pro celkové čištění doporučujeme běžné domácí čističe nebo alkohol (výjimku představuje aceton a etyl-butylacetát (podle DIN 68861, část 1, číslo 1B). Z Hranipex produktů doporučujeme čisticí prostředky HRX 01 a RI 408 - na ruční použití a RI 006 LP 163/93 na strojní použití.

**Skladování:**

ABS hrany UNI doporučujeme skladovat při teplotě 15 - 25 °C, při vlhkosti vzduchu 55 - 60%, v uzavřených baleních, čímž se zamezí vlivu povětrnostních podmínek a přístupu prachu. Takto skladované hrany mají prakticky neomezenou životnost. Přesto doporučujeme u hran starších 24 měsíců provést zkoušku adheze.

**Likvidace:**

Zbytky ABS hran UNI lze bezproblémově likvidovat společně se zbytky dřevotřísek, stejně jako dřevotřískové desky olepené ABS hranou UNI lze likvidovat v zařízeních tomu určených. Například ve spalovnách nebo na skládkách k tomu schválených.

Všechny tyto parametry vycházejí z technických listů dodavatelů komponentů, ze kterých jsou ABS hrany UNI vyráběny, z technologických možností při výrobě ABS hrany z těchto komponentů, z našich zkušeností při zkouškách zpracování ABS hrany UNI a z testování při certifikaci hran UNI ve Zlínském Institutu pro testování a certifikaci.

Při různých způsobech olepení a při použití různých typů strojů se mohou parametry pro správné zpracování ABS hrany UNI lišit. Proto doporučujeme každému zákazníkovi si odzkoušet parametry ABS hrany UNI v běžné praxi.

Aktualizace technického listu provedena v Hranipex Komorovice dne 01. 11. 2012.

Hranipex Czech Republic k.s.  
J. Rýznerově 97, Komorovice,  
396 01 Humpolec  
Czech Republic  
T +420 565 501 211  
F +420 565 501 241-2  
M +420 606 789 742, +420 602 167 944  
E hranipex@hranipex.cz  
www.hranipex.cz

ČSOB Jihlava: 212917398/0300  
IBAN: CZ11 0300 0000 0002 1291 8091  
Swift: CEKOCZPP  
Unicredit Jihlava: 511090001/2700

IČ: 26112361  
DIČ: CZ26112361  
Registrováno Krajským soudem  
v Českých Budějovicích  
oddíl A, vložka 8463