

Mendelova univerzita v Brně

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav nábytku designu a bydlení

Vliv lepidla na pevnost lepených spojů za zvýšených teplot

Bakalářská práce

2015

Lenka Vrbová

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem práci *Vliv lepidla na pevnost lepených spojů za zvýšených teplot* 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 před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne:

podpis studenta

Poděkování:

Děkuji panu Ing. Josefu Hlavatému, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při zpracovávání této bakalářské práce. Mé poděkování patří také společnosti ZNORA spol. s r.o. za poskytnutí materiálu k testování.

Velké poděkování patří mým blízkým za podporu v průběhu celého studia.

Abstrakt

Autor:

Lenka Vrbová

Název práce: „Vliv lepidla na pevnost lepených spojů za zvýšených teplot“

Předmětem této bakalářské práce je analýza vlivu použitého lepidla namáhaného cyklickým tepelným zatěžováním prostředí u lepeného spoje nábytkové hrany ABS a DTD na pevnostní charakteristiky lepeného spoje.

V práci byla testována pevnost lepeného spoje zkouškou zatížení ve spáře odlupováním ABS hrany pod úhlem 90°. Při zkoušce byly použity standartní materiály, které jsou běžně dostupné a využívané v nábytkářském průmyslu. Výsledky měření byly zpracovány a analyzovány.

Klíčová slova: Pevnost lepeného spoje, tavné lepidlo, ABS hrana, DTD, kontejnerová přeprava, cyklické tepelné zatěžování, odlupování pod úhlem 90°.

Abstract

Author:

Lenka Vrbová

Subject of bachelor thesis: „The influence of adhesive materials on the solidity of adhesive bonded joints at increased temperature“

The goal of this thesis is an analysis of the influence of the adhesive material on the characteristic strength of the adhesive bonded joint. The adhesive material used was exposed to the cyclic thermal loading of the environment around the adhesive bonded joint of ABS and PB furniture edges.

The solidity of adhesive bonded joint was tested by loading of the joint, which was achieved by peeling of the ABS edge at 90° angle. Only standard materials, commonly accessible and utilised in the furniture industry, were used during the test. The results of the gauging were processed and analysed.

Key words: Solidity of adhesive bonded joint, fusible adhesive, ABS edges, particle board (PB), container transport, cyclic thermal loading, peel angle 90°.

Obsah

1. Úvod	9
2. Cíl práce.....	10
3. Literární přehled.....	11
3.1. Přeprava nábytku	11
3.2. Působení zvýšených teplot na nábytek	11
3.3. Kontejnerová přeprava nábytku	12
3.3.1. Hygroskopické zboží v kontejnerové přepravě	12
3.3.2. Teorie sorpce	12
3.3.3. Mikroklima v kontejneru	14
3.3.4. Extrémní teploty během přepravy	15
3.4. Charakter dřevotřískové desky	17
3.5. Olepování bočních ploch	18
3.6. Dekorační materiály na boční plochy	19
3.6.1. Olepovací páska ABS	20
3.7. Tavná lepidla	20
3.7.1. Výhody tavných lepidel.....	21
3.7.2. Aplikace tavných lepidel	21
3.7.3. Tvorba lepidlového filmu tavných lepidel	22
3.7.4. Tavná lepidla na bázi EVA kopolymerů	22
3.8. Struktura lepeného spoje a faktory ovlivňující jeho kvalitu.....	23
3.9. Současné metody testování lepené spáry	24
3.9.1. Dlátová zkouška	24
3.9.2. Přídržnost.....	25
3.9.3. Smykový tlak pod úhlem 45°	25
3.9.4. Odlupování pod úhlem 90°	26
4. Stanovení řešení dané problematiky	27

5. Použité materiály a zařízení.....	28
5.1. Použité materiály	28
5.1.1. Dřevotřísková deska laminovaná	28
5.1.2. Tavné lepidlo	29
5.1.3. Olepovací páska ABS.....	29
5.2. Použitá zařízení	30
5.2.1. Trhací stroj Instron	30
5.2.2. Klimatizační komora Incucell	31
5.2.3. Teplotní datalogger Testo 174H.....	32
5.3. Testované vzorky.....	33
6. Metodika	35
6.1. Metodika přípravy vzorků	35
6.2. Metodika zkoušky	37
6.2.1. Příprava univerzálního trhacího stroje ke zkoušce.....	38
6.2.2. Postup zkoušky odlupování pod úhlem 90°	39
6.3. Metodika zpracování výsledků.....	40
7. Výsledky.....	41
8. Diskuze a vyhodnocení výsledků	44
9. Závěr	50
10. Summary.....	52
11. Použitá literatura	54
11.1. Literární zdroje	54
11.2. Normy	54
11.3. Internetové zdroje	54
12. Seznam použitých tabulek.....	56
13. Seznam použitých obrázků	57
14. Seznam použitých zkratk	58

15. Přílohy	59
15.1. Technický list – lepidlo	59
15.2. Technický list - ABS hrana	61
15.3. Výstupy měření - 23±2 °C.....	66
15.1. Výstupy měření - 30 °C.....	73
15.2. Výstupy měření - 40 °C.....	80
15.3. Výstupy měření - 50 °C.....	87
15.4. Výstupy měření - 60 °C.....	94
15.5. Výstupy měření - 70 °C.....	101

1. Úvod

Nábytek lze považovat za nejvýznamnější zařizovací předměty našeho domova. Tvoří atmosféru interiéru a obklopuje nás po většinu našeho života. S rozvojem vědy a techniky se ve společnosti zvyšují požadavky na kvalitu, bezpečnost a design nábytku.

Nábytek je stále více vnímán jako spotřební zboží, podléhající módním trendům, což klade požadavky na objem výroby a cenovou dostupnost. I přesto je stále nutné dbát na funkčnost, kvalitu a bezpečnost výsledného produktu.

S rostoucí populací a zvyšováním životní úrovně se otevírají stále další nové trhy a tím i možnosti výrobců vyvážet jejich produkt do zahraničí. Vzdálenost mezi výrobcem a konečným zákazníkem se tak stále zvětšuje a případné reklamace nekvalitního zboží prodražují výrobu a snižují zisk.

Z hlediska přepravy se nábytek řadí mezi rizikové zboží, jelikož je vyroben z velké části z hygroskopického nebo korozivního materiálu. Z tohoto důvodu se zde může vyskytnout řada problémů, způsobená různě se měnící vlhkostí a teplotou během přepravy.

Protože způsoby zkoušení nábytku a požadavky na pevnost a trvanlivost jeho konstrukce specifikované normami neodpovídají namáhání, kterému je nábytek vystaven během dopravy do vzdálených destinací, dochází k jeho fyzikálně-mechanickému namáhání společně s chemickými, tepelnými a vlhkostními změnami, které provází tepelně-chemické reakce.

Nábytek a jeho konstrukční řešení i pevnost lepených spojů je sice dimenzován tak, aby odolal zvýšenému dynamickému namáhání během dopravy, přesto bývá často doručen na místo určení poškozen. Je tedy nutné posoudit klimatické vlivy působící na výrobky během transportu do cílové oblasti a zavést odpovídající opatření. Především v případech, kdy je při výrobě produktu využito aplikace tavných lepidel s nižšími body tání.

2. Cíl práce

Práce je zaměřena na problematiku lepeného spoje nábytková hrana ABS a DTD a vlivu použitého lepidla. V práci je sledován význam cyklického působení zvýšených teplot na kvalitu a odolnost lepeného spoje.

Cílem práce je zanalyzovat ovlivnění pevnostních charakteristik lepeného spoje po působení cyklického tepelného klimatického namáhání na vzorky před samotnou zkouškou.

Záměrem práce je získat výsledky laboratorního měření pevnosti spojů ABS hrana a DTD lepených tavným lepidlem (dle ČSN EN 28510-1 Lepidla - Zkouška v odlupování zkušební tělesa z ohebného a tuhého adherendu - Část 1: Odlupování pod úhlem 90 stupňů) po působení cyklického tepelného zatěžování. Tyto výsledky pak dále vyhodnotit a porovnat s výsledky spojů uložených ve standardních podmínkách a spojů vystavených zvýšeným teplotám bez působení cyklického tepelného zatěžování.

3. Literární přehled

3.1. Převrava nábytku

Nejčastěji je nábytek přepravován v demontovatelném stavu. Tento způsob má pro výrobce nábytku několik výhod, mezi které patří např. dobrá skladovatelnost, hospodárnější využití ložné plochy dopravních prostředků a snížení nákladů na montáž. Nevýhodou je vysoká cena spojovacího kování a výsledná nižší pevnost demontovatelného spoje. Nábytek s nedemontovatelnými spoji se hůře přepravuje a využití ložných ploch dopravních prostředků je nízké. Výhodou je ovšem vysoká pevnost spoje.

Převravu nábytku řadíme do nákladní dopravy. Nákladní dopravu lze rozdělit na silniční, železniční, leteckou, vnitrostátní vodní a námořní. Všechny tyto způsoby dopravy mají své výhody i nevýhody. Volba druhu přepravy závisí na charakteru cesty a vzdálenosti cíle.

Pro zaoceánskou dopravu je nutné zvolit přepravu lodní případně leteckou. Do areálů přístavů a letišť se zboží dopravuje silničními nebo kolejovými dopravními prostředky. Aby byla překládka zboží co nejrychlejší a minimalizovala se manipulace s nákladem, je zboží uloženo v obalu, který označujeme jako normalizovaná jednotka. Mezi tyto jednotky patří přívěsy, snímatelné nástavby, a nejpoužívanější kontejnery ISO třídy 1. Tento systém dopravy nazýváme kombinovanou dopravou.¹

3.2. Působení zvýšených teplot na nábytek

Nábytkové lepené spoje jsou v interiérech budov vystaveny vyšším a nižším teplotám od různých zdrojů, jako jsou topná tělesa, spotřebiče v kuchyňské lince, klimatizace, přímý sluneční svit atd. Tyto případy teplotních namáhání působí na nábytek jen místně, krátkodobě a zpravidla nedosahují extrémních teplot.

Celá konstrukce nábytku je vystavena vlivu vysokých či nízkých teplot po delší dobu při jeho exportu do vzdálených zemí s odlišným podnebím. Protože je nábytek vyráběn

¹ ZIERISOVÁ, V. Vlivy působící na pevnost a trvanlivost v exportní logistice nábytku při přepravě v kontejneru k odběrateli mimo hranice Evropské unie. Brno, 2012.

převážně z hygroskopických materiálů, extrémní teploty v uzavřené přepravní jednotce ovlivňují tvorbu vlhkosti, která také způsobuje snižování pevnosti spojů.²

3.3. Kontejnerová přeprava nábytku

Jak již bylo uvedeno, pro transport zboží na velké vzdálenosti je výhodné použití normalizovaných přepravních jednotek např. ISO kontejnerů tak, aby se minimalizovala manipulace s nákladem.

3.3.1. Hygroskopické zboží v kontejnerové přepravě

Dřevo a výrobky ze dřeva se řadí mezi hygroskopické materiály, které jsou charakteristické proměnlivým obsahem vody. To je způsobeno sorpčním chováním, které v závislosti na teplotě a obsahu vody v produktu přijímá (adsorpce) nebo uvolňuje (desorpce) vodní páry až do rovnovážného stavu s okolním vzduchem.³

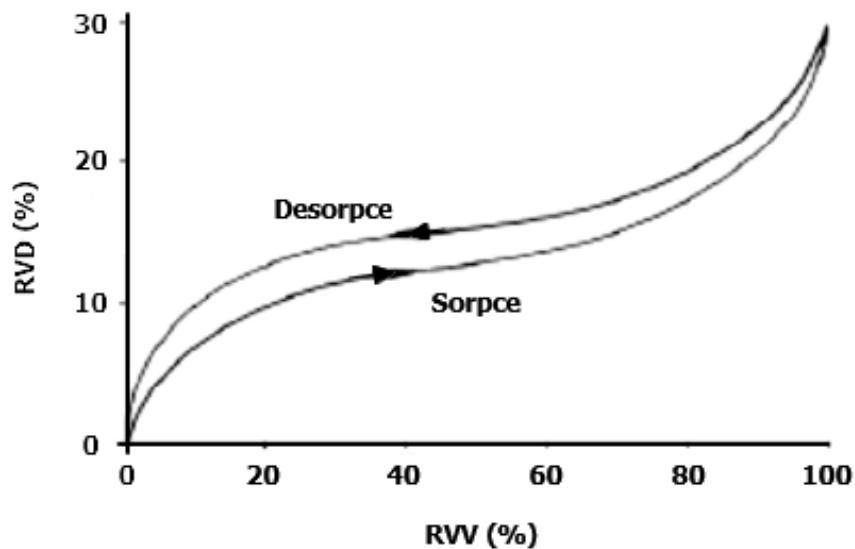
3.3.2. Teorie sorpce

Vystavíme-li absolutně suché dřevo působení prostředí o určité teplotě a relativní vlhkosti vzduchu, začne dřevo vodu obsaženou ve vzduchu poutat procesem zvaným adsorpce. Proces opačný, kdy dřevo ztrácí vodu a ta se odpařuje do okolního ovzduší, nazýváme desorpce. Tento proces změn vlhkosti dřeva v závislosti na vlhkosti okolního vzduchu je vratný, ale ne po stejné křivce (viz. Obr. 1).⁴

² HLAVATÝ, J. Vývoj zkušebních metod pro testování pevnosti a trvanlivosti nábytku během jeho namáhání při dopravě. Brno, 2014.

³ HLAVATÝ, J. Vývoj zkušebních metod pro testování pevnosti a trvanlivosti nábytku během jeho namáhání při dopravě. Brno, 2014.

⁴ MATOVIČ, A. Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva a materiálů na bázi dřeva. 1. vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1993, 212 s. ISBN 80-7157-086-9.



Obr. 1 Sorpční izoterma dřeva⁵

Pokud mají výrobky a jiné materiály umístěné v uzavřené přepravní jednotce vysokou vlhkost, dochází k desorpci vodních par do okolí. Se stoupajícím obsahem vodních par ve vzduchu, roste i teplota rosného bodu. Pokud teplota prostředí v přepravní jednotce klesne pod teplotu rosného bodu, dochází ke kondenzaci par a následnému navlhnutí přepravovaného zboží.⁶

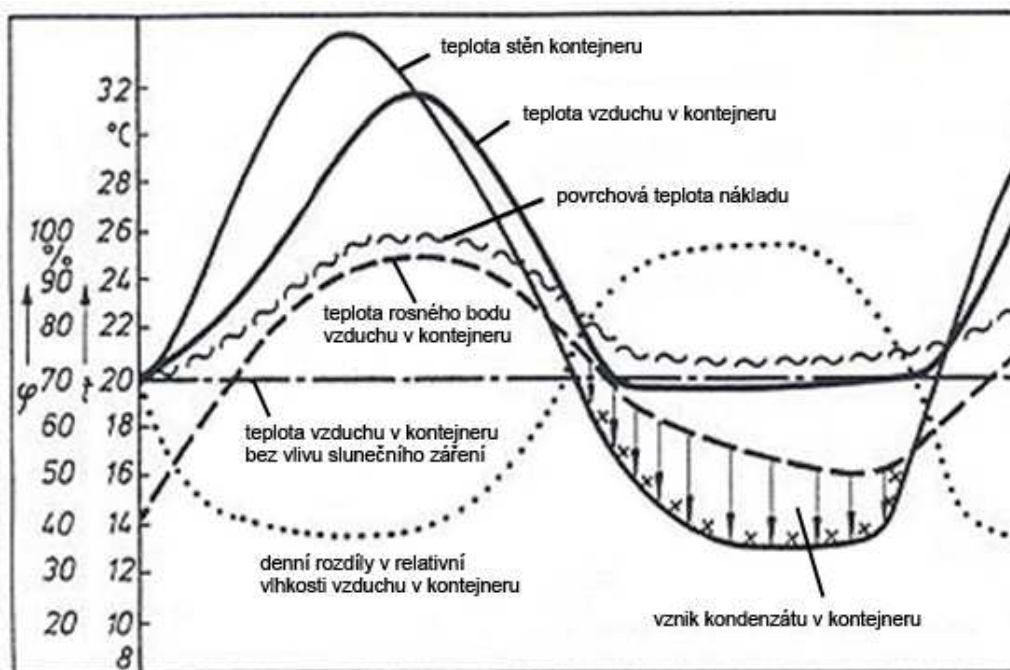
Zdrojem navlhnutí může být vzduch v kontejneru, vzduch přiváděný větráním, přepravované zboží, obalový a pomocný materiál, dešťové srážky při nakládce nebo průnik vlhkosti poškozenými místy kontejneru.⁷

Náklad během dne naakumuluje teplotu, kterou poté postupně vyzařuje do prostoru kontejneru při nízkých teplotách v noci. Ohřáté ovzduší uvnitř kontejneru má vyšší teplotu rosného bodu než je teplota stěn a stropu, a proto dochází ke kondenzaci vodních par na stěnách a stropu kontejneru. Zkondenzovaná voda ze stěn a stropu kontejneru samovolně kape na přepravovaný náklad, který navlhá. Proces tvorby kondenzátu je znázorněn na níže uvedeném grafu (Obr. 2).

⁵ MATOVIČ, A. Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva a materiálů na bázi dřeva. 1. vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1993, 212 s. ISBN 80-7157-086-9.

⁶ HLAVATÝ, J. Vývoj zkušebních metod pro testování pevnosti a trvanlivosti nábytku během jeho namáhání při dopravě. Brno, 2014.

⁷ SCHARNOW. Climatic conditions. Container handbook [online] citováno 6. Dubna 2015. Dostupné na World Wide Web: <http://www.containerhandbuch.de/chb_e/scha/index.html>.



Obr. 2 Denní rozdíly teplot vlivem slunečního záření a vznik kondenzátu v kontejneru⁸

V případě, že je zboží nejdříve vystaveno nízkým a poté vyšším teplotám, tvorba kondenzátu nastává přímo na povrchu zboží. Takto nashromážděná vlhkost má negativní vliv nejen na dřevěné výrobky nebo na materiály na bázi dřeva, ale také na materiály podléhající korozi.⁹

3.3.3. Mikroklima v kontejneru

Na kontejner vyrobený z kovu působí během přepravy různé faktory, které ovlivňují jeho vnitřní mikroklima. To může způsobit snížení požadovaných vlastností přepravovaného zboží.

Mezi rozhodující faktory patří:

- klimatické podmínky během plavby (roční období, aktuální počasí, geografické údaje)
- typ přepravní normalizované jednotky (návěsy, přívěsy, snímatelné nástavby, kontejnery)

⁸ SCHARNOW. Climatic conditions. Container handbook [online] citováno 6. Dubna 2015. Dostupné na World Wide Web: <http://www.containerhandbuch.de/chb_e/scha/index.html>.

⁹ SCHARNOW. Climatic conditions. Container handbook [online] citováno 6. Dubna 2015. Dostupné na World Wide Web: <http://www.containerhandbuch.de/chb_e/scha/index.html>.

- druh přepravovaného nákladu (hygroskopické zboží, organický, anorganický náklad)
- místo uložení kontejneru (paluba lodi, podpalubí)

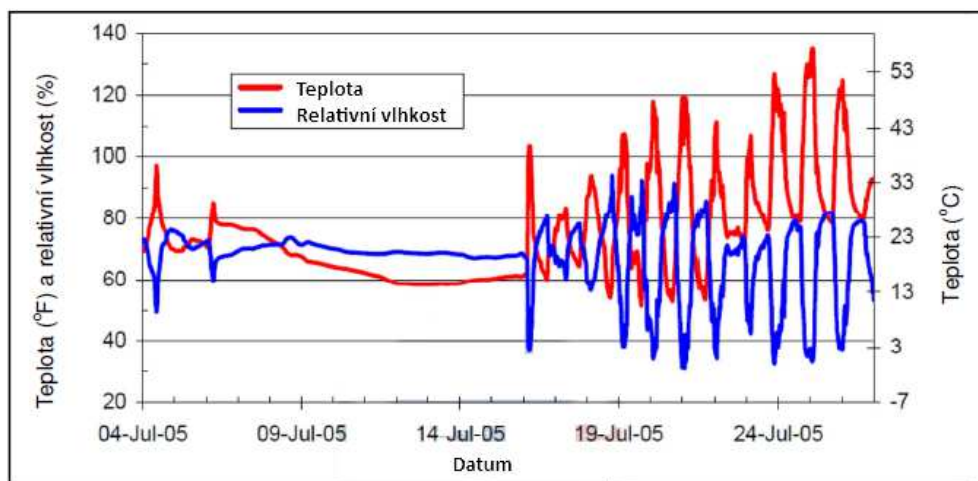
Tyto faktory působí po celém povrchu kontejneru, který je vyroben z kovu a má dobré tepelné vodivé vlastnosti. Kromě teploty vzduchu, větru a srážek mají velmi významný vliv také radiační podmínky. Světelné paprsky zasahují nejvíce horní část kontejneru, což je důvod vyšších teplot u stropu, kde může teplota dosahovat až o 15–25 °C více než teplota vzduchu. Při vnější teplotě 30 °C tedy teplota v kontejneru může dosahovat až 55 °C.¹⁰

3.3.4. Extrémní teploty během přepravy

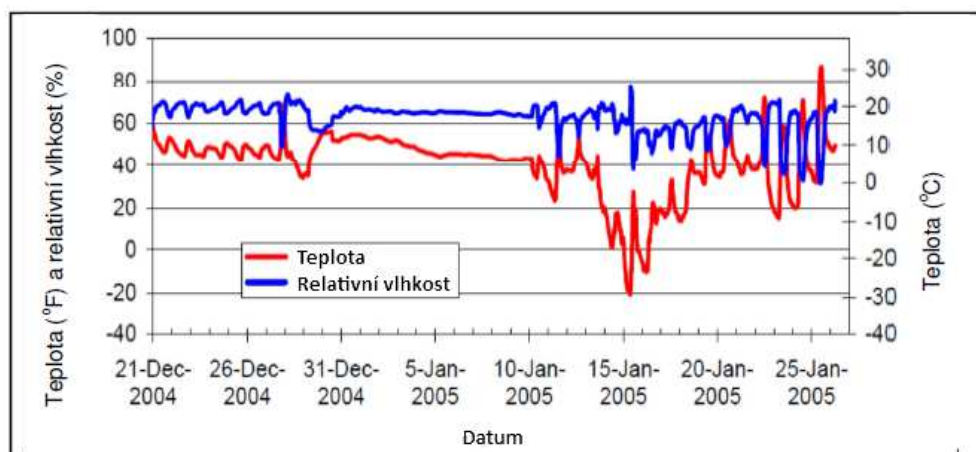
Během přepravy zboží, působí na přepravní jednotky mnoho faktorů, které ovlivňují teplotu nákladu. Uvnitř kontejnerů dopravovaných po stejné trase, ale v různém ročním období může docházet k extrémním rozdílům teplot. Příkladem je kombinovaná přeprava z Japonska do USA. Na obrázku č. 3 je znázorněn průběh teplot uvnitř přepravní jednotky v letních měsících, kdy maximální teplota vzduchu dosáhla 57 °C. Totožnou cestu, ale v zimních měsících popisuje obrázek č. 4. Teplota vzduchu uvnitř přepravní jednotky klesla na -29 °C.¹¹

¹⁰ SCHARNOW. Climatic conditions. Container handbook [online] citováno 6. Dubna 2015. Dostupné na World Wide Web: <http://www.containerhandbuch.de/chb_e/scha/index.html>.

¹¹ HLAVATÝ, J.: Vývoj zkušebních metod pro testování pevnosti a trvanlivosti nábytku během jeho namáhání při dopravě



Obr. 3 Průběh teplot během přepravy z Japonska do USA v letních měsících¹²



Obr. 4 Průběh teplot během přepravy z Japonska do USA v zimních měsících¹³

Významným faktorem, který také ovlivňuje teplotu v přepravní jednotce, je barva laku na její vnější straně. Naměřené teploty u hnědého kontejneru jsou průměrně o 10 °C vyšší než u bílého kontejneru. Během přechodu dne do nočních hodin se vnitřní teplota u obou kontejnerů vyrovná, což vede k vyšší tvorbě kondenzátu u kontejneru hnědé barvy, který během dne dosáhl vyšších vnitřních teplot.

V situaci, kdy má teplota vzduchu ve stínu tendenci k častějšímu výskytu dnů s tropickým charakterem (maximální teplota vzduchu musí být $\geq 30,0$ °C), může u naložených kontejnerů s vnější tmavou barvou působení přímého slunečního svitu

¹² LEINBERGER, D. Temperature & Humidity in Ocean Containers [online] citováno 6. Dubna 2015.

Dostupné na World Wide Web: <http://www.ista.org/forms/LEINBERGER_Dimensions06_paper.pdf>.

¹³ LEINBERGER, D. Temperature & Humidity in Ocean Containers [online] citováno 6. Dubna 2015.

Dostupné na World Wide Web: <http://www.ista.org/forms/LEINBERGER_Dimensions06_paper.pdf>.

zvýšit vnitřní teplotu kontejneru o dalších 20–25 °C oproti okolní teplotě vzduchu. Dochází zde k poklesu pevnosti lepených spojů s aplikacemi tavných lepidel a snadno může dojít k posuvu v lepeném spoji.

Zjištěné průběhy teplotních výkyvů během kontejnerové přepravy nábytku jsou důležitým faktorem pro kontrolu vhodnosti aplikace především tavných lepidel s nižšími body tání.¹⁴

3.4. Charakter dřevotřískové desky

Dřevotřískové desky (DTD) patří mezi tzv. aglomerované materiály. Aglomerované materiály jsou materiály vyrobené z dřevních nebo jiných lignocelulósových částic získaných rozmělněním rostlinného materiálu a jeho následnou aglomerací – spojením na plošné nebo tvarové výrobky pomocí tlaku, teploty a pojiva, většinou syntetického polymerního lepidla. Aglomerované materiály do značné míry překonávají nevýhody dřeva (např. nehomogenita, anizotropní charakter), přičemž si uchovávají většinu vlastností dřeva.

Dřevotřískové desky jsou jedny z nejpoužívanějších plošných materiálů pro výrobu nábytku. Jsou vyrobeny slisováním dřevěných částic (třísek, hoblin, pilin, apod.) za tepla s přídavkem lepidla. Při výrobě nevodovzdorných dřevotřískových desek se k lepení používají především močovinoformaldehydová lepidla. V případech, vodovzdorných dřevotřískových desek, jsou vhodná fenolformaldehydová nebo melaminformaldehydová lepidla. Výhodou DTD oproti masivnímu dřevu je velkoplošnost, izotropnost (tvarová stálost v ploše) a homogenní struktura. Mezi další přednosti patří nízká tepelná vodivost, dobré akustické vlastnosti, možnost lepení a spojování klasickými spojovacími prostředky, možnost různých povrchových úprav a nízké nároky na kvalitu vstupní suroviny.

Pro vlastnosti dřevotřískových desek má rozhodující význam jejich makrostruktura. To znamená morfologické vlastnosti dřevních částic, jejich prostorové uspořádání včetně orientace částic a struktury vrstev kolmo na rovinu desky, jakož i způsob fixace částic (bodová, plošná, aj.). Fixování částic se děje pomocí lepidlových můstků,

¹⁴ HLAVATÝ, J. Vývoj zkušebních metod pro testování pevnosti a trvanlivosti nábytku během jeho namáhání při dopravě. Brno, 2014.

většinou bodově. Třískové desky mohou být označeny v jednodušší formě jako trojrozměrná, porézní síť z křížících se a překrývajících dřevních částic.¹⁵

Typická je třívrstvá DTD, která se skládá ze středové vrstvy (jádra) a dvou povrchových vrstev. Struktura středové a povrchové vrstvy se zásadně liší. Povrchové vrstvy jsou vyrobené z menších třísek a mají větší obsah lepidla. Mají také větší lisovací poměr a hustotu a tím i lepší mechanické vlastnosti.¹⁶

3.5. Olepování bočních ploch

Tuto operaci je také možné nazvat jako olepování hran. Při řezání materiálu se na bočních plochách dílce zviditelňuje jeho struktura. Plocha řezu dílce je na výrobku viditelná a proto je vhodné ji za účelem zvýšení estetického dojmu výrobku upravit, překrýt dekoračním materiálem.

Účelem olepování bočních ploch dílců je nejen zlepšit vzhled materiálu, ale také jeho boční plochy chránit před mechanickým poškozením a proti pronikání vlhkosti. V neposlední řadě se také zpomaluje únik volného formaldehydu z nosného materiálu.^{17,18}

Podle technického řešení a provedení rozeznáváme několik způsobů olepování. Ruční lepení nažehlováním, neprůběžné olepování v přípravku a průběžné strojní olepování.

Olepování hran nábytkových dílců se provádí pomocí průběžných olepovaček, které jsou jednostranné nebo dvoustranné. Při této operaci se používají tavná lepidla. Proces olepení se skládá z nanášení lepidla, přivádění a přitlačování dekoračního materiálu, odstraňování přečnívajících nalepeného materiálu, srážení hran, broušení a případně

¹⁵ HRÁZSKÝ, J., KRÁL, P. Kompozitní materiály na bázi dřeva. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, 253 s. ISBN 978-80-7375-034-3.

¹⁶ WILCZYŃSKI, A., KOCISZEWSKI, M. Elastic properties of the layers of three-layer particleboards. *European Journal of Wood and Wood Products*. 2012, vol. 70, 1-3, s. 357-359. [online] citováno 20. března 2015. Dostupné na World Wide Web: <<http://link.springer.com/10.1007/s00107-010-0497-8>>.

¹⁷ ZEMJAR, J a F MÝTNY. Technológia výroby nábytku a ostatných drevárskych výrobkov: Návod na cvičenia. Zvolen: VŠLD, 1989, 161 s. ISBN 80-228-0049-x.

¹⁸ NUTSCH, W. Příručka pro truhláře. 2. přeprac. vyd. Praha: Sobotáles, 2006, 615 s. ISBN 80-86706-14-1.

i z dalších operací (např. frézování polodrážek, drážek). Lze použít i dekorační pásky s předem naneseným tavným lepidlem.¹⁹

3.6. Dekorační materiály na boční plochy

Sortiment dekoračních materiálů na boční plochy nábytkových dílců je podobný jako pro plochy dílců. Obsahuje tradiční dřevěné materiály ve formě dých nebo ve formě nákližků z masivního dřeva, plastové hrany (ABS, PVC, PP, akrylové, melaminové) a papírové hrany.

Dýchové hrany se používají například při ohranění dýchovaného nebo masivního nábytku a dodávají se v rolích. Využívají se hlavně u interiérových doplňků imitující masivní nábytek.

Nákližky jsou hrany vyrobené z masivního dřeva a slouží především k olepování dýchovaných materiálů. Mohou mít různé profily a jejich tloušťka se pohybuje od 3 do 10 mm. Masivní nákližek lze upravovat jako běžný masivní nábytek, například mořit nebo lakovat.

Papírové hrany se vyrábí z povrchově upraveného papíru. Představují nejlevnější druh nábytkové hrany, který je nejméně odolný proti poškození a opotřebení. Používají se na olepení hran na méně namáhaných místech nábytku. Vyrábí se s lepidlem nebo bez lepidla.

PVC je jedním z nejznámějších a nejběžnějších plastů používaných pro výrobu hran. PVC hrany nemají perfektní povrchový vzhled a oproti ABS hranám mají menší odolnost proti vysokým teplotám a nižší mechanickou kvalitu.

PP hrany se vyznačují vysokou odolností proti domácím chemikáliím a tepelnou odolností. Mohou být vystaveny teplotě až 140 °C. Používají se na pracovní desky, do kanceláří, koupelen a kuchyní.²⁰

¹⁹ ZEMJAR, J a F MÝTNY. Technológia výroby nábytku a ostatných drevárskych výrobkov: Návody na cvičenia. Zvolen: VŠLD, 1989, 161 s. ISBN 80-228-0049-x.

²⁰ NUTSCH, W. Příručka pro truhláře. 2. přeprac. vyd. Praha: Sobotáles, 2006, 615 s. ISBN 80-86706-14-1.

3.6.1. Olepovací páska ABS

ABS je typ kopolymerů ze skupiny polystyrénových plastů, patří do skupiny látek vzniklých kombinací monomerů akrylonitrilu, butadienu a styrenu. ABS kopolymery jsou neprůhledné a tvarově stálé do teploty od 80 °C do 105 °C.

Plastové pásky ABS jsou vyrobeny z termoplastického granulátu ABS a chráněny UV filtrem proti vyblednutí na slunci. Jsou odolné vůči kyselinám, louhům, solím, alkoholu a olejům. Vůči organickým rozpouštědlům a benzínu jsou odolné omezeně.

Jsou ohebné a proto vhodné jak pro rovné plochy, tak i pro všechna možná zakřivení. ABS hrany jsou dodávány v rolích, v různých barvách a povřích, s lepidlem nebo bez lepidla. Na zadní straně jsou plastové hrany ABS potaženy univerzálním adhesivním prostředkem (primerem), který ve spojení s běžnými tavnými lepidly zajistí bezchybné uchycení hran na nosném materiálu. Potažení primerem je optimalizováno k aplikaci tavných lepidel EVA, PA, APAO a PUR. Vyrábí se v tloušťkách od 0,5 mm do 3 mm a jsou dodávány v šířce od 19 do 45 mm.

ABS hrany mají dlouhou životnost a stálobarevnost. Spektrum použití ABS hran je široké, vhodné jsou zejména tam, kde dochází k velkému mechanickému namáhání. Využívají se u kuchyňského a koupelnového nábytku, do kanceláří, ložnic, obývacích i dětských pokojů. Dále jsou používány pro ohrazení úzkých ploch.²¹

3.7. Tavná lepidla

Tavná lepidla jsou tuhé směsi termoplastických látek a přísad, které se charakterizují tím, že jsou za normálních teplot nelepivá a neobsahují žádná organická rozpouštědla. Tavná lepidla se rozpouští při teplotě mezi 100°C až 280°C. Teplota tání lepidla závisí na jeho druhu. Pokud teplota klesne pod teplotu tání, lepidla okamžitě vytvrzují. Spoj tak získává velmi rychle požadovanou pevnost a je během několika málo vteřin zcela ztuhlý a připraven na další opracování.

²¹ NUTSCH, W. Příručka pro truhláře. 2. přeprac. vyd. Praha: Sobotáles, 2006, 615 s. ISBN 80-86706-14-1.

Tavná lepidla nejčastěji vytvrzují pouze fyzikálně, ale existují také reaktivní tavná lepidla. U některých po fyzikálním ztuhnutí dochází ještě k zesíťování, např. u polyuretanových tavných lepidel.

Tavná lepidla jsou založena na různých bázích, které se vyrábí polymerací, a podle kterých se nazývají. Mohou být na bázi ethylvinylacetát kopolymerů, na bázi polyamidů, polyolefinů, kaučuků nebo termoplastických polyesterů.

Za normální teploty se tavná lepidla nachází ve sklovitém (tuhém) stavu, při působení zvýšené teploty přechází do stavu viskoelastického (změkklého) a dále do stavu plastického, ve kterém se lepidlo nanáší. Ve stavu plastickém se lepidlo dá považovat za taveninu. Ochlazením na materiálu se tavné lepidlo vrací zpět ze stavu plastického do stavu sklovitého. Změna stavu je reversibilní jen u tavných lepidel, která vytvrzují pouze fyzikálně. U lepidel, kde dochází k chemické reakci, je změna stavu nevratná.²²

3.7.1. Výhody tavných lepidel

Mezi hlavní výhody tavných lepidel patří krátký čas tuhnutí a použitelnost pro různé druhy materiálů. Jejich složení bez rozpouštědel nezatěžuje životní prostředí emisemi VOC a umožňuje jednoduchou manipulaci a skladování. Další výhodou je aplikace jednostranného nánosu lepidla na lepený povrch, která je možná jak v horizontální, tak ve vertikální poloze. Není zde požadavek tenkého nánosu lepidla.²³

3.7.2. Aplikace tavných lepidel

Prvním krokem při aplikaci tavných lepidel je roztavení lepidla. Po roztavení se nanáší pouze na povrch jednoho ze slepovaných dílců. Lepidlo se nanáší v různých formách, ve tvaru kapek, proužků, přerušovaných proužků, rastrovaných plošek nebo rozprášených kapek. Samotná aplikace taveniny na substrát se provádí dvěma způsoby. Prvním je nanášení dotykem, pomocí válečku nebo ozubeného kolečka. Druhý způsob je nástřik lepidla tryskovým systémem. Lepení probíhá v automatických linkách, nebo ručně pomocí pistole a žehličky.²⁴

²² PEKAŘ, J. Vliv technologických parametrů na pevnost lepených spojů. Brno, 2007.

²³ TESAŘOVÁ, D. Povrchové úpravy dřeva: [lakování, moření, lazurování a lepení]. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 134 s. ISBN 978-80-247-4715-6.

²⁴ PEKAŘ, J. Vliv technologických parametrů na pevnost lepených spojů. Brno, 2007.

3.7.3. Tvorba lepidlového filmu tavných lepidel

Tavná lepidla jsou směsi termoplastických hmot a přísad, které za normálních podmínek nejsou lepidivé. Zahřátím nad teplotu tání dochází ke změně skupenství a lepidlo získává vyhovující tekutost a přilnavost k lepeným materiálům. Teplota taveniny se pohybuje mezi 180–240 °C. Roztavené lepidlo se nanese na jeden z adherendů, druhá lepená plocha se k němu okamžitě přitlačí a po dobu několika vteřin se tlakem zalisuje. Při poklesu teploty taveniny dochází k okamžitému ztuhnutí. Tavná lepidla neobsahují rozpouštědla ani vodu, tvoří je 100 % sušiny a díky tomu při vytvrzování neunikají žádné látky do lepeného podkladu ani se neuvolňují odpařováním. Většina tavných lepidel vytvrzuje pouze fyzikálně a lze je tedy i po roztavení a následném ztuhnutí znovu použít.²⁵

3.7.4. Tavná lepidla na bázi EVA kopolymerů

Tavná lepidla na bázi EVA kopolymerů se mohou připravovat v širokém rozsahu různě formulovaných lepidel. Typické složení tavných lepidel na bázi polyethylvinylacetátu obsahuje čtyři základní složky:

- kopolymer EVA 30–40 %
- pryskyřice 30–40 %
- vosky 20–30 %
- antioxidanty cca 1%

Množství a poměr každé složky se řídí požadavky na účinnost dané aplikace. Hlavním předpokladem použitelnosti daného kopolymeru je dobrá tavitelnost, mísitelnost s pryskyřicemi a vosky a termostabilita. Jednotlivé složky lepidlu poskytují různé vlastnosti. Kopolymer určuje pevnost a tuhost, modifikující pryskyřice přilnavost a vosky upravují rychlost tuhnutí.

Hlavní nevýhodou tavných lepidel na bázi ethylvinylacetátu je skutečnost, že nejsou odolná vůči teplotám jen o několik stupňů nižším, než je jejich bod měknutí. Nejsou tedy vhodná pro konstrukční lepení. Malá odolnost lepeného spoje vůči teplotám

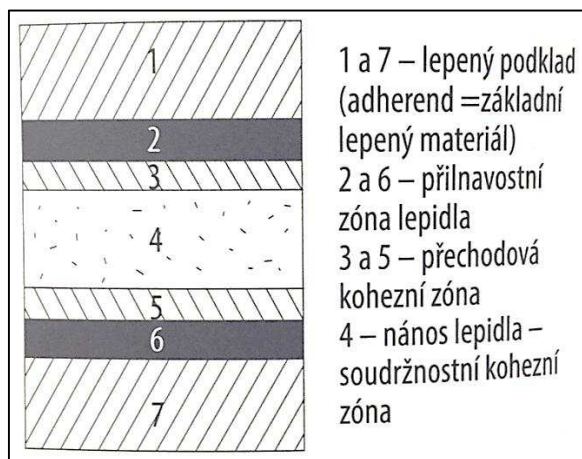
²⁵ HŘEBAČKOVÁ, J. Pevnosti lepených spojů stolového nábytku ovlivněných extrémním působením tepla. Brno, 2013.

vyšším než 60 °C představuje značný problém. Kolem této teploty se lepidlo taví a spoj ztrácí svou pevnost.

Tato tavná lepidla se ve dřevozpracujícím průmyslu používají pro olepování rovných hran, technologii softforming, opláštění profilů, montážní lepení, lepení čalouněného nábytku a zaoblených hran. Nejvýznamnější technologií pro aplikaci tavných lepidel je olepování bočních hran nábytkových dílců.^{26,27,28}

3.8. Struktura lepeného spoje a faktory ovlivňující jeho kvalitu

Každý konstrukčně pevný a odolný lepený spoj dvou základních materiálů a lepidla lze z hlediska struktury považovat za soubor tří hlavních vrstev a dvou mikrovrstev (Obr. 5).



Obr. 5 Struktura lepeného spoje²⁹

Pro dosažení kvalitního lepeného spoje jsou důležité tyto faktory:

- volba lepidla s ohledem na vlastnosti lepených materiálů
- polarita povrchu a polarita lepeného spoje (polární lepidla pro polární povrchy)
- mechanické vlastnosti (odstranění nerovností lepených povrchů)
- hodnota viskozity nebo výtokové doby lepidla

²⁶ TESAŘOVÁ, D. Povrchové úpravy dřeva: [lakování, moření, lazurování a lepení]. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 134 s. ISBN 978-80-247-4715-6.

²⁷ NUTSCH, W. Příručka pro truhláře. 2. přeprac. vyd. Praha: Sobotáles, 2006, 615 s. ISBN 80-86706-14-1.

²⁸ PEKAŘ, J. Vliv technologických parametrů na pevnost lepených spojů. Brno, 2007.

²⁹ TESAŘOVÁ, D. Povrchové úpravy dřeva: [lakování, moření, lazurování a lepení]. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 134 s. ISBN 978-80-247-4715-6.

- povrchové napětí lepidla musí být vždy menší než povrchové napětí lepených povrchů (dosažení co nejmenšího úhlu smáčení lepidla)
- způsob nanášení a zpracování lepidla
- fyzikálně-mechanické vlastnosti lepidla i lepených materiálů

3.9. Současné metody testování lepené spáry

Pro zjištění pevnostních parametrů spojů se nejčastěji používají experimentální metody, které se provádí na zkušebních strojích, které současně měří působící sílu nebo moment a deformaci.³⁰

3.9.1. Dlátová zkouška

Hodnocení pevnosti nalepování nábytkových krytin metodou odtrhu. Zjišťování pevnosti lepeného spoje je možné informativně provádět metodou odtrhování pásky nožem. Testování se provádí po vychladnutí lepeného spoje na dílenskou teplotu. Hodnocení pevnosti lepení při této metodě se dělí na 6. stupňů, přičemž dobrý spoj musí vyhovovat aspoň 3. stupni.

Kvalita lepení se hodnotí:

1. nůž mezi konstrukční desku a olepovací pásku lehce vnikne, páska se dá sloupnout volným tahem po celé délce dílce
2. nůž vnikne do spáry lehce, pásek se nedá sloupnout v celé délce, lze jej však odstranit odřezáním
3. nůž vniká do spáry obtížněji, nožem se dá páska odřezat, je cítit větší odpor, na lepené spáře jsou místy vidět oddělená dřevní vlákna.
4. nůž do spáry vniká obtížněji, páska se zalamuje, nelze ji odloupnout rukou, při odřezávání nožem se podaří ji v celé délce odtrhnout se silným odporem, na lepené spáře jsou vidět oddělená dřevní vlákna.

³⁰ HORÁČEK, P. Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva I. 2., přeprac. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, 124 s. ISBN 978-80-7375-169-2.

5. nůž do spáry vniká obtížně, při odstraňování vjíždí do konstrukční desky nebo vybíhá ven páskou, lze ji jen obtížně odříznout v celé šířce pásky, ve spárách zůstávají vytržená hrubší dřevní vlákna.
6. nůž do spáry vniká obtížně, vjíždí do konstrukční desky nebo vybíhá ven páskou, pásková se nedá nožem oddělit v lepené spáře.

3.9.2. Přídržnost

Je pevnost nebo jakost lepení mezi třískami nebo vlákny povrchové vrstvy desky a středovou vrstvou (u surových desek) nebo mezi opláštěním a podkladovou deskou (u opláštěných desek). Tedy i olepení bočních ploch dílců.³¹

Podstatou zkoušky je stanovení tahové síly potřebné k odtržení určité plochy povrchu opláštěné nebo surové desky.³²

3.9.3. Smykový tlak pod úhlem 45°

Metoda vychází z kombinace normálního napětí σ a smykového napětí τ proti úhlu γ působícího v hodnotě 45° při zatížení tlakem.³³



Obr. 6 Schématické znázornění zkoušky na smyk při tlakovém zatížení³⁴

³¹ ČSN EN 311: Desky ze dřeva – Přídržnost povrchu – Zkušební metoda, 2003.

³² HLAVATÝ, J. Vývoj zkušebních metod pro testování pevnosti a trvanlivosti nábytku během jeho namáhání při dopravě. Brno, 2014.

³³ DUBOVSKÝ, J. Latest Achievements in Research of Wood Structure and Physics: proceedings : Zvolen - Czechoslovakia : September 4-7, 1990. 2. nezm. vyd. Zvolen: Vysoká škola lesnícka a dřevářská, 1991, 372 s. ISBN 80-228-0139-9.

Tato metoda umožňuje testování tavných lepidel při zatížení lepené spáry šikmým smykem. Současně lze touto metodou testovat dekorační materiály křehké povahy, u kterých není možné použít metodu odlupování pod úhlem 90° .³⁵

3.9.4. Odlupování pod úhlem 90°

Zkouška odlupování pod úhlem 90° za účelem stanovení odolnosti proti odlupování lepených spojů připravených ze dvou adherendů, z nichž jeden je ohebný. Při použití běžného trhačního zkušebního zařízení není přesně dodržen konstantní úhel odlupování 90° . Tato metoda je vhodná především pro méně ohebné adherendy, pro které nelze použít zkoušku pod úhlem 180° z důvodů tvorby trhlin, praskání nebo delaminace.

Lepený spoj vzorku je připravován ze dvou adherendů a hodnoceného lepidla. Adherendy jsou od sebe při zkoušce oddělovány odlupováním rovnoměrnou rychlostí tak, že odlupování začíná od otevřené části spoje a postupuje po celé délce lepeného spoje vzorku. Síla působí přibližně kolmo k rovině spoje prostřednictvím odlupované části ohebného adherendu.³⁶

³⁴ HLAVATÝ, J. Vývoj zkušebních metod pro testování pevnosti a trvanlivosti nábytku během jeho namáhání při dopravě. Brno, 2014.

³⁵ HLAVATÝ, J. Vývoj zkušebních metod pro testování pevnosti a trvanlivosti nábytku během jeho namáhání při dopravě. Brno, 2014.

³⁶ ČSN EN 28510-1: Lepidla - Zkouška v odlupování zkušebního tělesa z ohebného a tuhého adherendu - Část 1: Odlupování pod úhlem 90° stupňů, 2014.

4. Stanovení řešení dané problematiky

V práci je sledován vliv působení cyklického tepelného zatěžování prostředí u lepeného spoje nábytkové hrany ABS a DTD na jeho pevnostní charakteristiky při porovnání se vzorky uloženými ve standartních podmínkách ($T = 23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi = 50 \pm 5 \%$) a vzorky vystavenými zvýšeným teplotám ($30\text{--}70 \text{ }^\circ\text{C}$) bez působení cyklického tepelného zatěžování.

Nábytkové lepené spoje jsou při běžném používání výrobků vystavovány vyšším a nižším teplotám od různých zdrojů jen místně, krátkodobě a zpravidla nedosahují extrémních teplot. Delší dobu jsou celé nábytkové konstrukce vystaveny vysokým či nízkým teplotám při přepravě do zemí s odlišným podnebím. Klimatické podmínky při exportu v kontejneru byly simulovány cyklickým tepelným zatěžováním vzorků v klimatizační komoře.

Vzorky byly připraveny ze dvou adherendů (ABS a DTD-L) a z hodnoceného tavného lepidla (EVA). Pro účely experimentu se připravené vzorky nejprve uložily do klimatizační komory, kde se po dobu 20 dní střídavě zahřívaly (minimálně 12 hodin denně) na teplotu cca $58 \text{ }^\circ\text{C}$ a poté nechaly vychladnout na teplotu při standartních podmínkách. Před vlastní zkouškou se vzorky rozdělily do 6 skupin podle požadované teploty při testování (23 ± 2 , 30, 40, 50, 60 a $70 \text{ }^\circ\text{C}$).

Samotná zkouška odlupování pod úhlem 90° probíhala na univerzálním trhacím stroji Instron 3365, který na spoje vyvíjel tahovou sílu s konstantní rychlostí dle ČSN EN 28510-1 Lepidla - Zkouška v odlupování zkušebního tělesa z ohebného a tuhého adherendu - Část 1: Odlupování pod úhlem 90 stupňů. Zkouška odlupování pod úhlem 90° byla zvolena, protože je vhodná především pro méně ohebné adherendy, pro které nelze použít zkoušku odlupování pod úhlem 180° .

Získaná data byla porovnána s výstupními daty dané metody publikovanými v disertační práci Ing. Josefa Hlavatého, Ph.D. „Vývoj zkušebních metod pro testování pevnosti a trvanlivosti nábytku během jeho namáhání při dopravě“. Výchozím předpokladem byla nejvyšší pevnost lepených spojů u vzorků uložených ve standartních podmínkách a nejnižší pevnost lepených spojů u vzorků vystavených cyklickému tepelnému zatěžování prostředí.

5. Použité materiály a zařízení

5.1. Použité materiály

5.1.1. Dřevotřísková deska laminovaná

Pro potřeby této práce byla jako podkladový adherend zvolena laminovaná třívrstvá dřevotřísková deska tloušťky 25 mm.

Dřevotřískové desky patří mezi nejpoužívanější plošné aglomerované materiály pro výrobu nábytku. Jsou vyrobeny slisováním dřevěných částic (třísek, hoblin, pilin, apod.) za tepla s přídavkem lepidla. Výhodou DTD oproti masivnímu dřevu je velkoplošnost, izotropnost (tvarová stálost v ploše) a homogenní struktura.³⁷

Typická je třívrstvá DTD, která se skládá ze středové vrstvy (jádra) a dvou povrchových vrstev. Povrchové vrstvy jsou vyrobené z menších třísek a mají větší obsah lepidla.³⁸

Lamináty jsou dekorační materiály, které se vyrábí vrstvením papírů impregnovaných různými pryskyřicemi a jejich následným slisováním do pevného a odolného listu. Vyrábějí se v mnoha barvách, dezénech a s různou strukturou povrchu. Povrch je uzavřený, bez pórů, odolný vůči nárazu a otěru, necitlivý na některé chemikálie a těžko zápalný. Běžně mají tloušťku 0,9 nebo 1,3 mm.

Jako pojivo k lepení laminátů se hodí disperzní lepidla (PVAC s nízkým obsahem vody) a kondenzační lepidla.³⁹

Laminování se zásadně provádí na celé formáty desek přímo ve výrobním závodě. Po vyrobení surových desek, se při jednom lisovacím cyklu laminát nalepuje z obou stran na broušenou, tloušťkově egalizovanou surovou desku.

Laminované desky, které mají velmi odolný povrch, se užívají zejména na koupelnový, kuchyňský a kancelářský nábytek.⁴⁰

³⁷ HRÁZSKÝ, J., KRÁL, P. Kompozitní materiály na bázi dřeva. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, 253 s. ISBN 978-80-7375-034-3.

³⁸ WILCZYŃSKI, A., KOCISZEWSKI, M. Elastic properties of the layers of three-layer particleboards. *European Journal of Wood and Wood Products*. 2012, vol. 70, 1-3, s. 357-359. [online] citováno 20. Března 2015. Dostupné na World Wide Web: <<http://link.springer.com/10.1007/s00107-010-0497-8>>.

³⁹ HRÁZSKÝ, J., KRÁL, P. Kompozitní materiály na bázi dřeva. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, 253 s. ISBN 978-80-7375-034-3.

5.1.2. Tavné lepidlo

Výběr lepidla pro lepení testovacích vzorků byl omezen na jedno univerzálně použitelné tavné lepidlo, které je běžně používané v nábytkářských firmách.

Dalším činitelem pro výběr lepidla a testování jeho vlastností byla nízká odolnost proti působení vyšších teplot působících při dopravě hotových výrobků, které jsou předmětem výsledků této práce.

Lepidlo JOWATHERM 282.20 Natur použité pro výrobu testovacích vzorků patří mezi ethylenvinylacetátová tavná lepidla. Jedná se o nízkotavné lepidlo do olepovaček hran a CNC strojů s olepovacím agregátem. Dodává se ve formě granulátu a je vhodné pro lepení ABS, PVC, PP hran, dýhových hran a lamino hran, softforming a ruční tvarové olepování.

Technické údaje:

- Hustotacca 1,3 g/cm³
- Teplota zpracování..... 120–150 °C
- Rychlost posuvu..... 5–20 m/min
- Oblast měknutí podle Koflera..... cca 75 °C
- Barva béžová

Lepidlo JOWATHERM 282.20 je středně viskózní, rychle tavitelné, má dobrou oxidační a barevnou stabilitu v tavenině a dlouhou otevřenou dobu.

5.1.3. Olepovací páska ABS

Zkušební vzorky byly olepeny ABS hranou z řady UNI barvy od výrobce Hranipex Czech Republic k.s. o rozměrech 28x1 mm.

ABS hrany UNI jsou kvalitní termoplastové hrany z maximálně odolného a teplotně stálého plastu ABS (akrylonitrilbutadienstyren). Mezi jejich vlastnosti patří

⁴⁰ BÖHM, Martin, Jan REISNER a Jan BOMBA. Materiály na bázi dřeva [online] Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra zpracování dřeva, 2012, ISBN 978-80-213-2251-6, citováno 10. Dubna 2015. Dostupné na World Wide Web: <http://fld.czu.cz/~bohmm/materialy_na_bazi_dreva.pdf>.

stálobarevnost, vysoká rázová pevnost a snášenlivost vůči velkému zatížení. Na spodní straně jsou opatřeny vrstvou primeru Hranipex-primer.

Technické údaje:

- Tloušťka hrany 1 mm
- Šířka hrany 28 mm
- Povrchová úprava..... gravír, perlička
- Bod měknutí..... 95 °C
- Tvrdost dle Rockwella 110 N/mm²
- Index hořlavosti B2 (hořlavé jako dřevo)

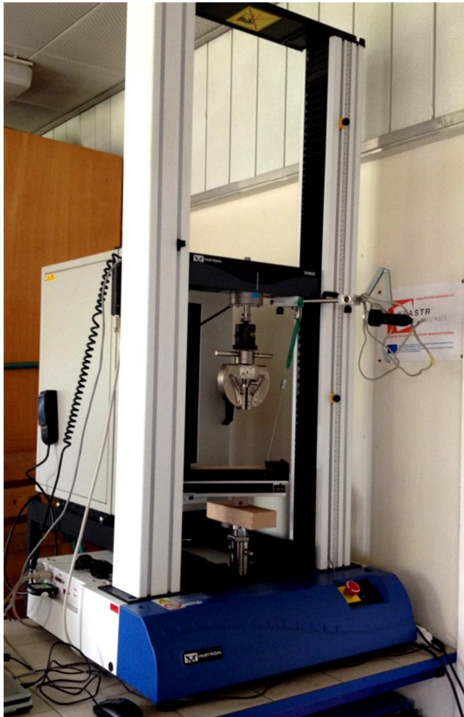
ABS hrany UNI jsou vhodné pro všechny typy nábytku, nejen pro olepení rovných ploch, ale také pro všechny možné tvary křivek. Lze je olepovat strojně i ručně. Teplota tavného lepidla se při olepení nastavuje dle doporučení výrobce lepidla. Jsou určené pro použití v interiérech.

5.2. Použitá zařízení

5.2.1. Trhací stroj Instron

Pro zkoušku odlupování pod úhlem 90° bylo použito dvousloupového stolního trhacího stroje Instron 3365 (Obr. 7). Tento stroj se skládá z ocelového rámu a pojízdného příčnicku, který může být osazen čelistmi nebo tlačným břevnem. Pohyb příčnicku je zajištěn stejnosměrným motorem s digitálním řízením polohy. Zkušební stroj je ovládán připojeným počítačem prostřednictvím řídicího programu Bluehill v.2.22, kde je předem definován celý průběh zkoušky a zpracování výsledků v připraveném skriptu metodiky.

Pro testování lepeného spoje ABS hrany a DTD odlupováním pod úhlem 90° je nutné univerzální trhací stroj vybavit speciálním agregátem pro tento účel. Na obrázku č. 8 je trhací stroj zachycen při průběhu této zkoušky.



Obr. 7 Trhací stroj Instron 3365



Obr. 8 Agregát pro odlupování v úhlu 90° - průběh zkoušky

Technické údaje:

- Maximální síla zatížení 5 kN
- Maximální rychlost posuvu příčnicku 1 000 mm/min
- Maximální vertikální testovací prostor 1 193 mm

5.2.2. Klimatizační komora Incucell

Incucell V 111 je klimatizační komora s přirozenou cirkulací vzduchu. Patentovaný systém proudění vzduchu v komoře zaručuje rychlé a přesné dosažení rozložení zvolené teploty v komoře a tím i ideálního procesu prohřívání vzorků. Komora je vybavena plynule nastavitelnou odvětrávací klapkou a vnitřními skleněnými dveřmi.



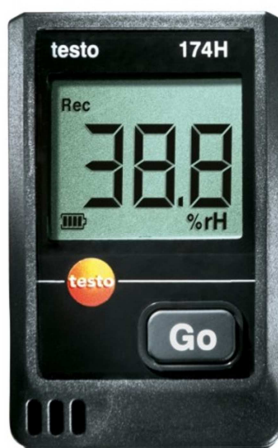
Obr. 9 Klimatizační komora Incucell V 111

Technické údaje:

- Objem komory 111 litrů
- Nosnost celkem 50 kg
- Nastavitelný rozsah 20–70 °C
- Odchylka ±0,1 °C
- Přesnost nastavení 0,1 °C
- Pracovní teplotní rozsah 20–70 °C

5.2.3. Teplotní datalogger Testo 174H

Pro zaznamenání změn teplot a relativní vlhkosti vzduchu při cyklickém tepelném zatěžování vzorků v klimatizační komoře byl použit teplotní datalogger Testo 174H. Jedná se o odolný a kompaktní měřicí přístroj pro snímání a záznam teploty a relativní vlhkosti vzduchu.



Obr. 10 Teplotní datalogger Testo 174H⁴¹

Technické údaje:

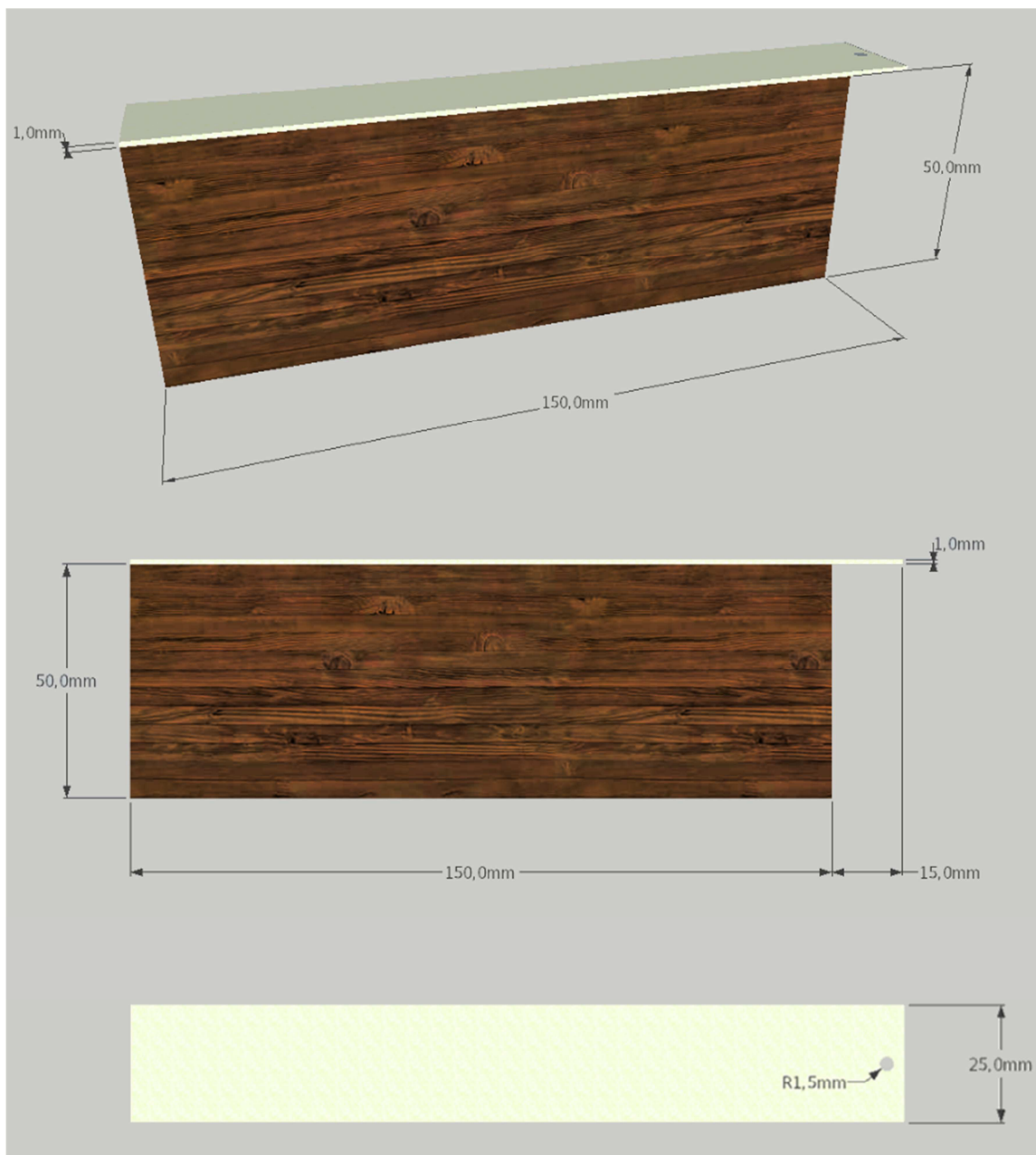
- Rozsah měření.....-20 až +70 °C
- Přesnost měření teploty.....±0,5 °C
- Přesnost měření vlhkosti.....±3 %
- Rozlišení teploty 0,1 °C
- Rozlišení vlhkosti 0,1 %
- Interval měření..... 1 min až 1 hod
- Paměť..... 16 000 hodnot

5.3. Testované vzorky

Lepený spoj vzorku ke zkoušce byl připravován ze dvou adherendů a hodnoceného lepidla. Ohebným adherendem byla ABS tloušťky 1 mm nalepená tavným lepidlem EVA na DTD-L tloušťky 25 mm.

Jeden druh vzorků byl vyroben v počtu 12 kusů pro každou měřenou teplotu (celkem 72 kusů). Základní rozměry vzorků jsou specifikovány na obrázku č. 11.

⁴¹ AUTOR NEUVEDEN. Merici pristroje.eu [online] citováno 14. Dubna 2015. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.merici-pristroje.eu/image/cache/data/product-58/Minizaznamnik-174Ha-08x308.jpg>>.



Obr. 11 Specifikace připravovaných vzorků

Materiál pro výrobu vzorků byl získán od společnosti Znora spol. s r.o., ve které proběhlo také olepení bočních ploch DTD-L ABS hranou na jednostranné průběžné olepovače HOMAG - KL 78/A20/S2. Olepeny byly dílce o délce hrany 900 mm. Na požadované rozměry (Obr. 11) byly vzorky upraveny ve školní dílně pomocí kotoučové a pásové pily. Otvor do ABS hrany byl vyvrtán pomocí elektrické ruční vrtačky.

6. Metodika

V práci je sledován vliv působení cyklického tepelného zatěžování prostředí na kvalitu lepených spojů z technologické operace olepování bočních ploch nábytkových dílců vyrobených z dřevotřískové desky při použití všeobecně používaného tavného lepidla typu EVA.

Samotné zkoušení lepeného spoje probíhalo dle metodiky zkoušky zatížení ve spáře odlupováním ABS pod úhlem 90° (ČSN EN 28510-1). Kapitola je členěna na metodiku přípravy vzorků před zkoušením, metodiku zkoušky a metodiku zpracování výsledků.

6.1. Metodika přípravy vzorků

Lepený spoj vzorku ke zkoušce byl připravován ze dvou adherendů a hodnoceného lepidla. Pevným adherendem byla v tomto případě DTD-L 25, ohebným adherendem ABS hrana tloušťky 1 mm a testované lepidlo tavné lepidlo typu EVA.

Olepený materiál pro výrobu vzorků byl dodán firmou Znora spol. s r.o. v 30 kusech o šíři 50 mm a délce 900 mm a byl dále upravován ve školních dílnách.

Prvním krokem přípravy vzorků v dílnách bylo krácení na formátovací kotoučové pile s předřezem na požadovanou délku 165 mm. Na tomto zařízení se dále všechny vzorky délky 165 mm nařízly v požadovaném místě (150 mm od okraje) kolmo k nalepené ABS hraně těsně tak, aby nedošlo k jejímu porušení.



Obr. 12 Krácení materiálu na formátovací pile

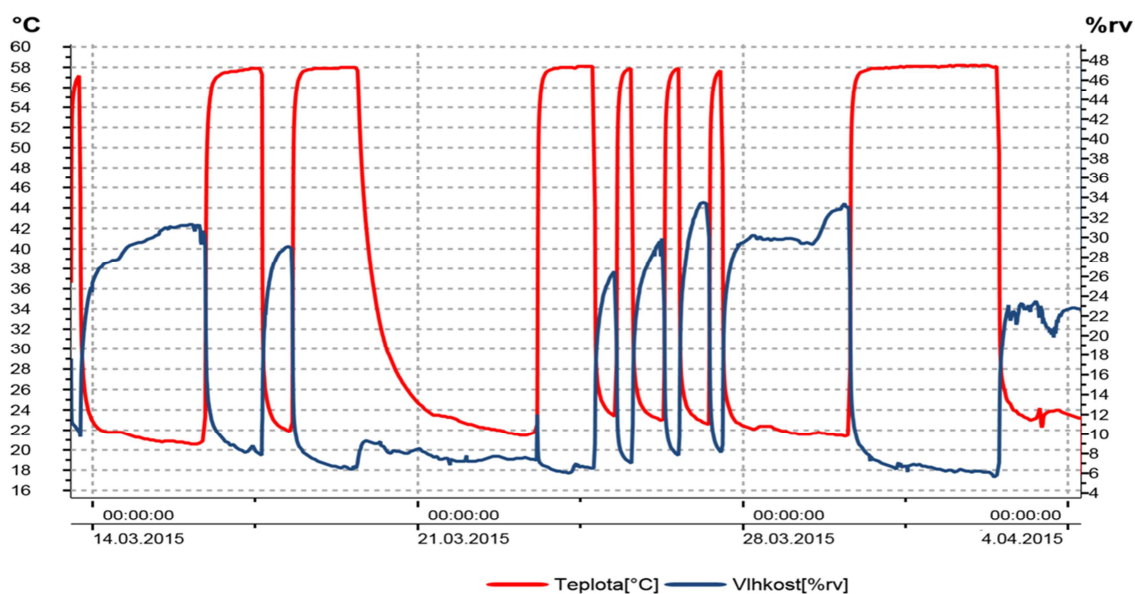
Dalším krokem bylo odstranění části DTD-L za zářezem tak, aby bylo dosaženo kýženého tvaru a rozměrů vzorku. Přebytečný materiál byl odstraněn pomocí pásové stolní pily zářezem podél ABS hrany, opět tak aby se hrana nijak nepoškodila.



Obr. 13 *Finální podoba testovaných vzorků*

Pro finální úpravu vzorku byl do přečnávající úchopové části ABS hrany vyvrtán otvor o průměru 3 mm.

Pro simulaci podmínek, kterým je nábytek vystavován při přepravě v kontejneru v letních měsících, byly vzorky uloženy do klimatizační komory, ve které došlo k jejich vystavení cyklickému tepelnému zatěžování. Doba působení zvýšených teplot a průběh teplotních a vlhkostních změn jsou znázorněny na níže uvedeném grafu (Obr. 14).



Obr. 14 *Graf teplotních a vlhkostních změn v klimatizační komoře*

Minimální, maximální a průměrné hodnoty teploty a relativní vlhkosti vzduchu během procesu cyklování jsou uvedeny v tabulce č. 1. Teplota a relativní vlhkost vzduchu v klimatizační komoře byly zaznamenány pomocí teplotního dataloggeru Testo 174H.

Tab. 1 Minimální, maximální a střední hodnoty teploty průběhu cyklování

	Minimum	Maximum	Střední hodnota
Teplota [°C]	17,3	58,2	34,17
Relativní vlhkost [%]	5,6	47,5	17,60

Po dokončení procesu cyklování byly vzorky klimatizovány ve standardních podmínkách po dobu jednoho týdne.

Po klimatizaci byly vzorky rozděleny do 6 skupin po 12 kusech z důvodu testování při teplotách 23±2 °C, 30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C a 70 °C. Každá jednotlivá skupina vzorků byla těsně před uskutečněním samotného testování znovu umístěna do klimatizační komory na dobu minimálně 60 minut. Pro každou skupinu byla v klimatizační komoře nastavena požadovaná cílová teplota (30–70 °C).

6.2. Metodika zkoušky

Laboratorní podmínky:

- Teplota 23 °C
- Relativní vlhkost vzduchu 35 %

Metodika zkoušky odlupování ABS pod úhlem 90° se řídila normou ČSN EN 28510-1 Lepidla - Zkouška v odlupování zkušebního tělesa z ohebného a tuhého adherendu - Část 1: Odlupování pod úhlem 90 stupňů. Tato zkouška je vhodná především pro adherendy, které jsou méně ohebné a nelze u nich použít zkoušku odlupování pod úhlem 180° z důvodů tvorby trhlin, praskání nebo delaminace.

Zkušební vzorky byly testovány na zařízení Instron 3365 doplněném o speciální upínací agregát pro odlupování potřebný pro vykonání zkoušky zatížení ve spáře odlupováním ABS pod úhlem 90°. Trhací zkušební zařízení vyvíjející tahovou sílu s konstantní rychlostí pohybu čelisti bylo napojeno na PC s programem Bluehill, který zaznamenával průběh zkoušek. Doporučovaná rychlost čelisti je 50±5 mm/min.

Při použití běžného trhacího zkušebního zařízení není přesně dodržen konstantní úhel odlupování 90°.

6.2.1. Příprava univerzálního trhacího stroje ke zkoušce

1. Očištění přípravků od nečistot a prachu.
2. Upevnění agregátu pro odlupování na spodní hlavu trhacího stroje a připevnění čelisti na horní hlavu stroje.
3. Spuštění trhacího stroje a řídicího počítače se softwarem Bluehill.
4. Nastavení parametrů stroje v softwaru Bluehill.



Obr. 15 Čelist a agregát pro odlupování na trhacím stroji Instron

6.2.2. Postup zkoušky odlupování pod úhlem 90°

1. Vyjmutí vzorku z klimatizační komory a jeho připevnění na odnímatelnou část agregátu pro odlupování pomocí dvou vrutů.
2. Umístění vzorku do pracovní polohy (zasunutí odnímatelné části s připevněným vzorkem zpět do agregátu).
3. Protážení háčku otvorem v ABS hraně a jeho připevnění do čelisti.
4. Resetování vyvážení a posunutí zařízení.
5. Spuštění testu v softwaru Bluehill. Po dosažení předem nastaveného posunutí se test sám ukončí.
6. Po ukončení testu návrat stroje do výchozí polohy. Vyjmutí otestovaného vzorku a odstranění háčku z čelisti.

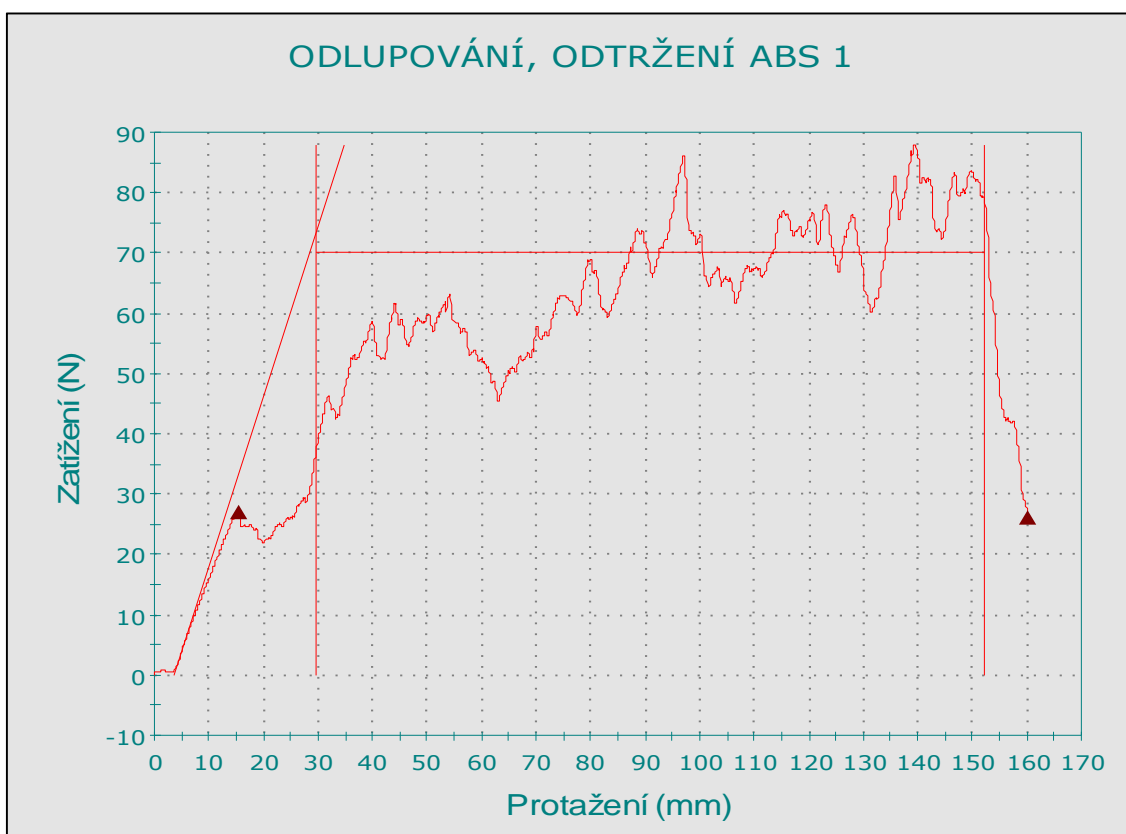


Obr. 16 Detail umístění zkušební vzorku v agregátu a upevnění háčku v čelisti

6.3. Metodika zpracování výsledků

Výsledky testů byly zaznamenávány programem Bluehill dle přednastaveného skriptu. Zaznamenávány byly hodnoty tahové síly vyvíjené k postupnému odtrhávání ABS hrany.

Výsledky byly odvozeny z grafického zápisu síly působící na délce zkušebního tělesa (Obr. 17). Planimetrickým proložením přímky byla vyhodnocena průměrná odlupovací síla v Newtonech. Protože k dosažení úhlu 90° mezi DTD a ABS nedochází ihned po zahájení zkoušky, do vyhodnocení průměrného zatížení nebyla zahrnuta síla působící v prvních 10 % délky vzorku.



Obr. 17 Příklad grafického vyjádření naměřených sil v průběhu odlupování

Ke statistickému vyhodnocení výsledků byla použita popisná statistika (aritmetický průměr, medián, rozptyl, směrodatná odchylka) a krabicový graf (graf statistických charakteristik).

7. Výsledky

V této části práce jsou uvedeny naměřené hodnoty odolnosti lepených spojů a jejich statistické vyhodnocení, které budou podkladem pro kapitoly diskuze a závěr.

Expozice teplotami: 23±2 °C, 30 °C, 40 °C, 50 °C, 60 °C a 70 °C

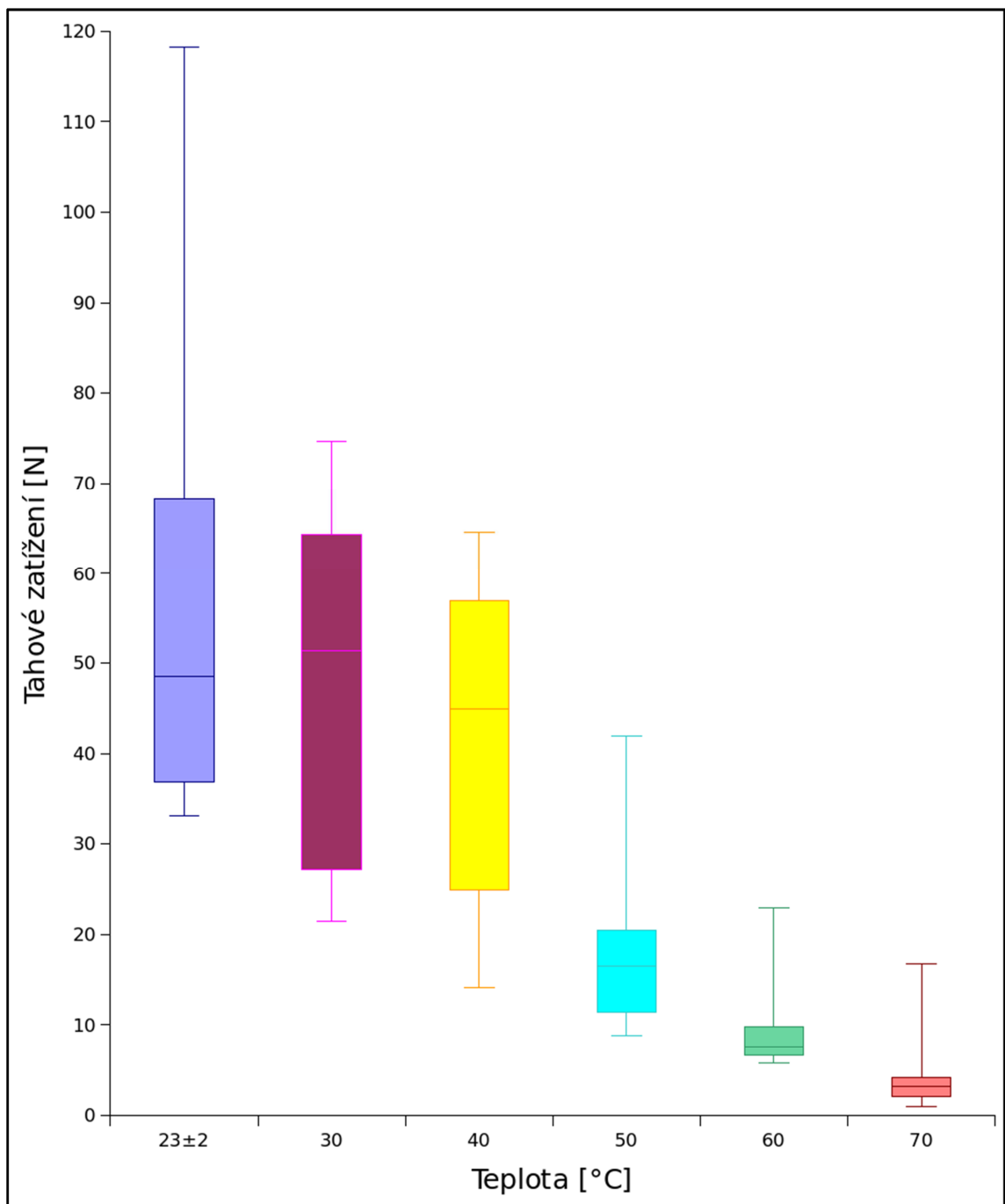
Zkouška: odlupování zkušebního tělesa z ohebného a tuhého adherendu pod úhlem 90°

Měřené parametry: tahové zatížení [N]

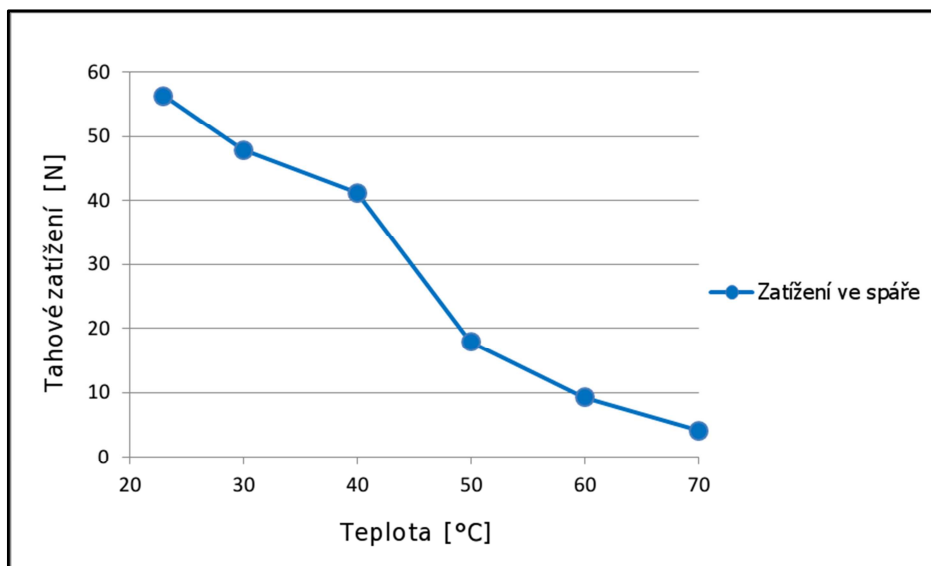
Výstupem jednotlivých zkoušek byla hodnota v Newtonech odpovídající průměrnému tahovému zatížení v průběhu zkoušky. Tato hodnota byla získána planimetrickým proložením přímky z grafického zápisu průběhu zkoušky.

Tab. 2 Průměrná tahová zatížení [N] při zkoušce odlupování pod úhlem 90° za daných teplot a jejich základní statistické charakteristiky

Teplota [°C]	23±2	30	40	50	60	70	
č. vzorku	1	36,52	66,03	59,12	18,93	10,95	16,77
	2	33,30	28,19	46,74	20,22	6,44	2,16
	3	55,38	54,66	43,17	26,55	9,37	6,43
	4	71,77	70,00	57,93	16,90	6,68	4,28
	5	78,60	48,08	14,06	12,56	22,96	2,81
	6	62,17	63,78	33,50	11,57	5,70	4,05
	7	40,71	24,31	64,63	11,13	6,96	2,33
	8	67,05	21,46	23,26	8,79	6,13	1,00
	9	33,11	23,10	52,65	21,26	8,23	1,11
	10	118,23	74,58	17,15	8,89	11,72	1,66
	11	37,07	41,30	25,50	16,11	9,32	3,66
	12	41,69	59,27	56,76	41,92	6,92	3,97
Průměr	56,30	47,90	41,21	17,90	9,28	4,19	
Maximum	118,23	74,58	64,63	41,92	22,96	16,77	
Minimum	33,11	21,46	14,06	8,79	5,70	1,00	
Medián	48,53	51,37	44,96	16,51	7,59	3,23	
Rozptyl	685,21	379,57	291,74	158,59	218,32	349,78	
Směrodatná odchylka	25,24	19,68	17,84	9,30	4,72	4,25	



Obr. 18 Krabicový graf pro hodnoty průměrného zatížení [N] metodou odlupování ABS pod úhlem 90°



Obr. 19 Průměr zatížení při průměrné hodnotě metodou zatížení ve spáře odlupováním ABS pod úhlem 90°



Obr. 20 Detail průběhu odlupování ABS hrany

8. Diskuze a vyhodnocení výsledků

Vzhledem k modifikacím tavných lepidel a jejich rozvoji v moderních technologiích výroby nábytku je metoda odlupování pod úhlem 90° vhodnou metodou ověření pevnosti lepeného spoje v měnících se teplotních podmínkách během přepravy nábytku z výroby ke koncovému zákazníkovi.

Při testování lepené spáry je vyžadováno provedení zkoušky až do hraniční teploty okolo 70 °C. Této teploty může dosáhnout teploměr v kontejneru s tmavě hnědým povrchem během častěji se opakujících dnů s tropickými hodnotami teplot.

Norma ČSN EN 28510-1 Lepidla uvádí metodu odlupování pod úhlem 90° při definovaných podmínkách za účelem stanovení odolnosti lepených spojů proti odlupování. Lepený spoj je tvořen dvěma adherendy, z nichž jeden je ohebný. Jedná se o vypovídající metodu popisu kvality lepené spáry jakéhokoliv lepidla, jehož pevnost klesá působením teploty.

Touto metodou lze charakterizovat pevnost lepeného spoje, přičemž jsou získány průměrné hodnoty zatěžující síly na úseku lepené spáry o minimální délce 150 mm.

Z předchozího testování touto metodou vyplynul požadavek na testování lepených vzorků, které byly nejprve podrobeny cyklickému tepelnému zatěžování prostředí. Změny mikroklimatu v klimatizační komoře simulovaly změny v přepravovaném kontejneru tmavé barvy během tropických dnů. Cyklické teplotní namáhání vzešlo z přepravních studií při sledování podmínek v kontejneru.

Výsledky provedených testů naznačují, že pevnostní charakteristiky lepeného spoje jsou ovlivněny nejen expozicí zvýšeným teplotám těsně před testováním, ale i předchozím cyklickým tepelným zatěžováním.

Hodnoty statistik průměrného tahového zatížení pro testované vzorky jsou uvedeny v tabulce č. 3.

Tab. 3 Statistika průměrného tahového zatížení [N] při odlupování pod úhlem 90°

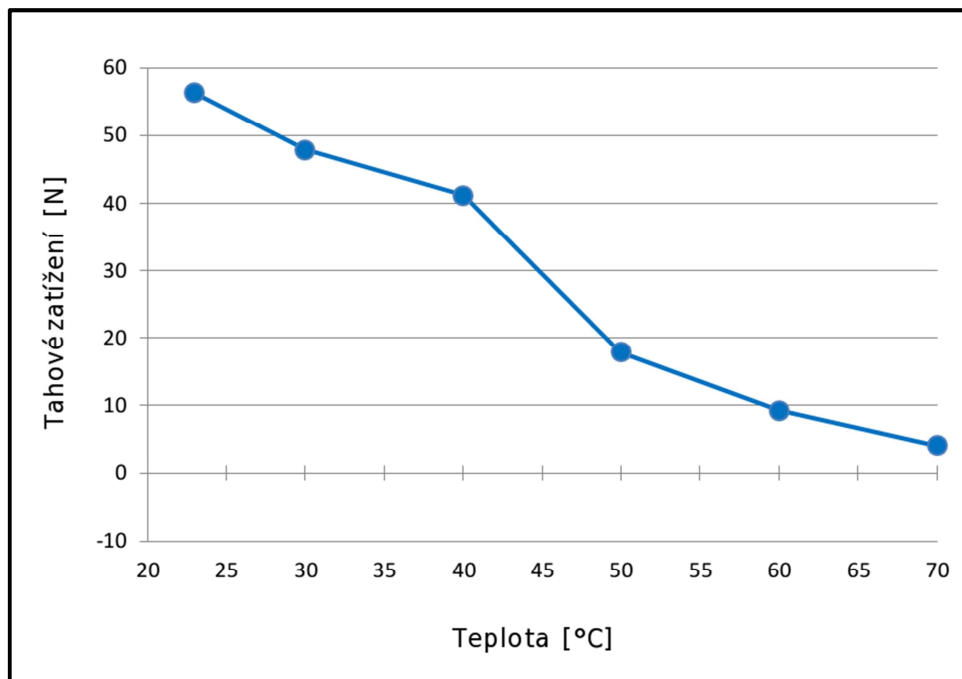
Teplota [°C]	23±2	30	40	50	60	70
Průměr	56,30	47,90	41,21	17,90	9,28	4,19
Maximum	118,23	74,58	64,63	41,92	22,96	16,77
Minimum	33,11	21,46	14,06	8,79	5,70	1,00
Medián	48,53	51,37	44,96	16,51	7,59	3,23

Jak je uvedeno v tabulce č. 3, při standartních podmínkách ($T = 23 \pm 2$ °C, $\phi = 50 \pm 5$ %) bylo u vzorků během odlupování nutné vyvinout sílu o hodnotě až 118,23 N. V průměru zatížení ve standartních podmínkách dosahovalo 56,3 N.

U vzorků zahřátých na teplotu 50 °C, kterou běžně v kontejneru můžeme zaznamenat, se průměrná hodnota zatížení snížila o téměř 68 % na hodnotu 17,9 N. U nejvyšší teploty (70 °C) klesla hodnota průměrného zatížení na pouhých 4,19 N, což představuje pokles oproti standartním podmínkám o 92 %.

Z tabulky č. 3 je zřejmé, že síla vyvinutá k odloupení ABS hrany se mezi jednotlivými vzorky testovanými při stejné teplotě značně lišila. To mohlo být způsobeno právě cyklickými změnami teplot. Velký počet vzorků vykazoval po procesu cyklování před samotnou zkouškou vady v lepeném spoji. Většinou došlo k samovolnému uvolnění ABS hrany z jedné nebo z obou stran, pouze po vystavení vzorku cyklickému teplotnímu zatěžování.

Z následujícího grafu průměrných hodnot průměrného tahového zatížení v lepené spáře (Obr. 21) se pro zvolené lepidlo typu EVA potvrzuje, že jeho pevnost a odolnost klesá se zvyšující se teplotou.



Obr. 21 Grafické znázornění naměřených průměrných hodnot pro jednotlivé teploty



Obr. 22 Detail povrchu ABS hrany po odloupenutí při 40 °C



Obr. 23 Detail povrchu DTD-L po odloupenutí při 40 °C



Obr. 24 Detail povrchu DTD-L po odloupenutí při 70 °C

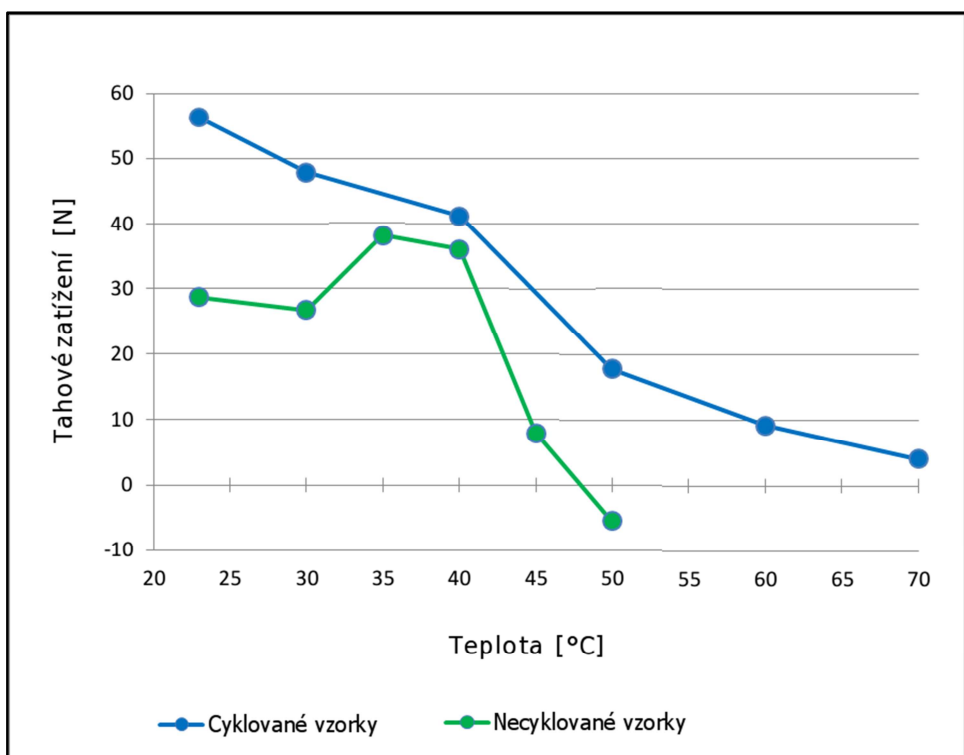
Pro porovnání získaných výsledků byly použity výstupní data metody odlupování pod úhlem 90° (Tab. 4) publikované v disertační práci Ing. Josefa Hlavatého, Ph.D. „Vývoj zkušebních metod pro testování pevnosti a trvanlivosti nábytku během jeho namáhání při dopravě“. V této práci byly vzorky testované pro teploty do 50 °C za použití materiálů ABS hrana, DTD-L a tavné lepidlo typu EVA.

Tab. 4 Statistika průměru zatížení [N] při průměrné hodnotě metoda odlupování⁴²

Teplota [°C]	23±2	30	35	40	45	50
Průměr	28,67	26,74	38,12	35,99	7,98	-5,52
Maximum	48,51	43,39	53,20	61,62	19,42	-4,21
Minimum	6,19	13,77	22,59	19,21	-5,34	-7,94
Medián	32,50	27,57	35,68	34,72	7,32	-5,23

Jak lze pozorovat z grafu (Obr. 25) výsledky zkoušek odlupování pod úhlem 90° se značně liší, přestože bylo použito stejných materiálů a stejného typu tavného lepidla.

⁴² HLAVATÝ, J.: Vývoj zkušebních metod pro testování pevnosti a trvanlivosti nábytku během jeho namáhání při dopravě



Obr. 25 Srovnání průměrných hodnot zatížení cyklovaných a necyklovaných vzorků

Cyklované vzorky vykazují ve všech případech větší odolnost než vzorky testované bez předchozího vystavení tepelnému cyklickému zatěžování prostředí. U vzorků testovaných za standardních podmínek bylo průměrné zatížení u cyklovaných vzorků dokonce o 96 % vyšší oproti vzorkům necyklovaným. Nejmenší rozdíl mezi cyklovanými a necyklovanými vzorky byl zaznamenán při teplotě 40 °C. Při této teplotě bylo průměrné tahové zatížení cyklovaných vzorků pouze o 14 % vyšší než u necyklovaných vzorků.

Nejvyšší pevnost u cyklovaných vzorků vykazovaly dle prvotního předpokladu vzorky testované za standardních podmínek. U vzorků necyklovaných měly největší odolnost vzorky při teplotách 35 °C a 40 °C.



Obr. 26 Detail povrchu ABS hrany, u které bylo před odlupováním pozorováno uvolňování na obou okrajích

Předpoklad nižší pevnosti a odolnosti cyklovaných vzorků oproti vzorkům necyklovaným nebyl srovnáním výsledků jejich testování potvrzen. To mohlo být způsobeno použitím rozdílných EVA lepidel, velikostí nánosu lepidla nebo rozdíly mezi olepovacími zařízeními. I přesto byl zaznamenán vliv cyklického tepelného zatěžování prostředí na testované vzorky v podobě vad v lepeném spoji. Na velkém množství vzorků bylo ihned po skončení fáze cyklování pozorováno uvolňování ABS hrany na okrajích vzorku.

9. Závěr

Z důvodu stále se zvyšujících nároků na kvalitu výrobků a také otevírání nových trhů, je vyžadováno náročnější testování nábytku. Především při exportu do vzdálených zemí, kdy je nábytek po delší dobu uložen v kontejneru.

I v případě, že je nábytek uložen podle všech pravidel a norem není možné se vyhnout působení vnějších faktorů na uložený nábytek. Převážně kontejnery jsou vyrobeny z kovu a mají vysokou tepelnou vodivost. Kromě vnější teploty vzduchu, větru a srážek má velký vliv také přímý sluneční svit. Ten způsobuje velké rozdíly teplot uvnitř kontejneru během dne a v noci. Důsledkem těchto rozdílů teplot je vznik kondenzátu na stěnách kontejneru nebo na samotných výrobcích.

Volba druhu přepravy, obalové materiály, postup balení a způsobu uložení nábytku v přepravní jednotce by proto měly být přizpůsobeny transportním podmínkám.

Nejvíce náchylný na působení tepla je u nábytku právě lepený spoj s aplikací tavných lepidel. Při použití tavných lepidel je nutné se této problematice věnovat, protože nejsou odolná vůči teplotám jen o několik stupňů nižším, než je jejich bod měknutí. Jejich malá odolnost vůči teplotám vyšším než 60 °C představuje značný problém. Kolem této teploty lepidlo měkne a spoj ztrácí svou pevnost.

Cílem práce bylo zanalyzovat vliv působení cyklického tepelného klimatického namáhání na pevnostní charakteristiky lepeného spoje. Spoj ABS hrana a DTD lepený tavným lepidlem typu EVA byl testován dle ČSN EN 28510-1 Lepidla - Zkouška v odlupování zkušebního tělesa z ohebného a tuhého adherendu - Část 1: Odlupování pod úhlem 90 stupňů.

Provedené zkoušky potvrdily, že pevnostní charakteristiky lepeného spoje jsou ovlivněny nejen expozicí zvýšeným teplotám těsně před testováním, ale i předchozím cyklickým tepelným zatěžováním. Vliv cyklického tepelného zatěžování se projevil na kvalitě lepeného spoje už před samotným odlupováním.

Navzdory předpokladu při samotné zkoušce cyklované vzorky vykazovaly ve všech případech větší odolnost ve srovnání se vzorky necyklovanými. Porovnání mohlo být

zkresleno použitím různých tavných lepidel typu EVA, velikostí nánosu lepidla nebo rozdíly mezi použitými zařízeními na olepování bočních hran.

V návaznosti na výsledky této práce lze konstatovat, že cyklické tepelné zatěžování prostředí, ve kterém byly vzorky uloženy, ovlivnilo pevnost a odolnost lepeného spoje při následujícím testování odlupováním pod úhlem 90° . Je tedy vhodné cyklické tepelné zatěžování testovaných vzorků zařadit do metodik zkoušek pro testování lepidel.

10. Summary

Due to the increasing requirements for products quality and opening new markets, more thorough furniture testing is required, especially when exporting commodities to distant countries and storing the furniture in containers for longer periods.

Shipping containers are made of metal which has high thermal conductivity. External air temperature, wind, precipitation and sunshine influence the temperature of the container. Direct sunshine causes large differences between temperatures inside the container, therefore creates condensate.

Concerning furniture, the most susceptible to the temperature changes are adhesive bonded joints with the use of fusible adhesives. Their low resistance to temperatures higher than 60 °C is a significant problem. The adhesive at these temperatures softens and the joint becomes less solid.

The goal of this thesis was to analyse the influence of cyclic thermal climatic loading to characteristic strength of the adhesive bonded joint. The joint of ABS edge and PB bonded by a fusible adhesive EVA was tested by ČSN EN 28510-1 Adhesives – A test in peeling of the tested unit from flexible and rigid adherend – Part 1 – Peeling at 90° angle.

The tests confirmed, that the characteristic strength of the adhesive bonded joint is influenced not only by its exposedness to increased temperatures immediately before testing, but also by preceding cyclic thermal loading. The influence of cyclic thermal loading demonstrated itself on the quality of the adhesive joint even before the peeling itself.

Despite the hypothesis, during the testing the cycled samples were more resistant than the non-cycled samples. The comparison could be distorted by using different kinds of fusible adhesives EVA, different thicknesses of the layers of adhesives or differences between the devices used for warming the side edges.

Consequently to the results of this work it is possible to confirm, that cyclic thermal loading of the environment, in which the samples were stored, influenced the solidity and resistance of the adhesive joint during the following testing by peeling at 90° angle.

Therefore it is appropriate to include cyclic thermal loading of tested samples to the methodology of adhesive testing.

11. Použitá literatura

11.1. Literární zdroje

- DUBOVSKÝ, J. *Latest Achievements in Research of Wood Structure and Physics: proceedings* : Zvolen - Czechoslovakia : September 4-7, 1990. 2. nezm. vyd. Zvolen: Vysoká škola lesnícka a drevárska, 1991, 372 s. ISBN 80-228-0139-9.
- HLAVATÝ, J. *Vývoj zkušebních metod pro testování pevnosti a trvanlivosti nábytku během jeho namáhání při dopravě*. Brno, 2014.
- HORÁČEK, P. *Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva I. 2., přeprac. vyd.* Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, 124 s. ISBN 978-80-7375-169-2.
- HRÁZSKÝ, J., KRÁL, P. *Kompozitní materiály na bázi dřeva. 1. vyd.* Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, 253 s. ISBN 978-80-7375-034-3.
- HŘEBAČKOVÁ, J. *Pevnosti lepených spojů stolového nábytku ovlivněných extrémním působením tepla*. Brno, 2013.
- MATOVIČ, A. *Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva a materiálů na bázi dřeva. 1. vyd.* Brno: Vysoká škola zemědělská, 1993, 212 s. ISBN 80-7157-086-9.
- NUTSCH, W. *Příručka pro truhláře. 2. přeprac. vyd.* Praha: Sobotáles, 2006, 615 s. ISBN 80-86706-14-1.
- PEKAŘ, J. *Vliv technologických parametrů na pevnost lepených spojů*. Brno, 2007.
- TESAŘOVÁ, D. *Povrchové úpravy dřeva: [lakování, moření, lazurování a lepení]. 1. vyd.* Praha: Grada, 2014, 134 s. ISBN 978-80-247-4715-6.
- ZEMIAR, J a F MÝTNY. *Technológia výroby nábytku a ostatných drevárskych výrobkov: Návody na cvičenia*. Zvolen: VŠLD, 1989, 161 s. ISBN 80-228-0049-x.
- ZIERISOVÁ, V. *Vlivy působící na pevnost a trvanlivost v exportní logistice nábytku při přepravě v kontejneru k odběrateli mimo hranice Evropské unie*. Brno, 2012.

11.2. Normy

- ČSN EN 28510-1: *Lepidla - Zkouška v odlupování zkušebního tělesa z ohebného a tuhého adhérendu - Část 1: Odlupování pod úhlem 90 stupňů*, 2014.
- ČSN EN 311: *Desky ze dřeva – Přídržnost povrchu – Zkušební metoda*, 2003.

11.3. Internetové zdroje

- AUTOR NEUVEDEN. *Merici pristroje.eu* [online] citováno 14. Dubna 2015. Dostupné na World Wide Web:
<<http://www.merici-pristroje.eu/image/cache/data/product-58/Minizaznamnik-174Ha-08x308.jpg>>.
- BŮHM, Martin, Jan REISNER a Jan BOMBA. *Materiály na bázi dřeva* [online] Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra zpracování dřeva, 2012,

ISBN 978-80-213-2251-6, citováno 10. Dubna 2015. Dostupné na World Wide Web:

<http://fld.czu.cz/~bohmmaterialy_na_bazi_dreva.pdf>.

- LEINBEGER, D. *Temperature & Humidity in Ocean Containers* [online] citováno 6. Dubna 2015. Dostupné na World Wide Web: <http://www.ista.org/forms/LEINBERGER_Dimensions06_paper.pdf>.
- SCHARNOW. *Climatic conditions. Container handbook* [online] citováno 6. Dubna 2015. Dostupné na World Wide Web: <http://www.containerhandbuch.de/chb_e/scha/index.html>.
- WILCZYŃSKI, A., KOCISZEWSKI, M. *Elastic properties of the layers of three-layer particleboards. European Journal of Wood and Wood Products*. 2012, vol. 70, 1-3, s. 357-359. [online] citováno 20. Března 2015. Dostupné na World Wide Web: <http://link.springer.com/10.1007/s00107_010_0497-8>.

12. Seznam použitých tabulek

<i>TAB. 1 MINIMÁLNÍ, MAXIMÁLNÍ A STŘEDNÍ HODNOTY TEPLoty PRŮBĚHU CYKLOVÁNÍ</i>	37
<i>TAB. 2 PRŮMĚRNÁ TAHOVÁ ZATÍŽENÍ [N] PŘI ZKOUŠCE ODLUPOVÁNÍ POD ÚHLEM 90° ZA DANÝCH TEPLoty A JEJICH ZÁKLADNÍ STATISTICKÉ CHARAKTERISTIKY</i>	41
<i>TAB. 3 STATISTIKA PRŮMĚRNÉHO TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ [N] PŘI ODLUPOVÁNÍ POD ÚHLEM 90°</i>	45
<i>TAB. 4 STATISTIKA PRŮMĚRU ZATÍŽENÍ [N] PŘI PRŮMĚRNÉ HODNOTĚ METODA ODLUPOVÁNÍ</i>	47

13. Seznam použitých obrázků

<i>OBR. 1 SORPČNÍ IZOTERMA DŘEVA</i>	13
<i>OBR. 2 DENNÍ ROZDÍLY TEPLOT VLIVEM SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ A VZNIK KONDENZÁTU V KONTEJNERU</i>	14
<i>OBR. 3 PRŮBĚH TEPLOT BĚHEM PŘEPRAVY Z JAPONSKA DO USA V LETNÍCH MĚSÍCÍCH</i>	16
<i>OBR. 4 PRŮBĚH TEPLOT BĚHEM PŘEPRAVY Z JAPONSKA DO USA V ZIMNÍCH MĚSÍCÍCH.....</i>	16
<i>OBR. 5 STRUKTURA LEPENÉHO SPOJE.....</i>	23
<i>OBR. 6 SCHÉMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ ZKOUŠKY NA SMYK PŘI TLAKOVÉM ZATÍŽENÍ.....</i>	25
<i>OBR. 7 TRHACÍ STROJ INSTRON 3365</i>	31
<i>OBR. 8 AGREGÁT PRO ODLUPOVÁNÍ V ÚHLU 90° - PRŮBĚH ZKOUŠKY</i>	31
<i>OBR. 9 KLIMATIZAČNÍ KOMORA INCUCELL V 111</i>	32
<i>OBR. 10 TEPLOTNÍ DATALOGGER TESTO 174H</i>	33
<i>OBR. 11 SPECIFIKACE PŘIPRAVOVANÝCH VZORKŮ</i>	34
<i>OBR. 12 KRÁCENÍ MATERIÁLU NA FORMÁTOVACÍ PILE.....</i>	35
<i>OBR. 13 FINÁLNÍ PODOBA TESTOVANÝCH VZORKŮ</i>	36
<i>OBR. 14 GRAF TEPLOTNÍCH A VLHKOSTNÍCH ZMĚN V KLIMATIZAČNÍ KOMOŘE</i>	36
<i>OBR. 15 ČELIST A AGREGÁT PRO ODLUPOVÁNÍ NA TRHACÍM STROJI INSTRON</i>	38
<i>OBR. 16 DETAIL UMÍSTĚNÍ ZKUŠEBNÍHO VZORKU V AGREGÁTU A UPEVNĚNÍ HÁČKU V ČELISTI.....</i>	39
<i>OBR. 17 PŘÍKLAD GRAFICKÉHO VYJÁDŘENÍ NAMĚŘENÝCH SIL V PRŮBĚHU ODLUPOVÁNÍ... 40</i>	40
<i>OBR. 18 KRABICOVÝ GRAF PRO HODNOTY PRŮMĚRNÉHO ZATÍŽENÍ [N] METODOU ODLUPOVÁNÍ ABS POD ÚHLEM 90°</i>	42
<i>OBR. 19 PRŮMĚR ZATÍŽENÍ PŘI PRŮMĚRNÉ HODNOTĚ METODOU ZATÍŽENÍ VE SPÁŘE ODLUPOVÁNÍM ABS POD ÚHLEM 90°</i>	43
<i>OBR. 20 DETAIL PRŮBĚHU ODLUPOVÁNÍ ABS HRANY</i>	43
<i>OBR. 21 GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ NAMĚŘENÝCH PRŮMĚRNÝCH HODNOT PRO JEDNOTLIVÉ TEPLoty</i>	46
<i>OBR. 22 DETAIL POVRCHU ABS HRANY PO ODLOUPNUTÍ PŘI 40 °C</i>	46
<i>OBR. 23 DETAIL POVRCHU DTD-L PO ODLOUPNUTÍ PŘI 40 °C</i>	46
<i>OBR. 24 DETAIL POVRCHU DTD-L PO ODLOUPNUTÍ PŘI 70 °C</i>	47
<i>OBR. 25 SROVNÁNÍ PRŮMĚRNÝCH HODNOT ZATÍŽENÍ CYKLOVANÝCH A NECYKLOVANÝCH VZORKŮ</i>	48
<i>OBR. 26 DETAIL POVRCHU ABS HRANY, U KTERÉ BYLO PŘED ODLUPOVÁNÍM POZOROVÁNO UVOLŇOVÁNÍ NA OBOU OKRAJÍCH</i>	49

14. Seznam použitých zkratek

<i>ABS: AKRYLONITRILBUTADIENSTYREN</i>	10, 19, 20, 27, 29, 30, 33–37, 39, 40, 42, 43, 45–47, 49, 50
<i>APAO: AMORFNÍ POLY-ALFO-OLEFÍN</i>	20
<i>CNC: ČÍSLICOVÉ ŘÍZENÍ (COMPUTER NUMERIC CONTROL)</i>	29
<i>DTD–L: DŘEVOTŘÍSKOVÁ DESKA LAMINOVANÁ</i>	27, 33–36, 46, 47
<i>DTD: DŘEVOTŘÍSKOVÁ DESKA</i>	10, 17, 18, 27, 28, 30, 40, 50
<i>EVA: ETHYLEN-VINYL ACETÁT</i>	20, 22, 27, 33, 35, 45, 47, 49, 50, 51
<i>ISO: MEZINÁRODNÍ ORGANIZACE PRO NORMALIZACI (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION)</i>	11, 12
<i>PA: POLYAMID</i>	20
<i>PC: OSOBNÍ POČÍTAČ (PERSONAL COMPUTER)</i>	37
<i>PP: POLYPROPYLEN</i>	19, 29
<i>PUR: POLYURETHAN</i>	20
<i>PVAC: POLYVINYLACETÁT</i>	28
<i>PVC: POLYVINYLCHLORID</i>	19, 29
<i>RVD: ROVNOVÁŽNÁ VLHKOST DŘEVA</i>	13
<i>RVV: ROVNOVÁŽNÁ VLHKOST VZDUCHU</i>	13
<i>USA: SPOJENÉ STÁTY AMERICKÉ (UNITED STATES OF AMERICA)</i>	15, 16
<i>UV: ULTRAFIALOVÉ ZÁŘENÍ (ULTRAVIOLET RADIATION)</i>	20
<i>VOC: TĚKAVÁ ORGANICKÁ LÁTKA (VOLATILE ORGANIC COMPOUND)</i>	21

15. Přílohy

15.1. Technický list – lepidlo

Jowatherm®

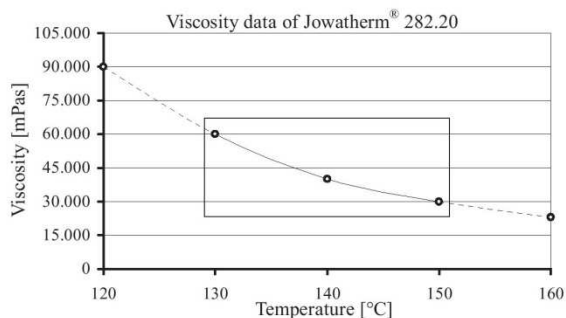
EVA - hranovacie tavné lepidlo

282.20

Príklady 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 taviateľné, 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/cm³]: 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 čistiaceho 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, oboznáňte sa s informáciami uvedenými na opačnej strane prospektu.**

PRODEJCE PRO ČR A SR:


HRANIPEX

HRANIPEX Czech republic k.s.
J. Rýznarové 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 doporučenia 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.

15.2. 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 kalandrovacím 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.

Adhezní vlastnosti a olejování:

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. Ryznerové 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 ²	10%
Bílá	160 g/m ²	10%
Černá	160 g/m ²	10%
Hnědá	160 g/m ²	10%

Nános tavného lepidla na bázi EVA

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

Sítě nanesené 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
Tvrdoost dle Rockwella	110 N/mm ²	DIN EN ISO 2039-2
Tvrdoost 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 ²	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. Rýznarové 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 olepení 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 olepení:

- 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 olepovacím strojem s horkovzdušnou pistolí - ABS hrana s nánosem tavného lepidla na bázi EVA.
- Ručně s použitím kontaktního lepidla.

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

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

Prostředí při olepování:

Vlhkost olepovaného materiálu a vlhkost hrany při olepování: v rozmezí 8 až 15 %.

Teplota olepovaného materiálu, hrany a okolí při olepování: 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. 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

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.

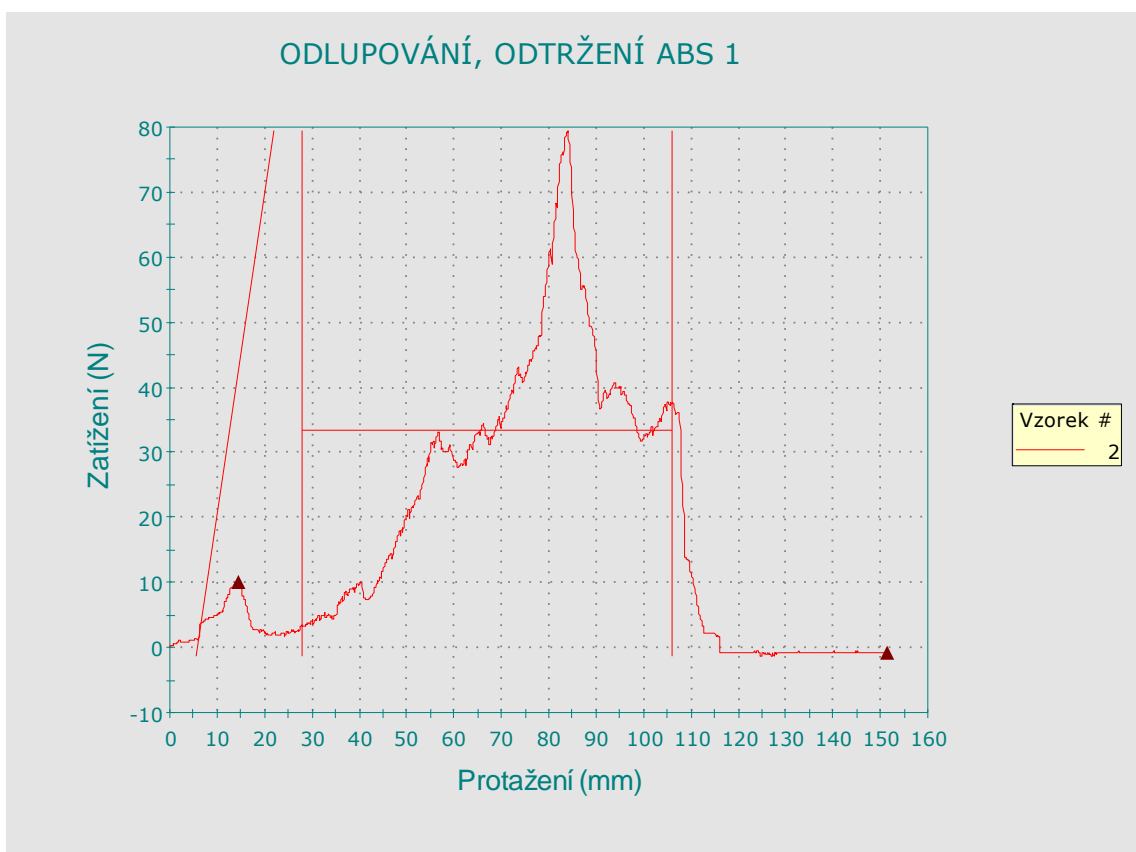
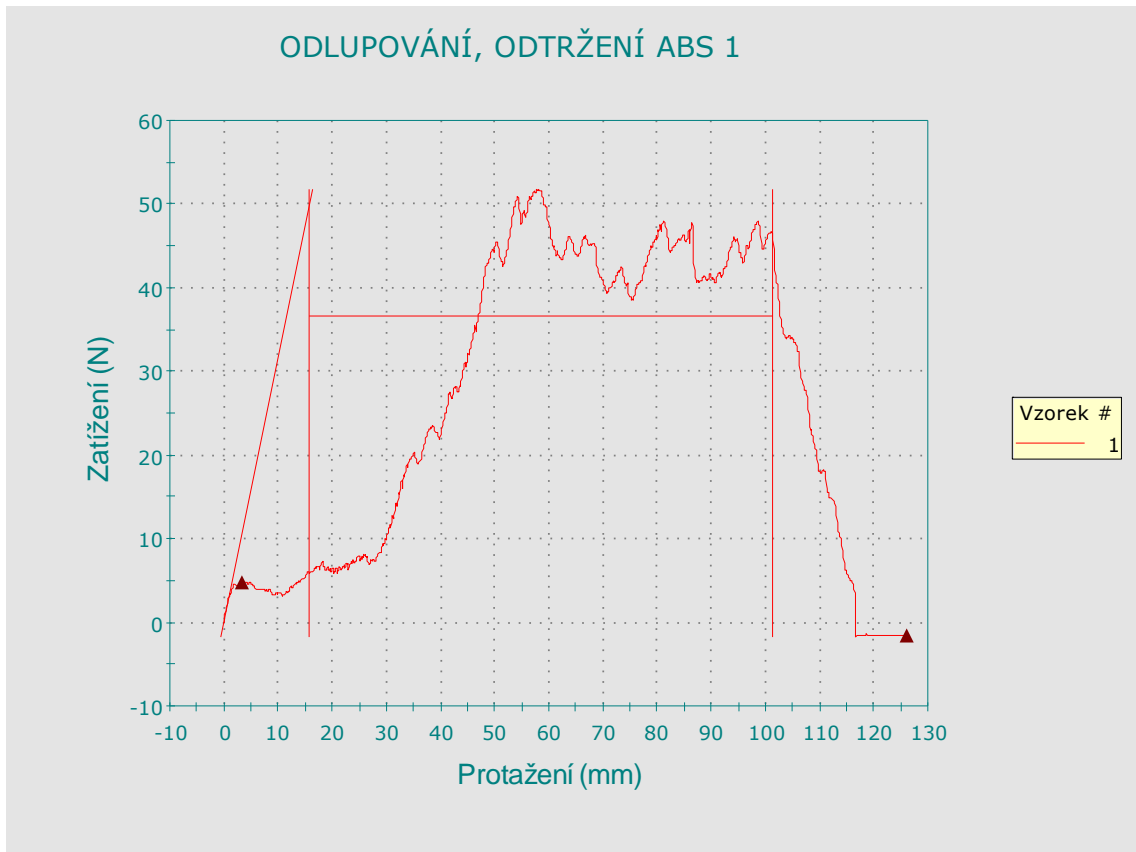
Aktualizace technického listu provedena v Hranipex Komorovice dne 01. 11. 2012.

Hranipex Czech Republic k.s.
J. Ryznerové 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

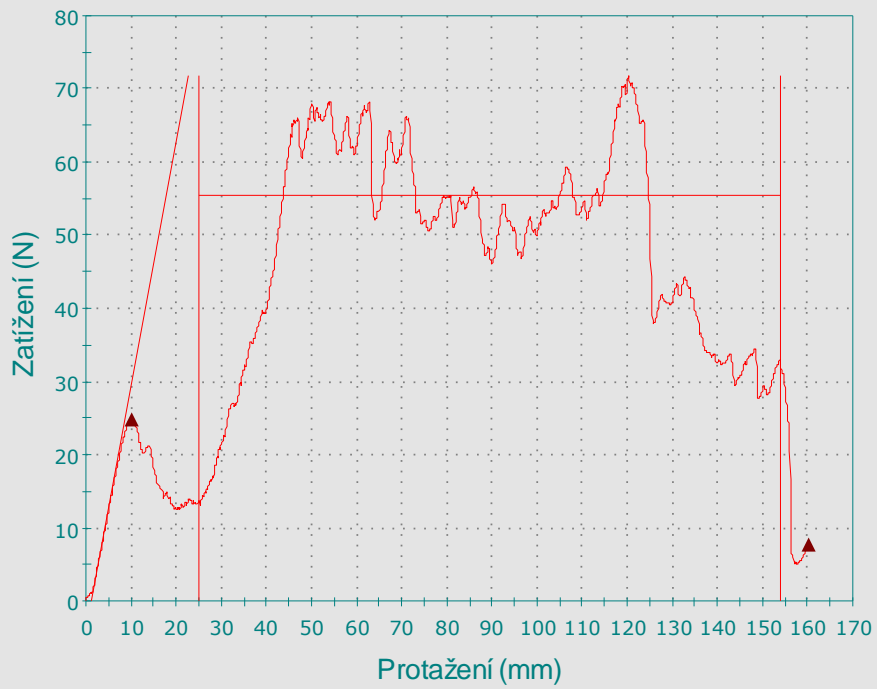
ČSOB Jihlava: 212917398/0300
IBAN: CZ11 0300 0000 0002 1291 8091
Swift: CEKOCZPP
Unicredit Jihlava: 511090001/2700

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

15.3. Výstupy měření - 23±2 °C

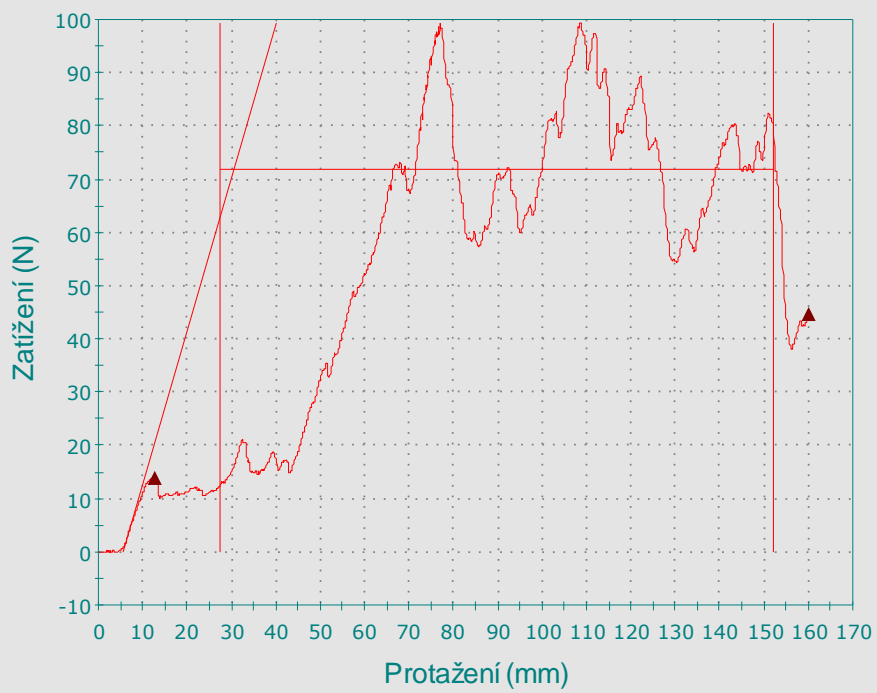


ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



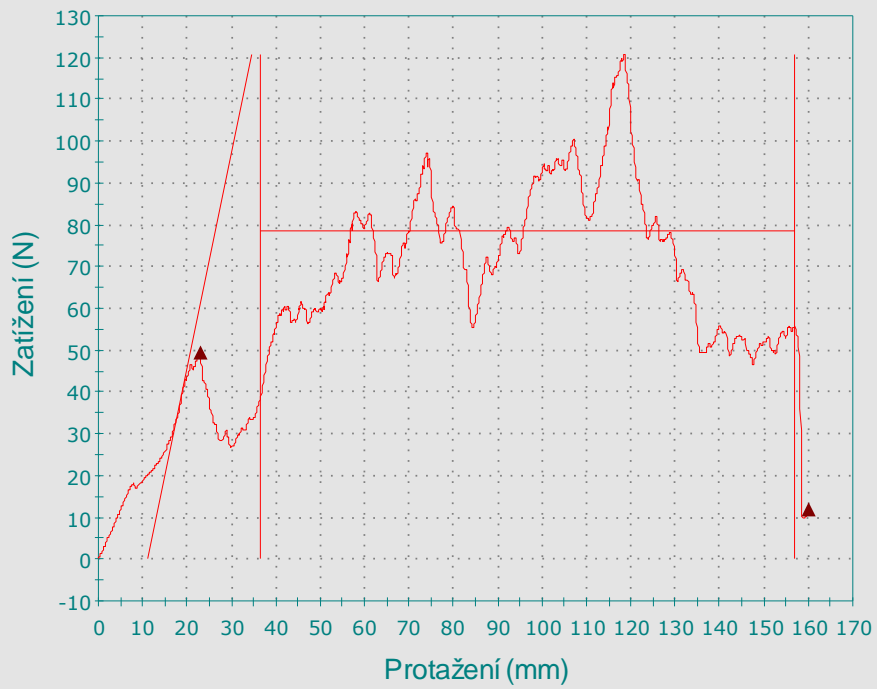
Vzorek #
3

ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1

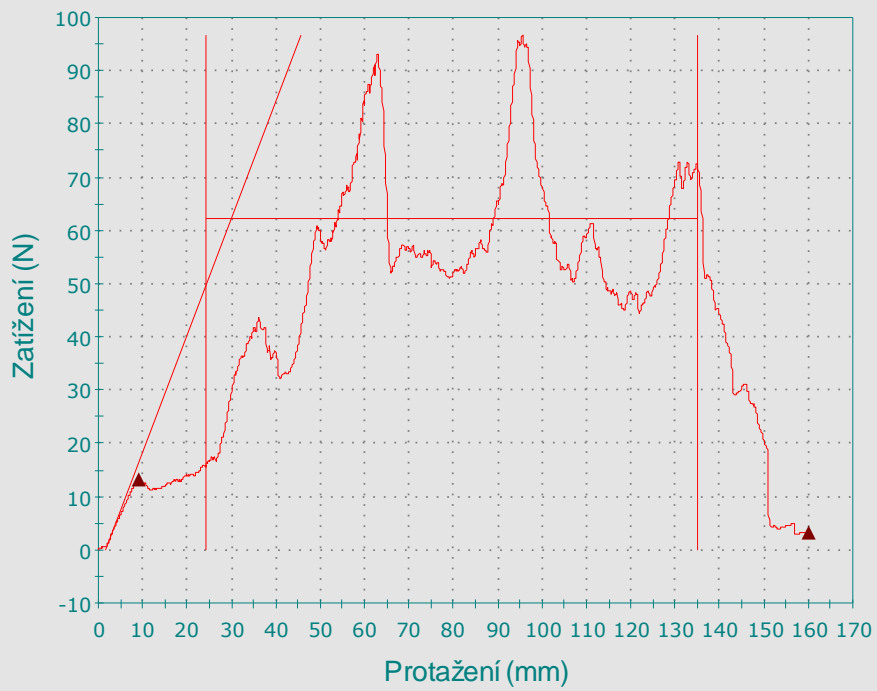


Vzorek #
4

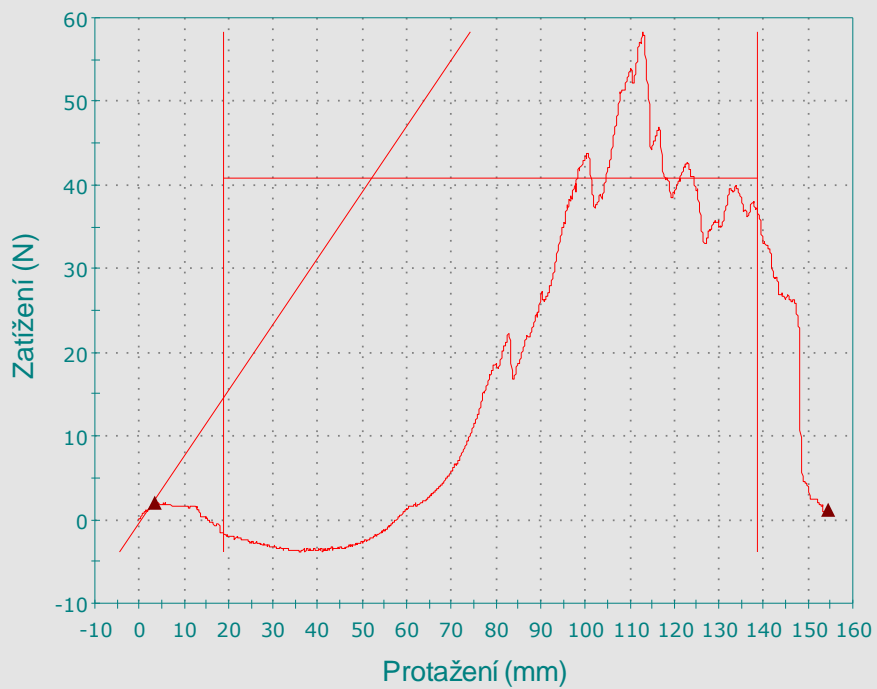
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



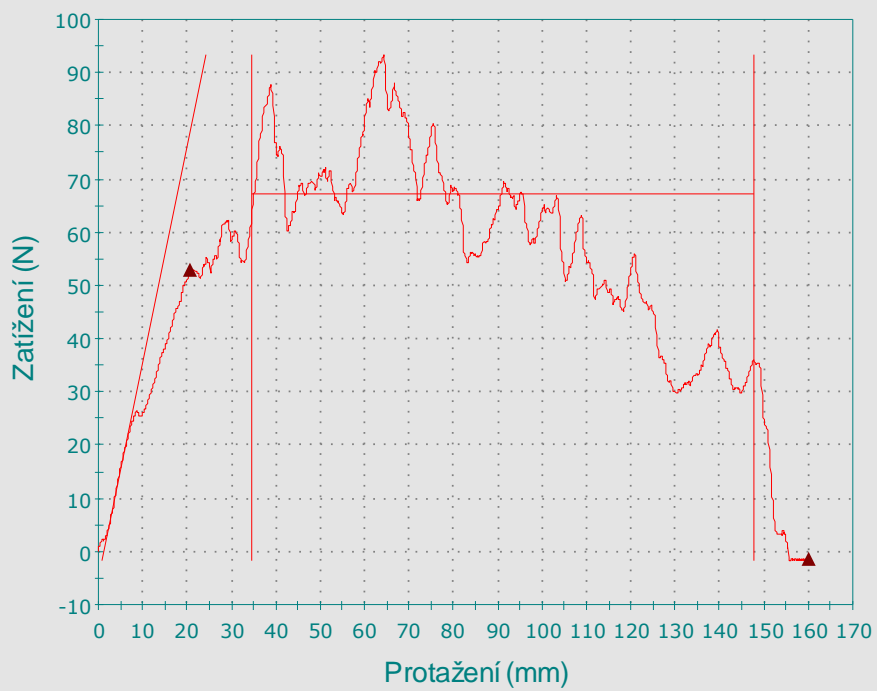
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



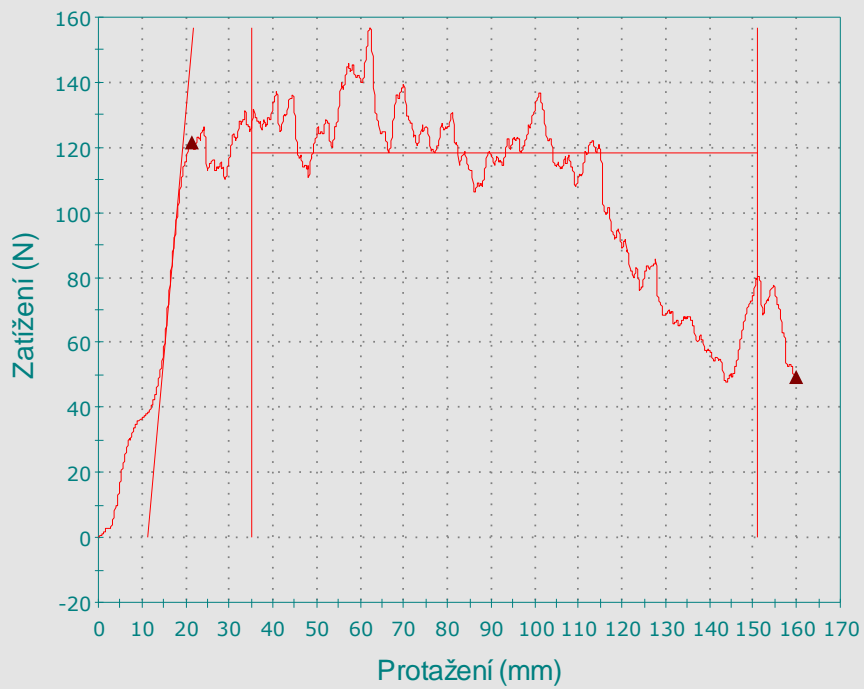
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



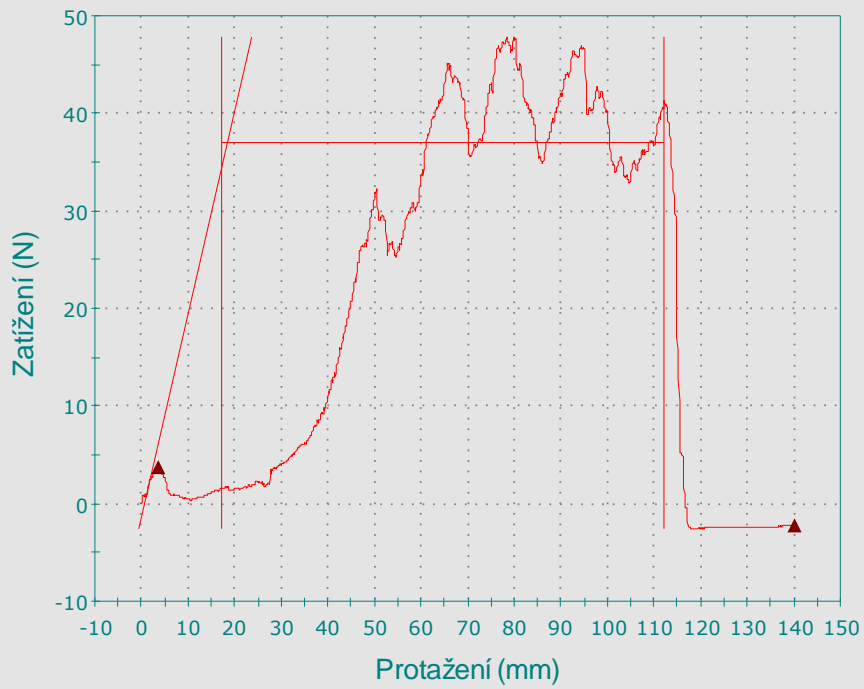
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



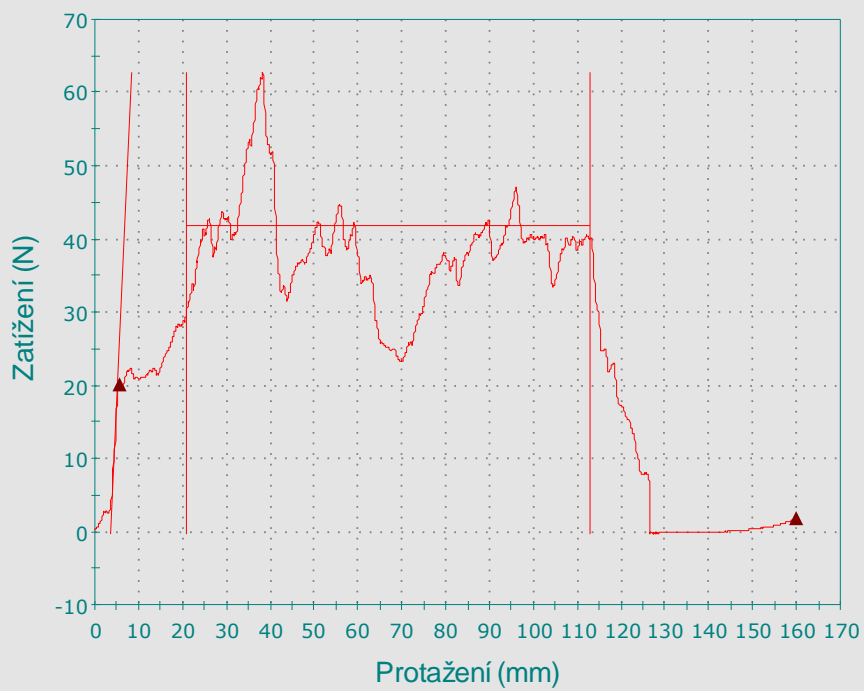
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1

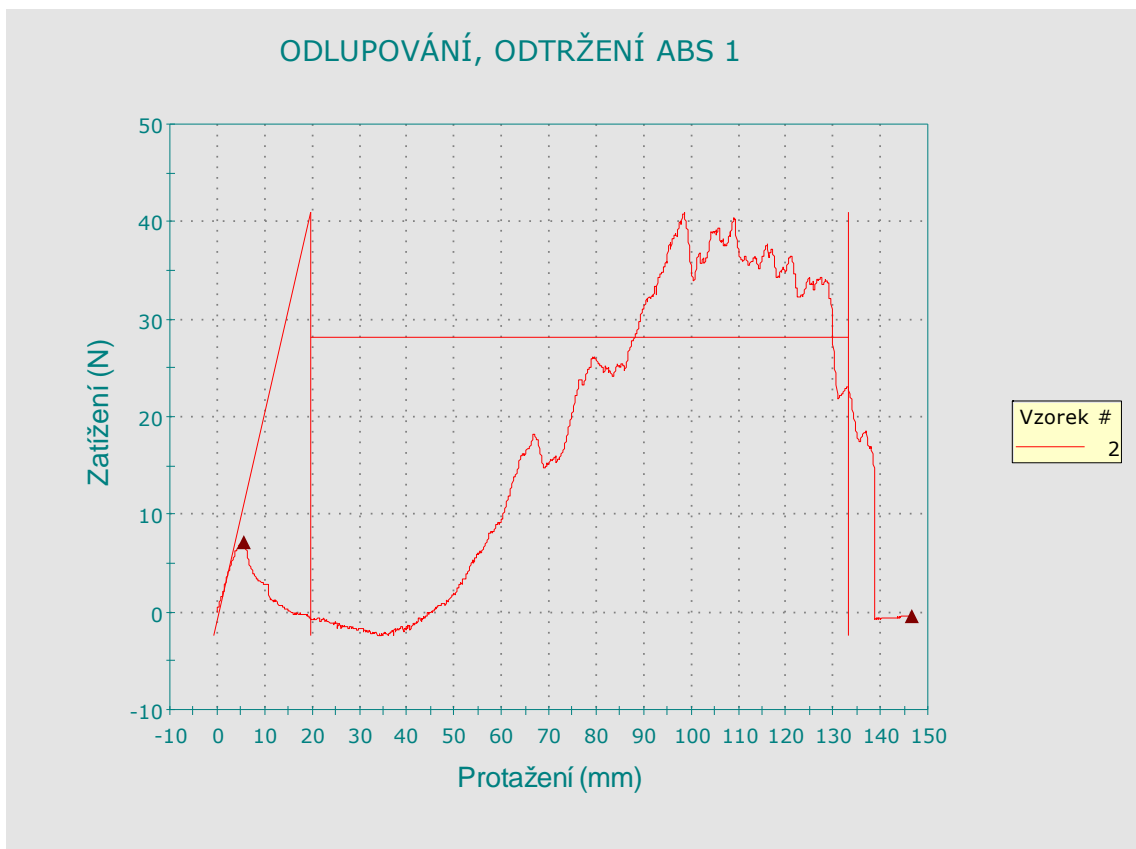
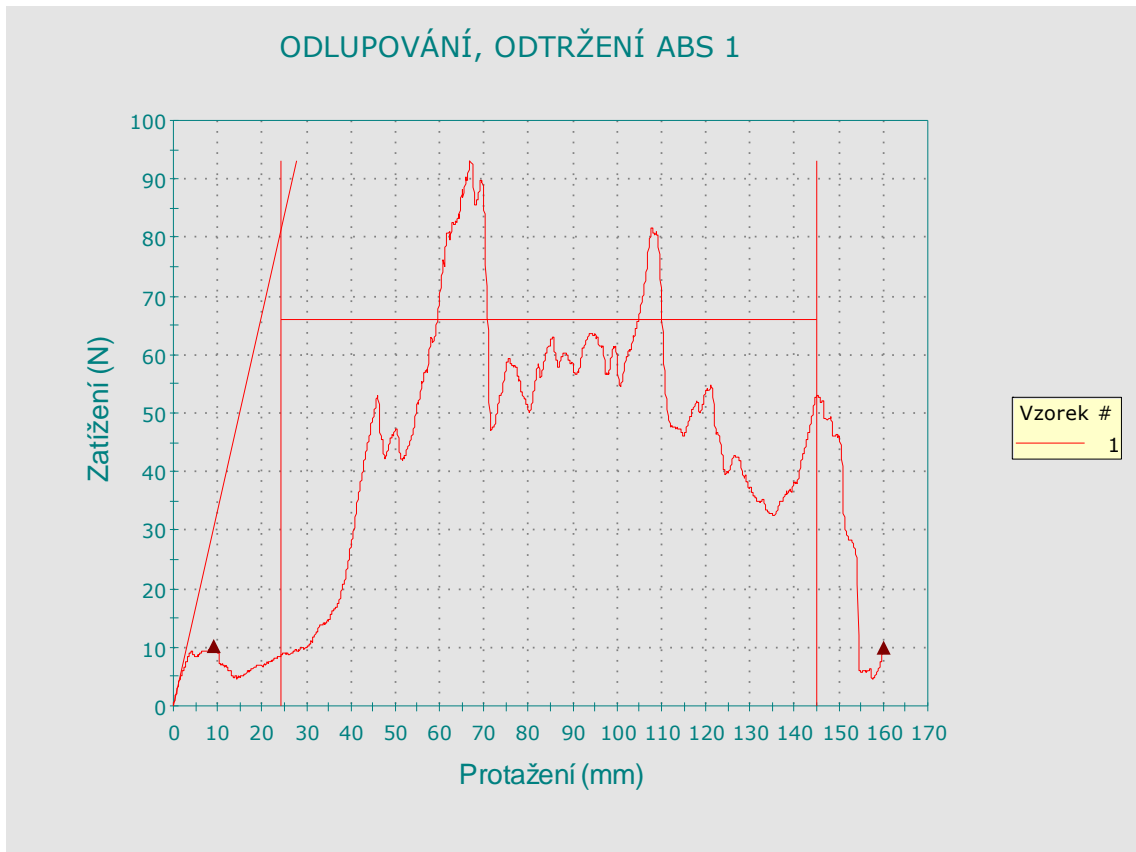


ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1

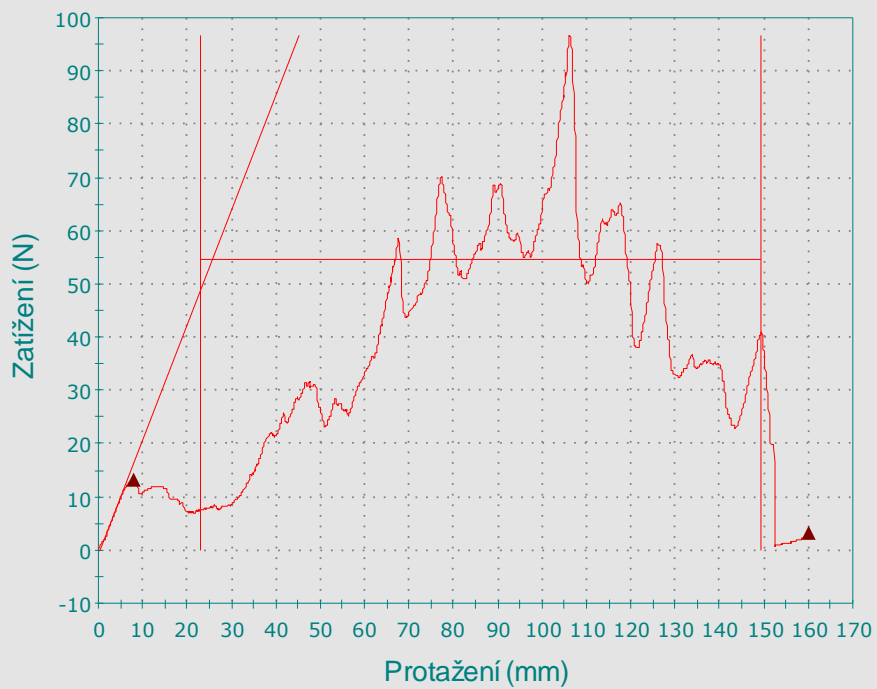


	Označení vzorku	Zatížení při porušení (Standardní) (N)	Průměr Zatížení při průměrné hodnotě (5 špičky + poklesy) (N)	Medián špiček při průměrné hodnotě (N)	Počet špiček při průměrné hodnotě	Rozsah špiček při průměrné hodnotě (N)	Protažení při odlupování při porušení (Standardní) (mm)
1		< -1,47	36,51998	44,70	> 34	45,32891	126,00
2		< -0,74	33,30338	33,61	> 22	74,30239	151,33
3		> 7,64	55,37964	55,39	> 29	42,33265	160,04
4		> 44,71	71,76774	75,12	> 30	82,15801	160,21
5		> 12,02	78,59795	79,94	> 26	67,50825	160,18
6		> 3,16	62,16506	57,78	> 26	79,30636	160,04
7		> 1,17	40,71316	40,06	> 12	35,99565	154,61
8		< -1,53	67,04875	68,80	> 25	57,42465	160,21
9		< -2,39	33,11247	36,69	> 18	49,15021	117,75
10		> 49,24	118,22806	123,03	> 32	94,70401	160,08
11		< -2,24	37,07385	40,44	> 26	45,53343	140,17
12		> 1,71	41,68853	40,61	> 23	29,11657	160,12
Průměr		9,27	56,29988	58,01	> 25	58,57176	150,89
Maximum		49,24	118,22806	123,03	34	94,70401	160,21
Minimum		-2,39	33,11247	33,61	12	29,11657	117,75
Medián		1,44	48,53409	50,04	> 26	53,28743	160,04
Směrodatná odchylka		18,15	25,23735	25,73	6,06218	20,66076	14,91

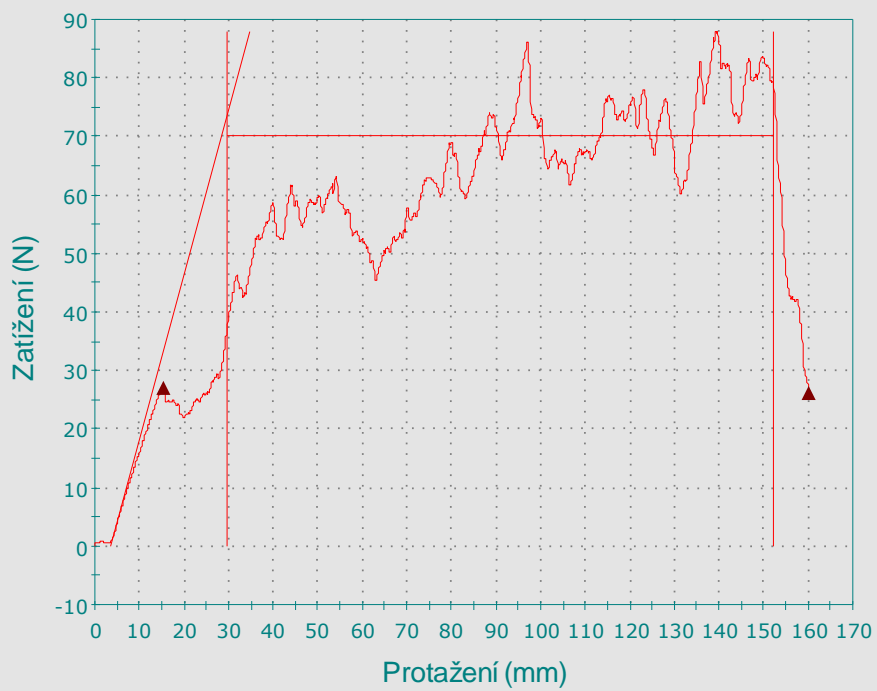
15.1. Výstupy měření - 30 °C



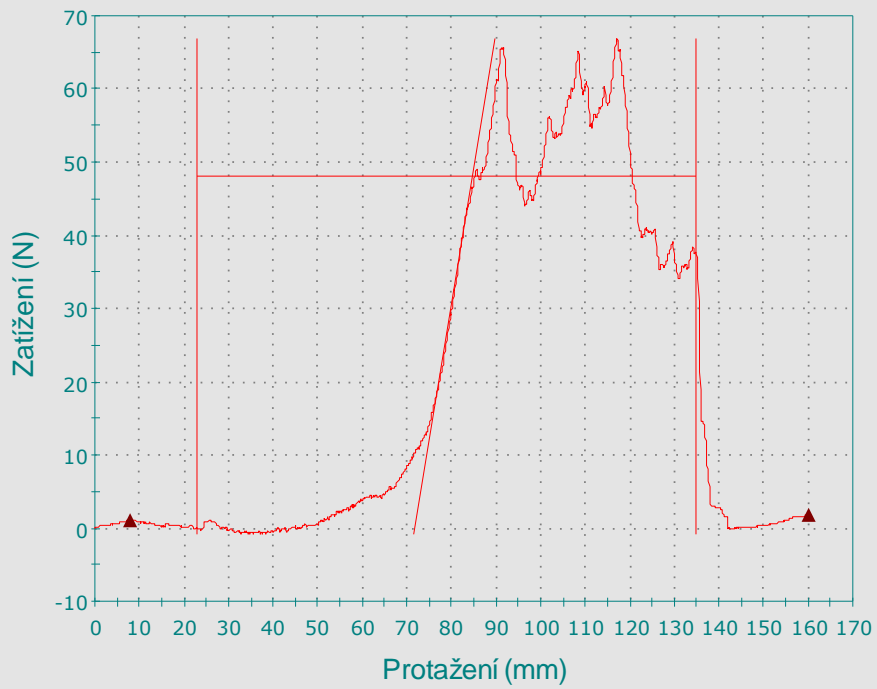
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



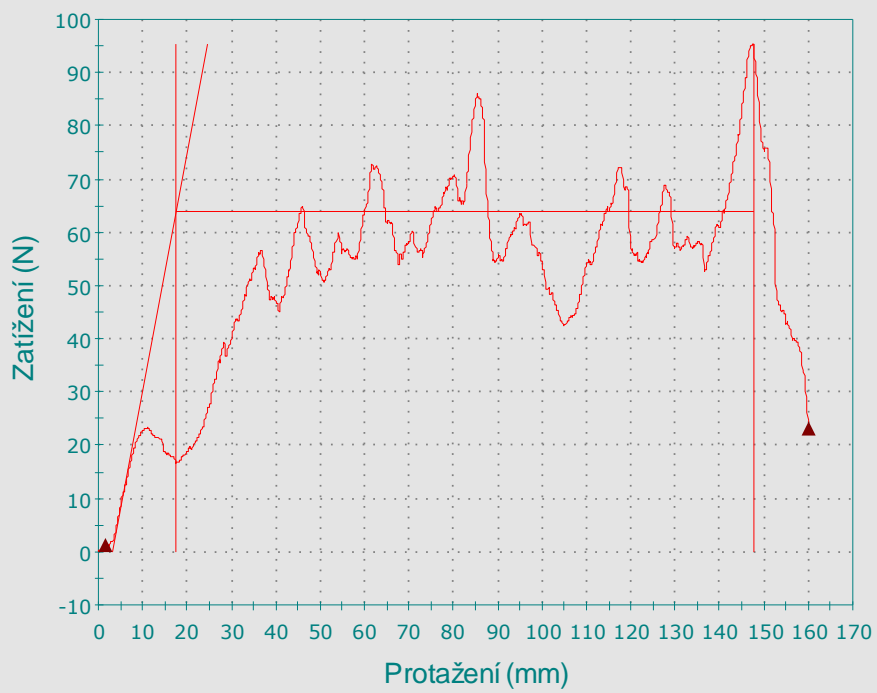
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



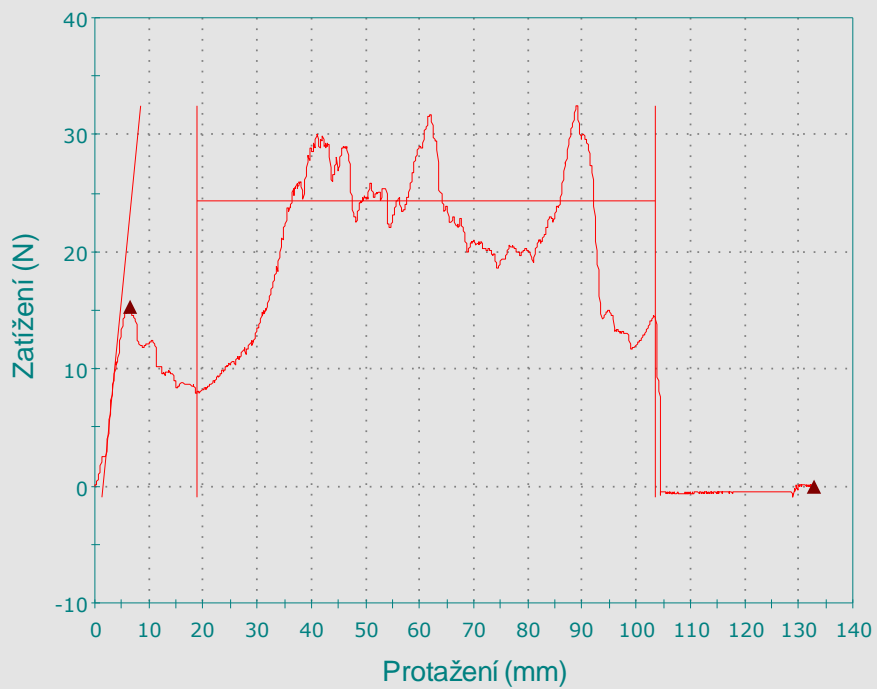
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



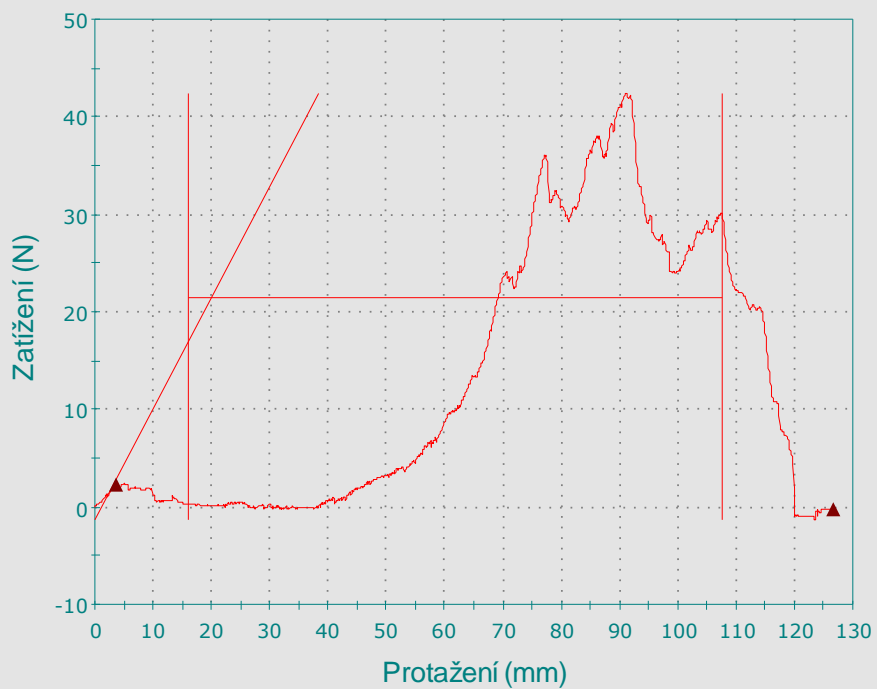
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



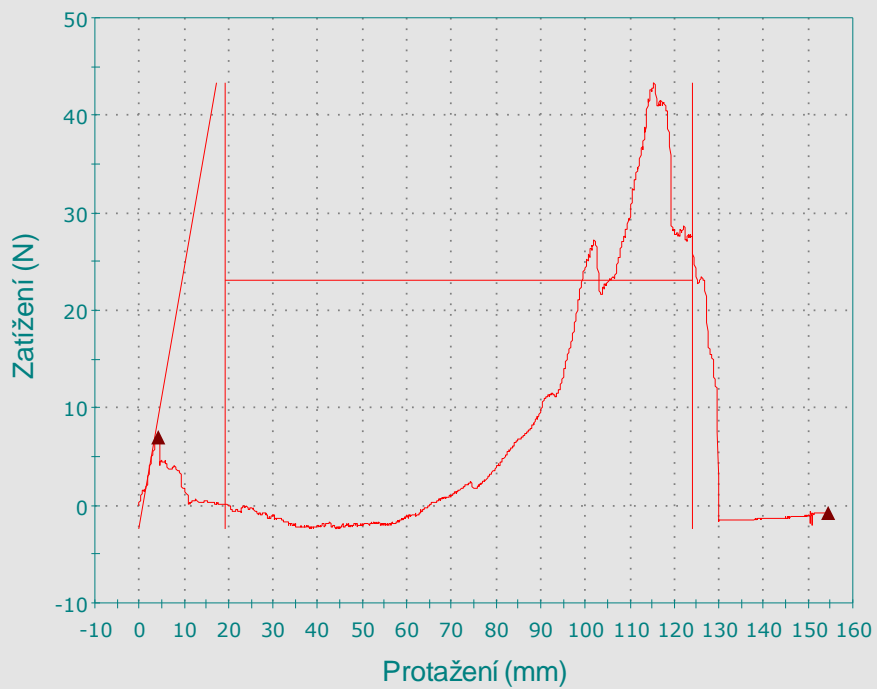
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1

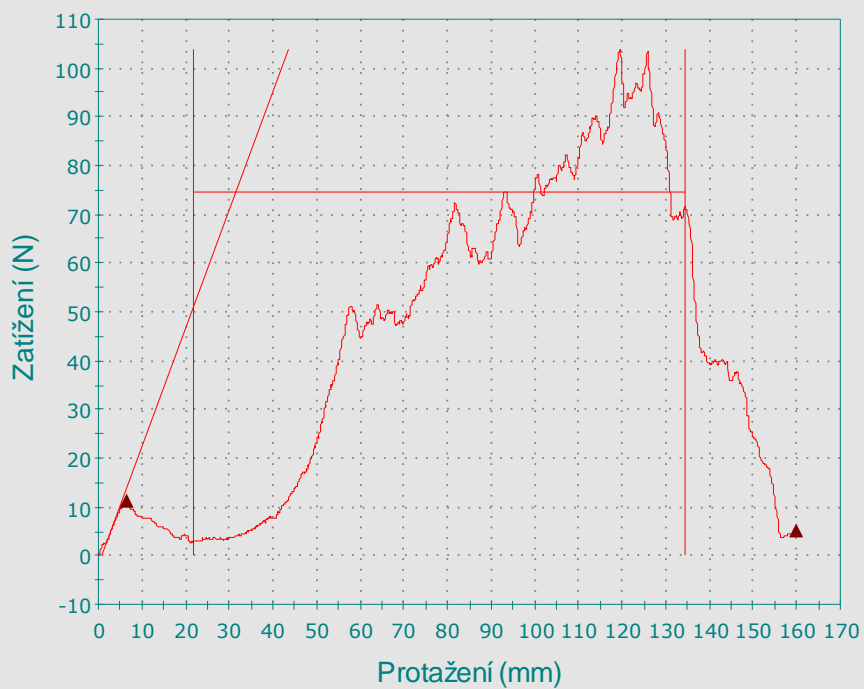


ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



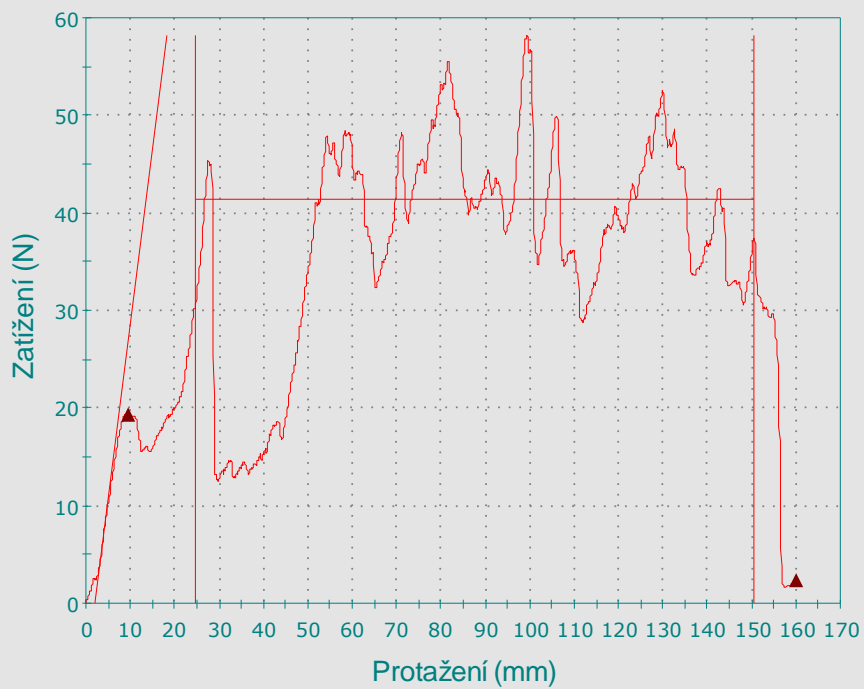
Vzorek #
9

ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1

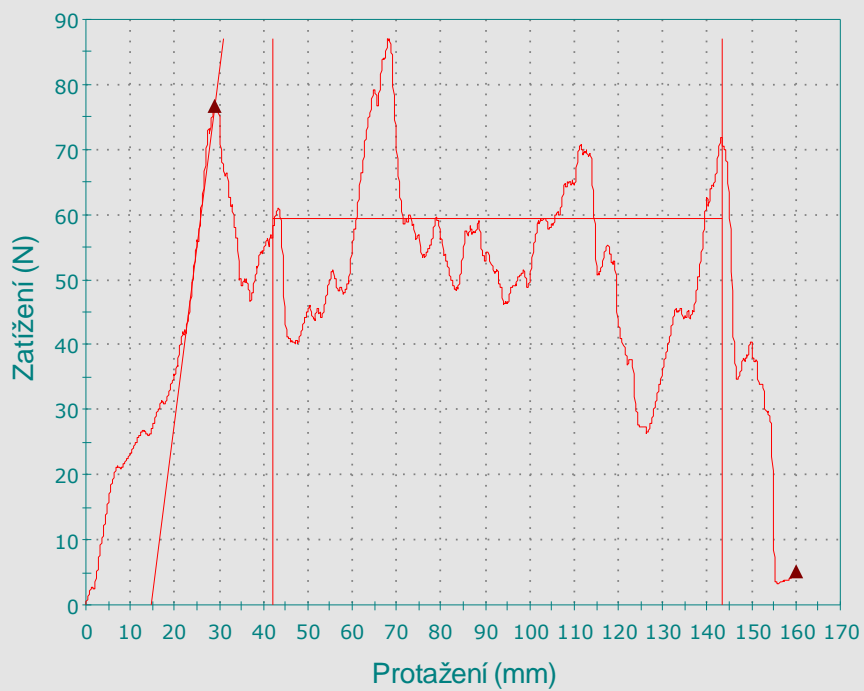


Vzorek #
10

ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1

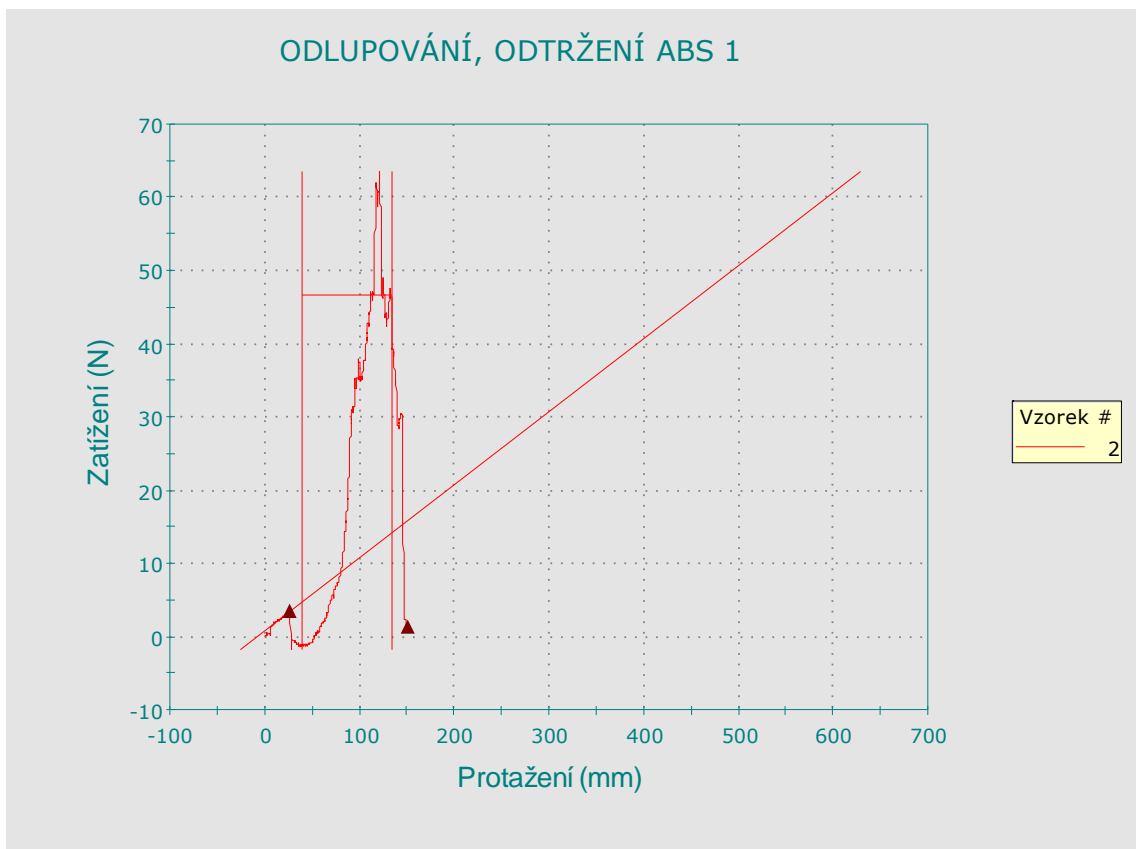
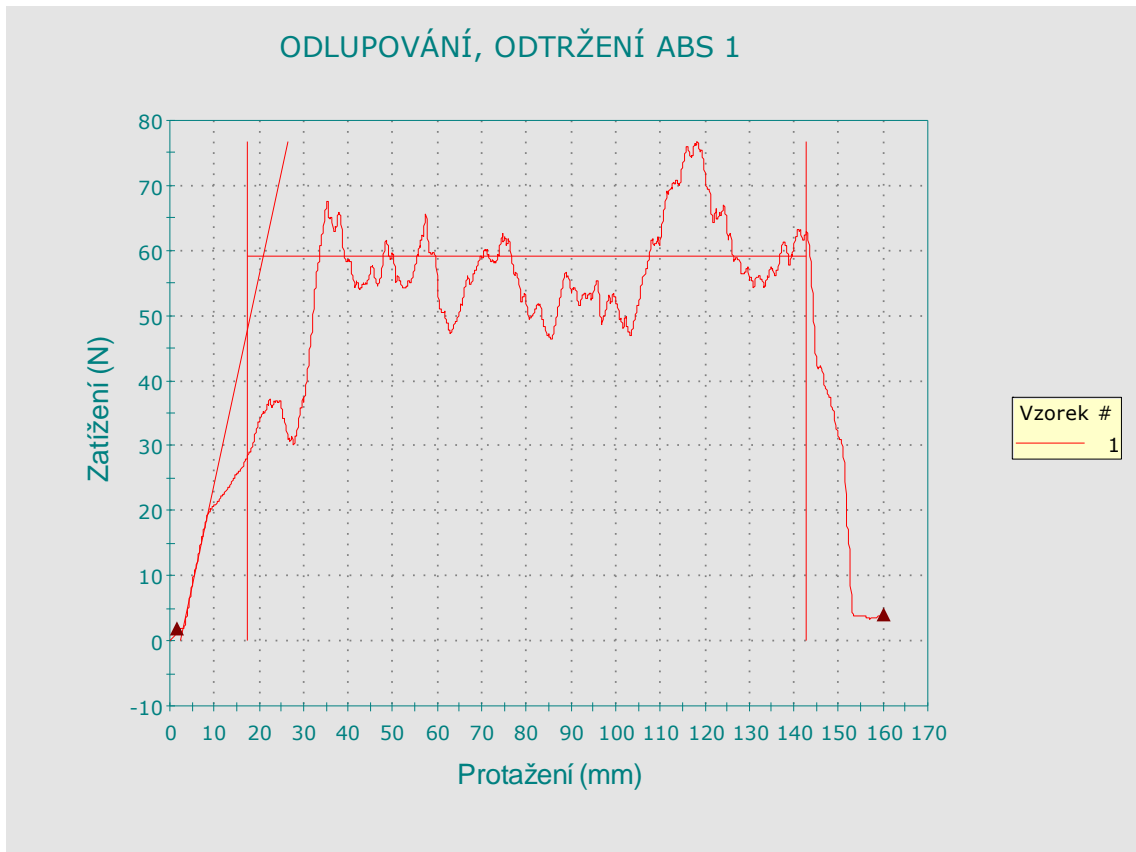


ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1

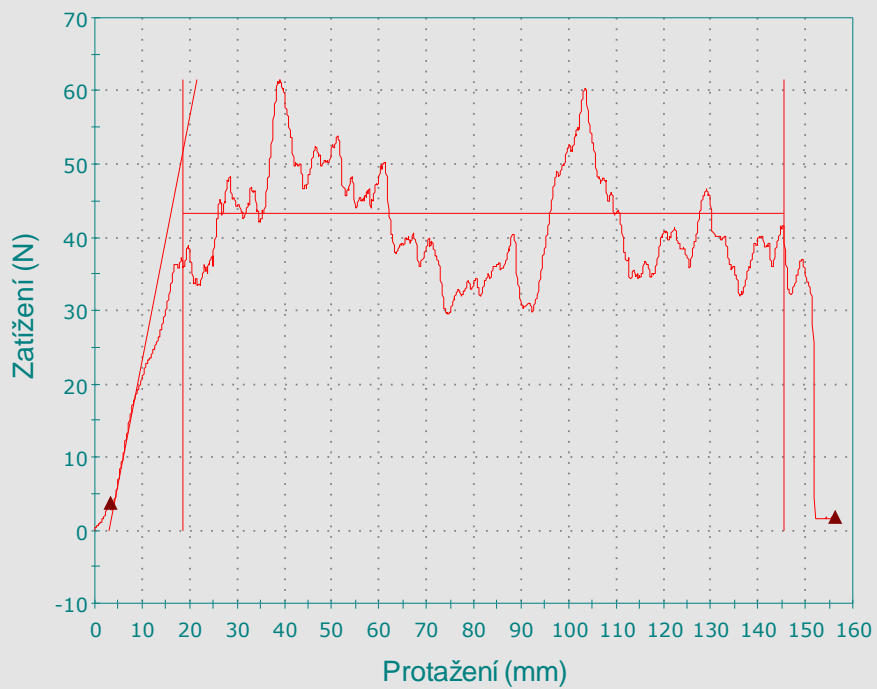


	Označení vzorku	Zatížení při porušení (Standardní) (N)	Průměr Zatížení při průměrné hodnotě (5 špičky + poklesy) (N)	Medián špiček při průměrné hodnotě (N)	Počet špiček při průměrné hodnotě	Rozsah špiček při průměrné hodnotě (N)	Protažení při odlupování při porušení (Standardní) (mm)
1		> 9,99	66,03193	62,11	> 18	50,21910	160,22
2		< -0,40	28,19240	34,31	> 29	42,78813	146,49
3		> 3,09	54,66269	58,09	> 18	71,13353	160,15
4		> 26,08	70,00249	68,53	> 30	41,52653	160,25
5		> 1,79	48,07671	47,88	> 14	65,70953	160,00
6		> 23,19	63,78147	60,23	> 21	56,02386	160,08
7		> 0,01	24,30594	25,38	> 31	20,70368	133,00
8		< -0,20	21,45909	26,30	> 20	42,18466	126,58
9		< -0,81	23,10265	27,78	> 9	45,16659	154,54
10		> 5,03	74,58115	73,50	> 22	55,26342	160,03
11		> 2,27	41,30013	44,36	> 31	43,66447	160,08
12		> 5,22	59,27374	58,71	> 22	41,69062	160,05
Průměr		6,27	47,89753	48,93	> 22	48,00618	153,46
Maximum		26,08	74,58115	73,50	31	71,13353	160,25
Minimum		-0,81	21,45909	25,38	9	20,70368	126,58
Medián		2,68	51,36970	52,98	> 22	44,41553	160,04
Směrodatná odchylka		9,13	19,67734	17,11	7,03832	13,09219	11,85

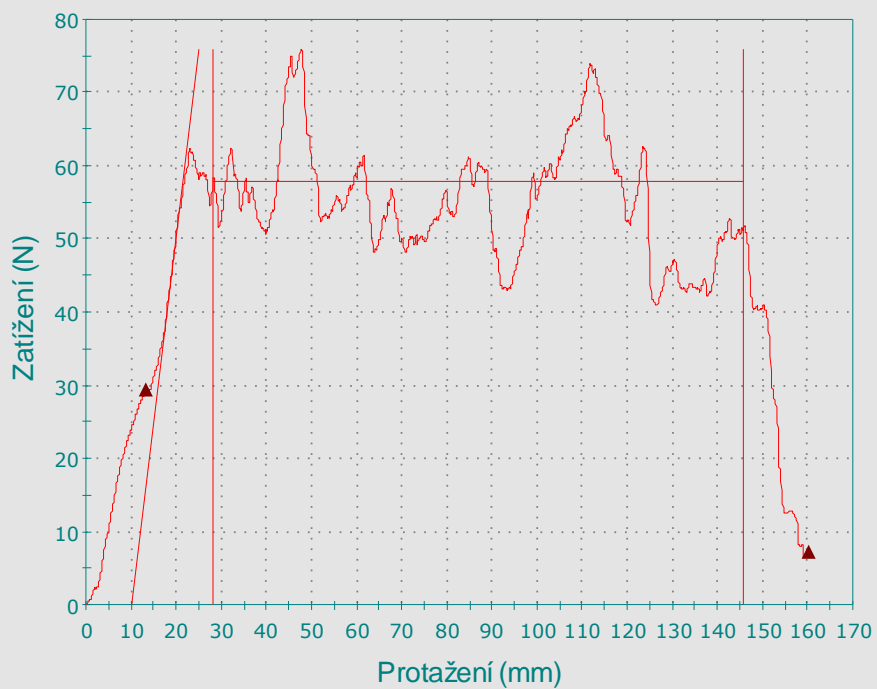
15.2. Výstupy měření - 40 °C



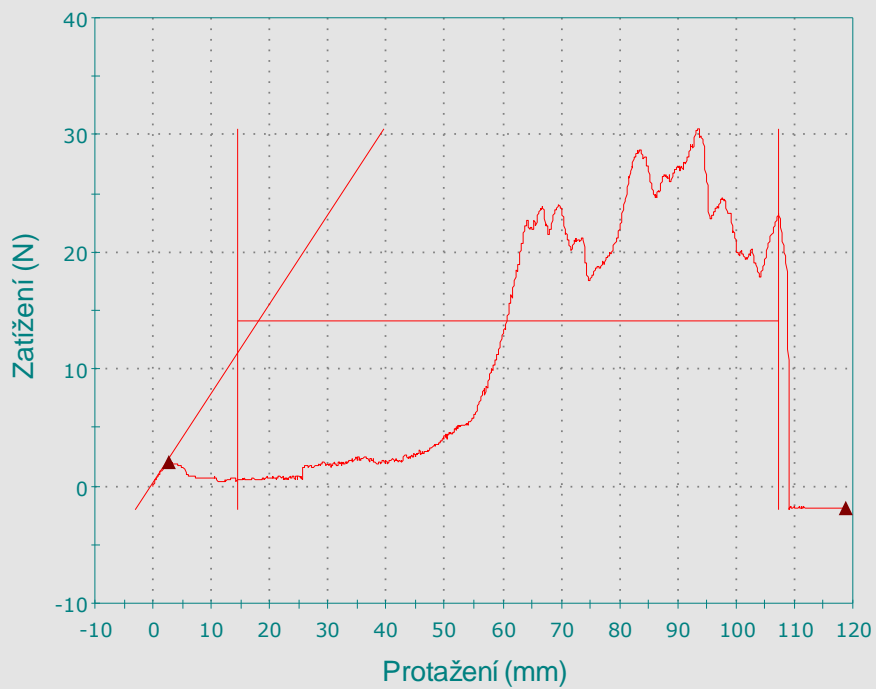
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1

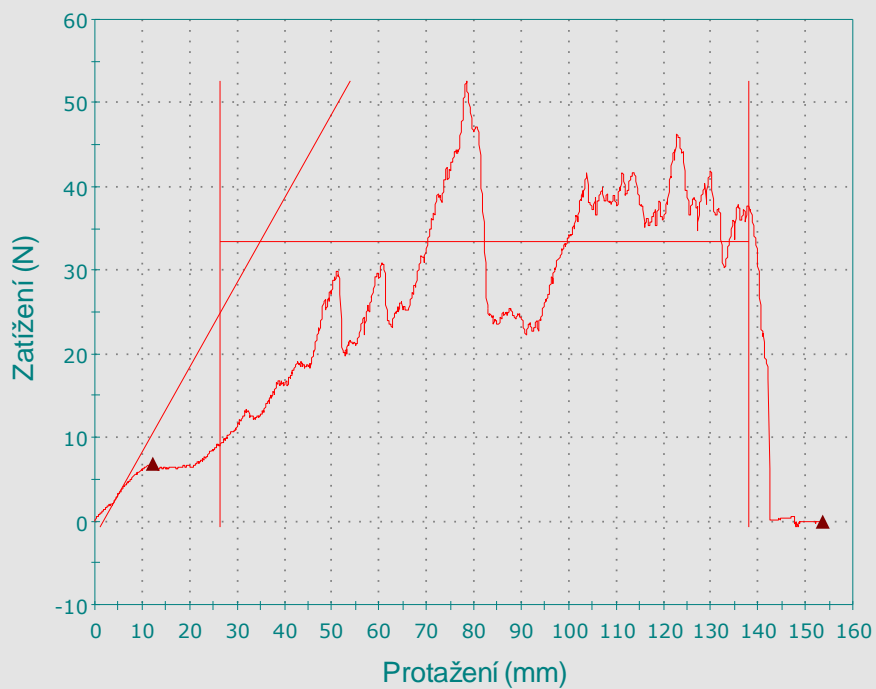


ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



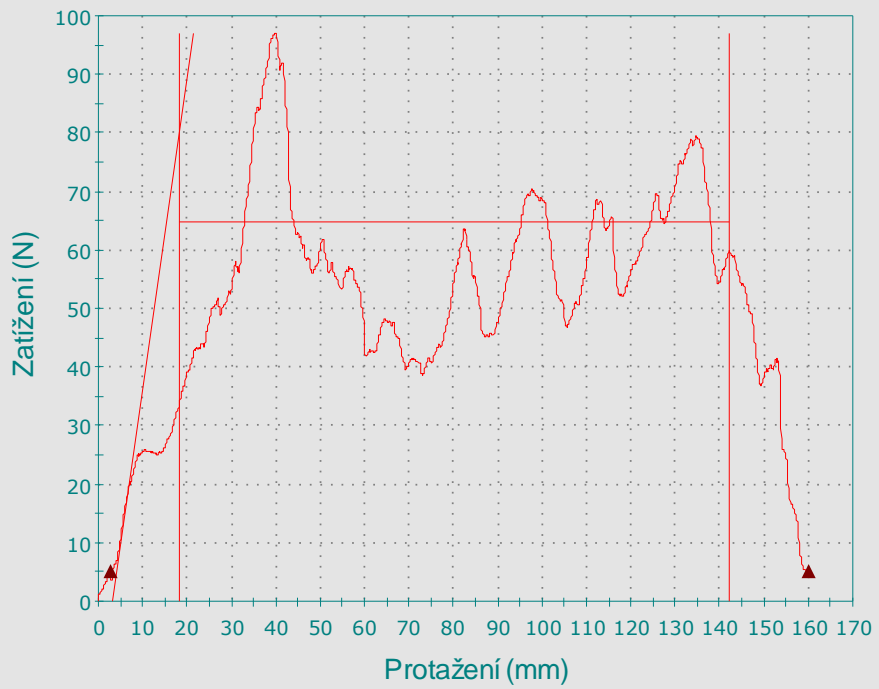
Vzorek #
5

ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1

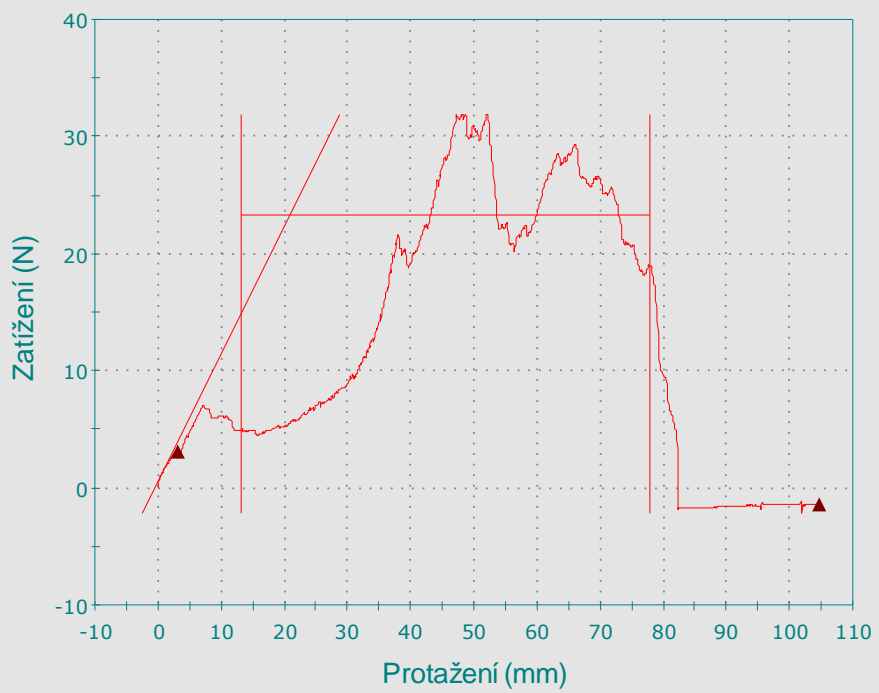


Vzorek #
6

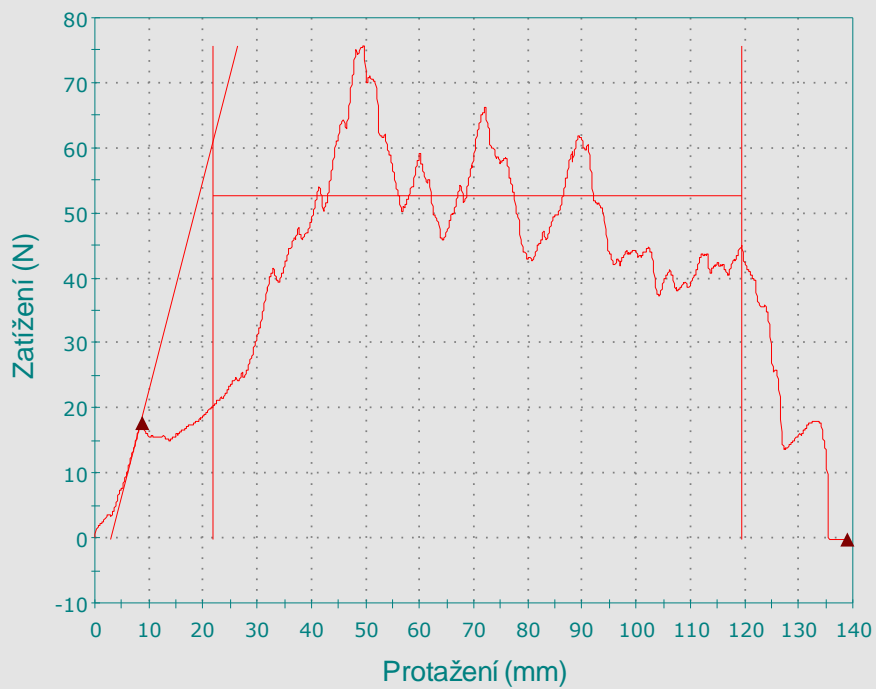
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



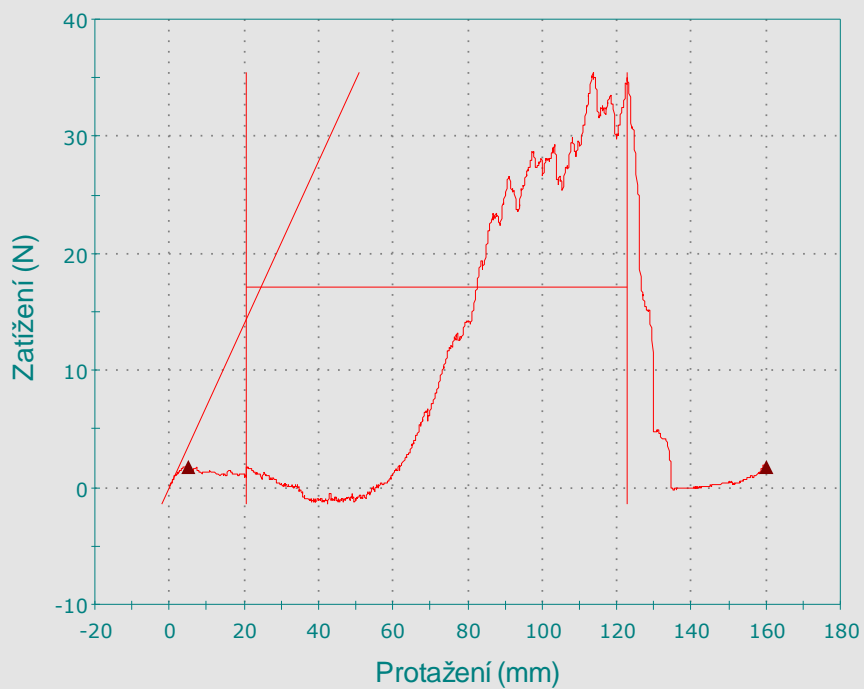
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



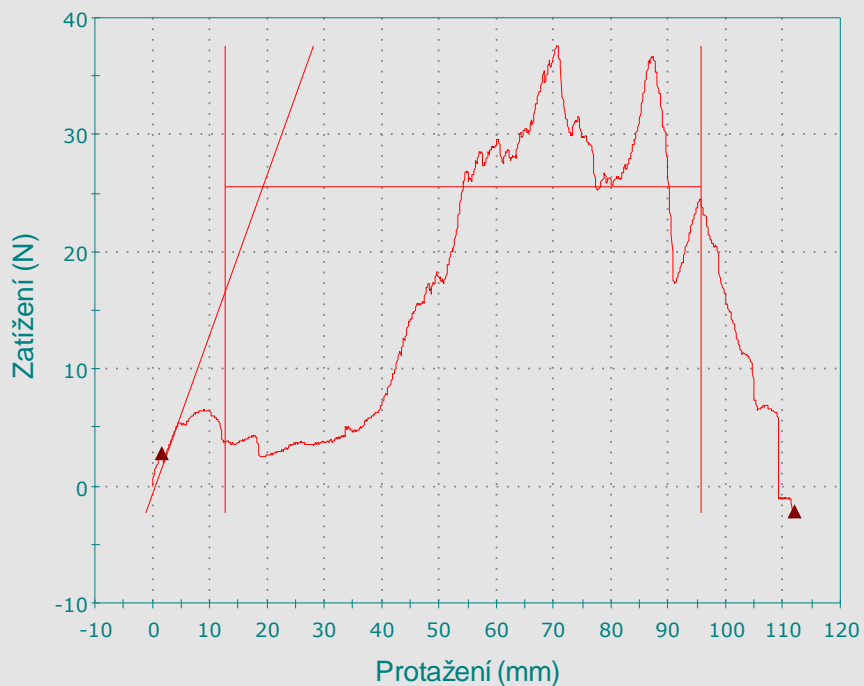
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



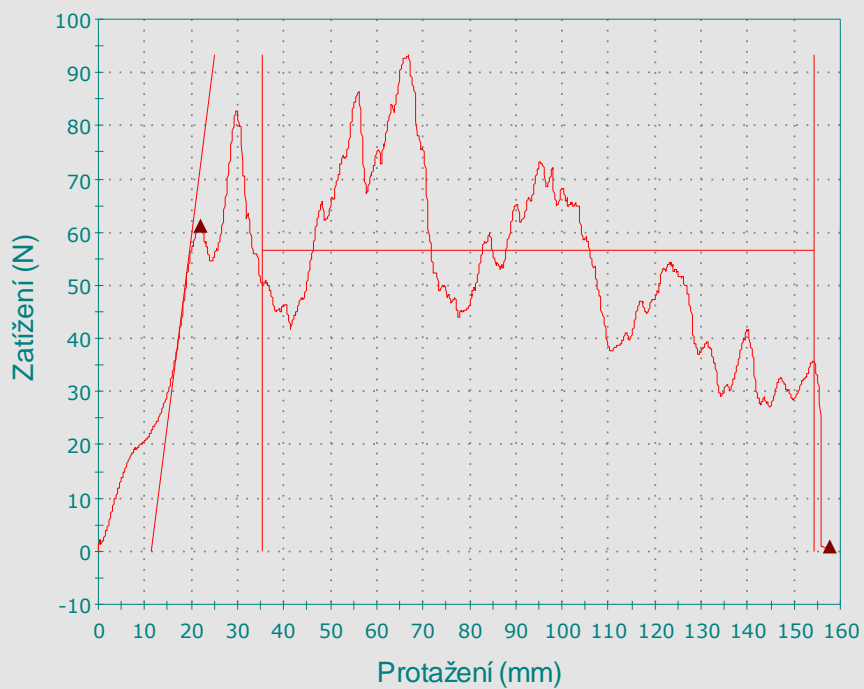
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1

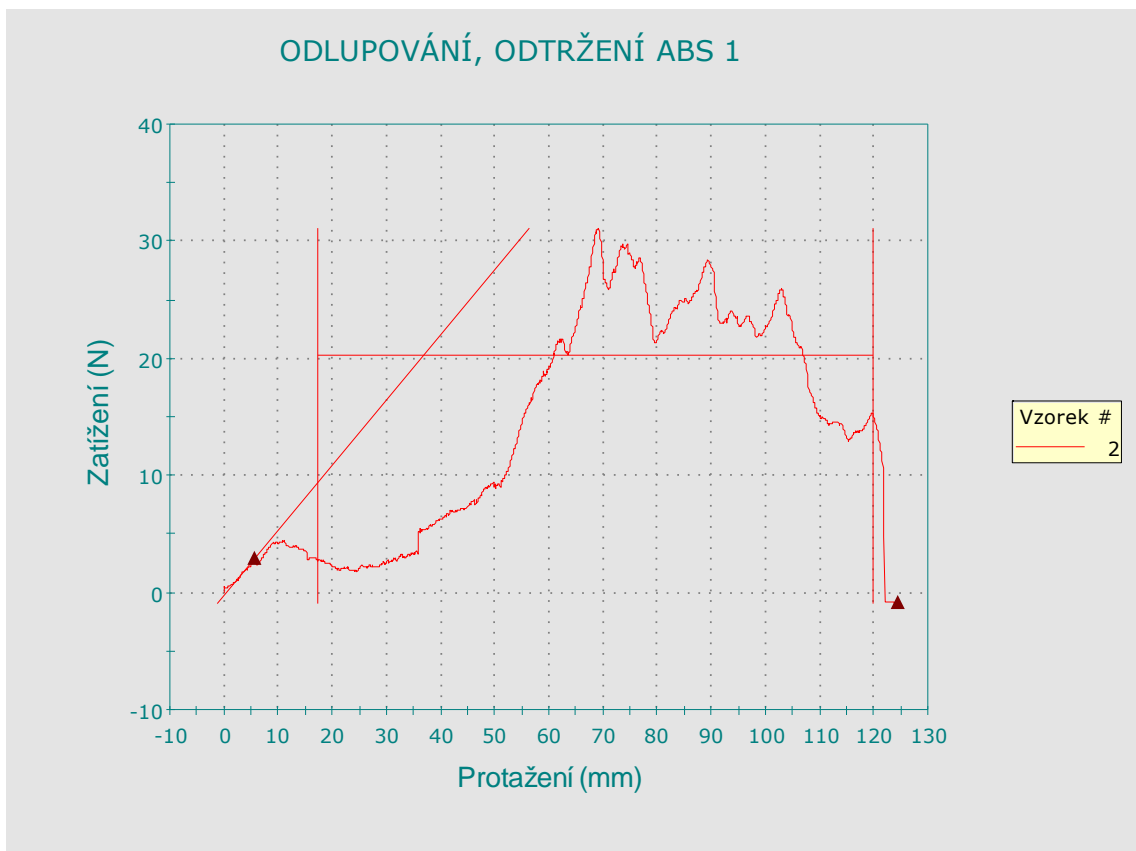
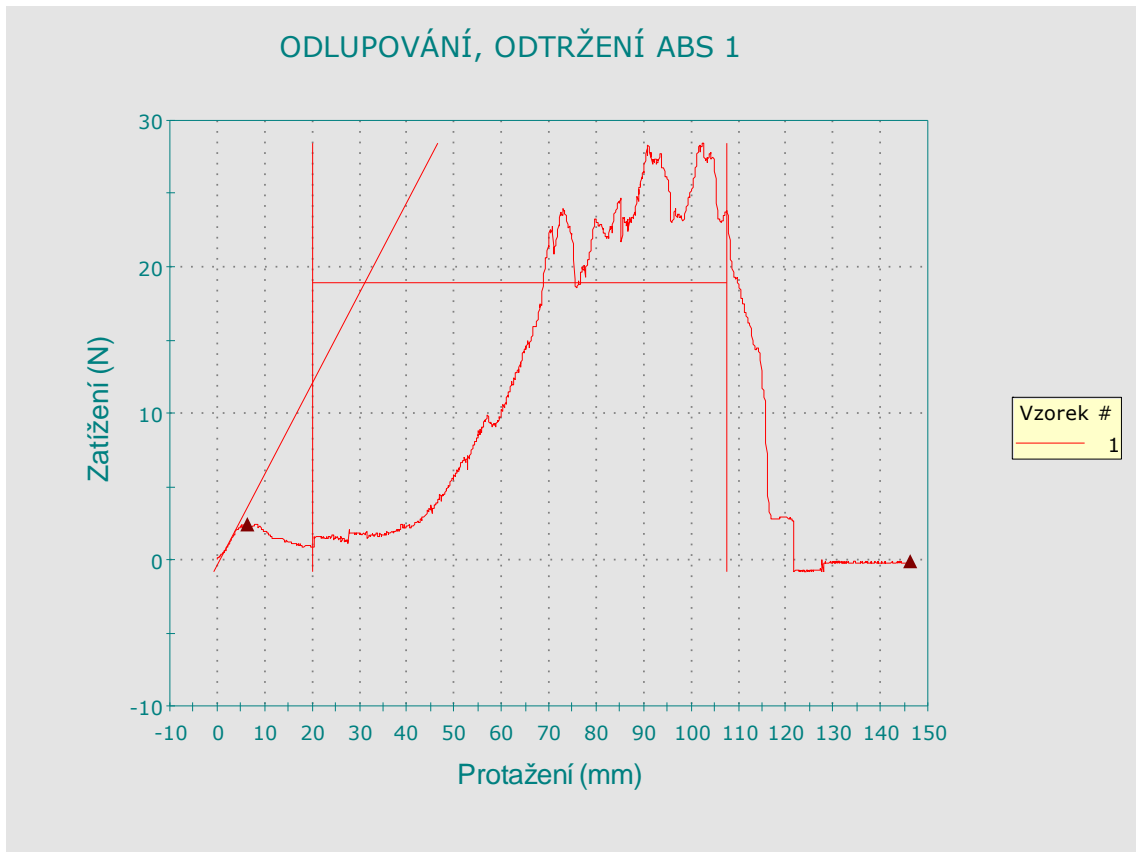


ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1

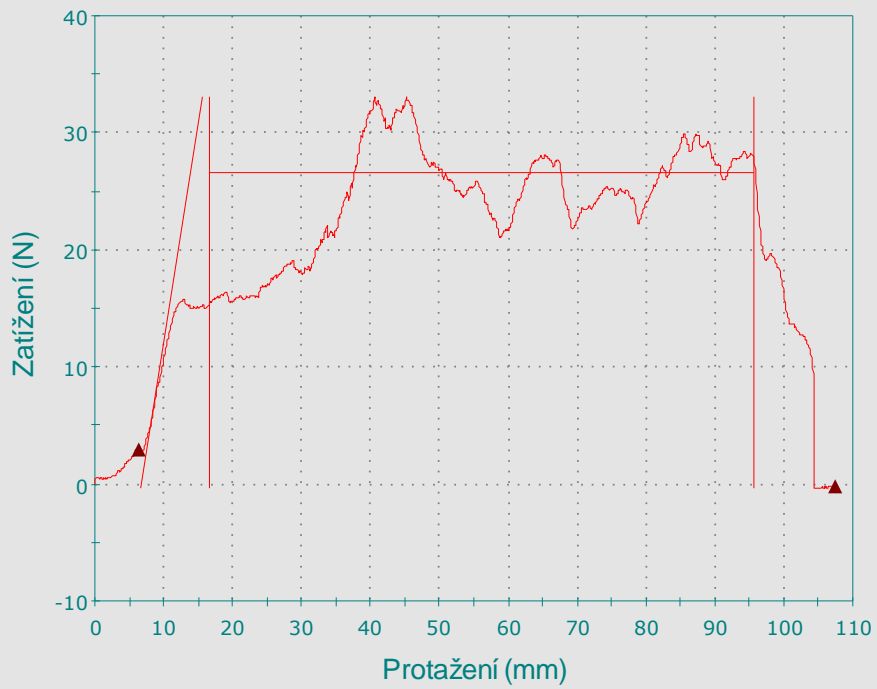


	Označení vzorku	Zatížení při porušení (Standardní) (N)	Průměr Zatížení při průměrné hodnotě (5 špičky + poklesy) (N)	Medián špiček při průměrné hodnotě (N)	Počet špiček při průměrné hodnotě	Rozsah špiček při průměrné hodnotě (N)	Protažení při odlupování při porušení (Standardní) (mm)
1		> 3,98	59,11564	59,64	> 37	39,72846	160,28
2		> 1,23	46,73901	47,13	> 9	32,06885	150,29
3		> 1,87	43,17178	40,92	> 37	30,54135	156,43
4		> 7,28	57,92579	58,26	> 28	32,04696	160,21
5		< -1,85	14,06240	18,23	> 28	29,71261	118,92
6		< -0,13	33,50410	36,86	> 46	39,29268	153,67
7		> 5,11	64,62672	62,71	> 18	55,69395	160,00
8		< -1,43	23,26226	24,16	> 24	24,97338	104,83
9		< -0,17	52,65328	53,90	> 21	50,15419	138,94
10		> 1,79	17,15318	23,43	> 28	36,23383	160,16
11		< -2,22	25,49598	27,49	> 19	33,34853	112,15
12		> 1,09	56,75650	54,23	> 21	64,22346	157,58
Průměr		1,38	41,20555	42,25	> 26	39,00152	144,46
Maximum		7,28	64,62672	62,71	46	64,22346	160,28
Minimum		-2,22	14,06240	18,23	9	24,97338	104,83
Medián		1,16	44,95539	44,02	> 26	34,79118	155,05
Směrodatná odchylka		2,89	17,83660	15,92	10,03932	11,79549	20,71

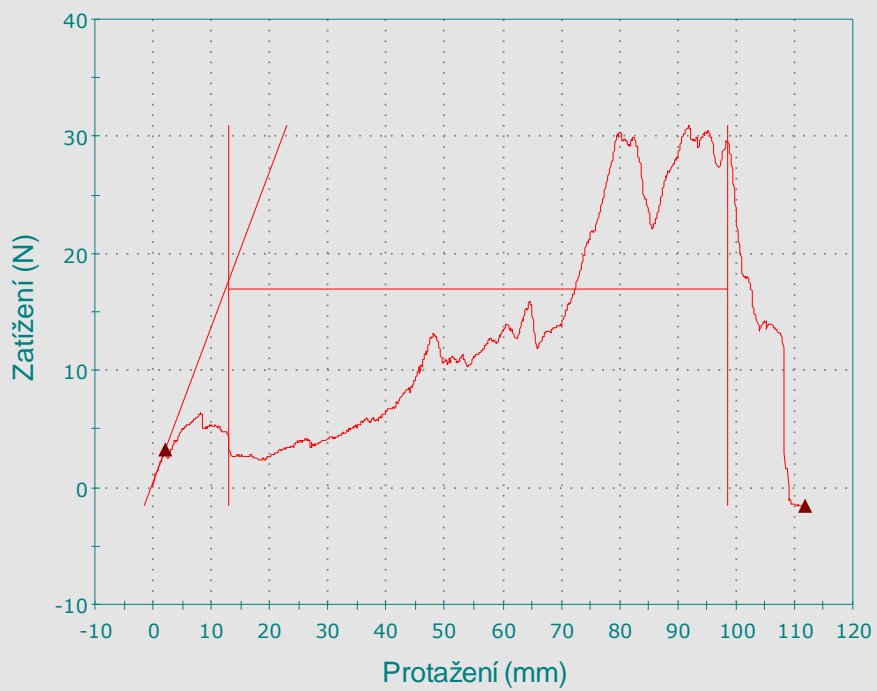
15.3. Výstupy měření - 50 °C



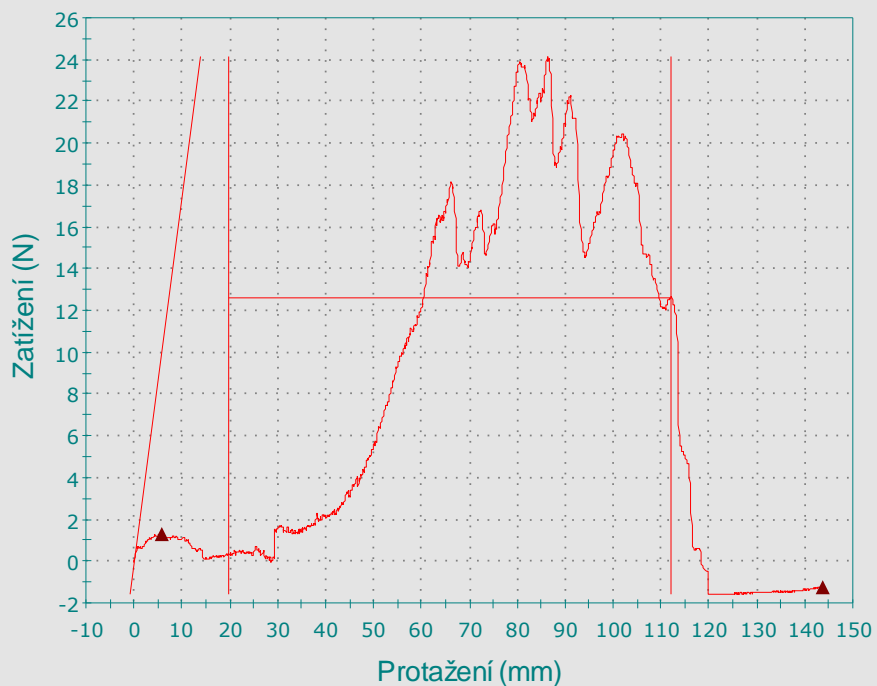
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1

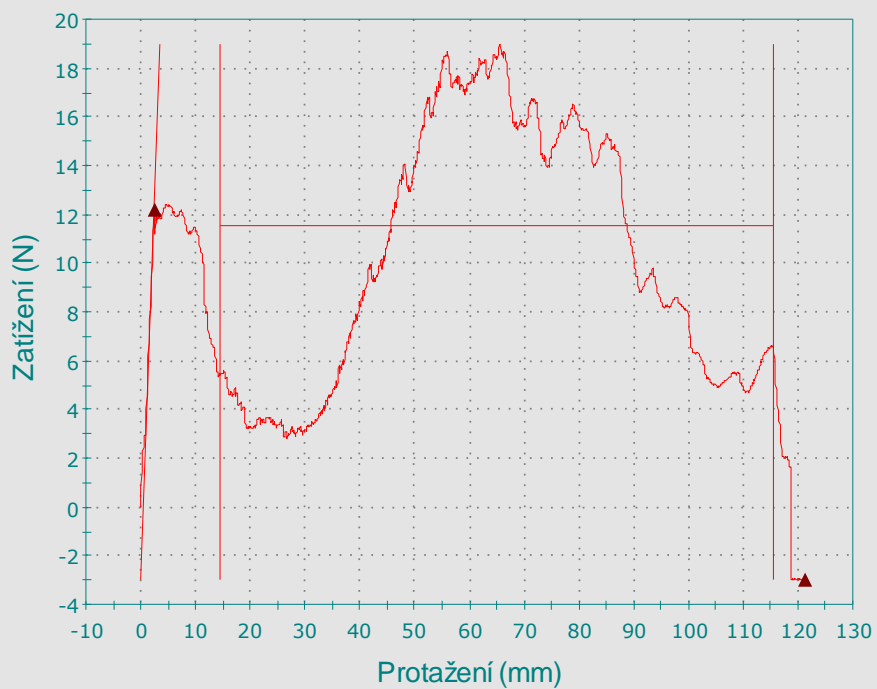


ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



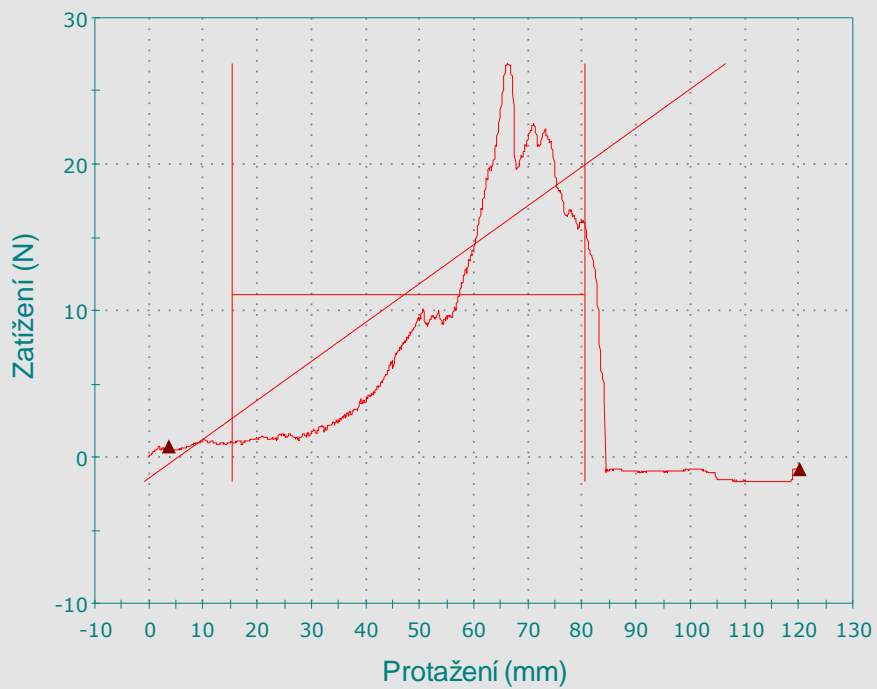
Vzorek #
5

ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1

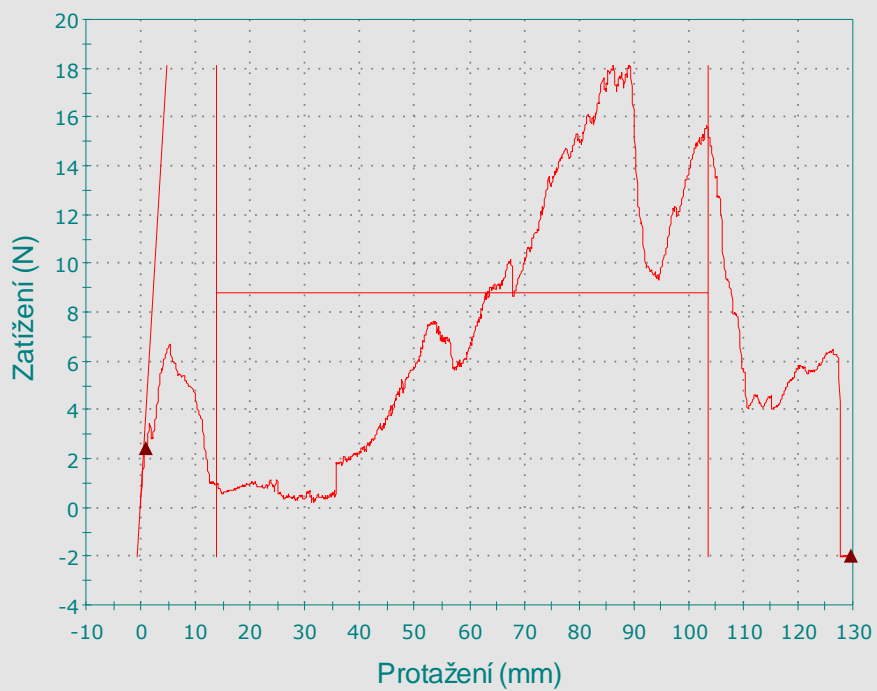


Vzorek #
6

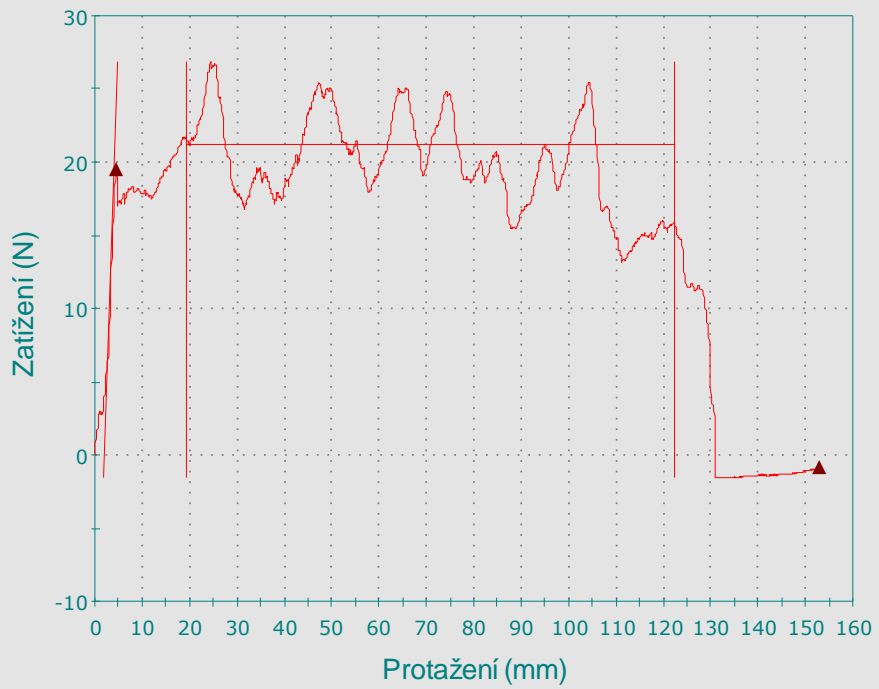
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



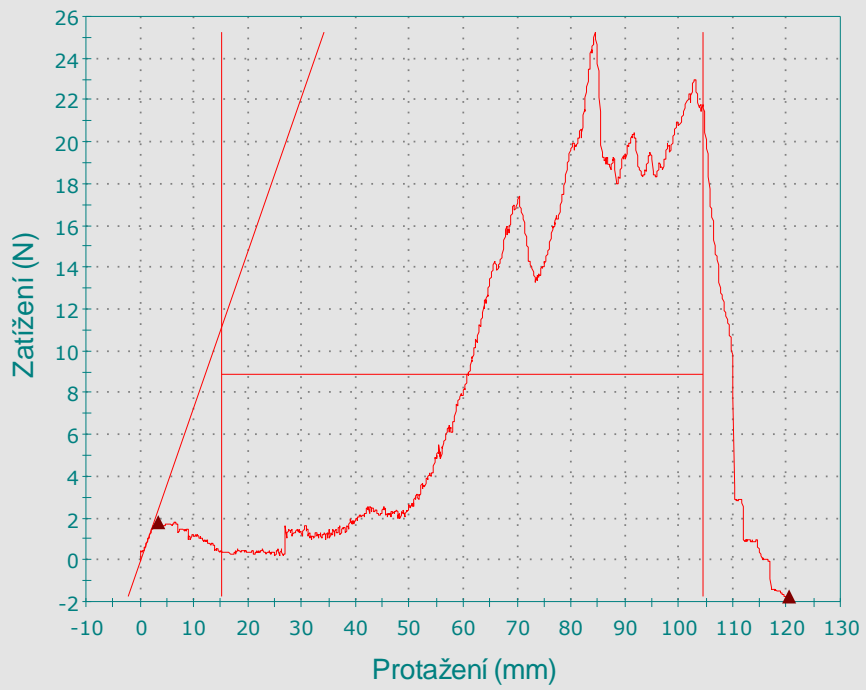
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



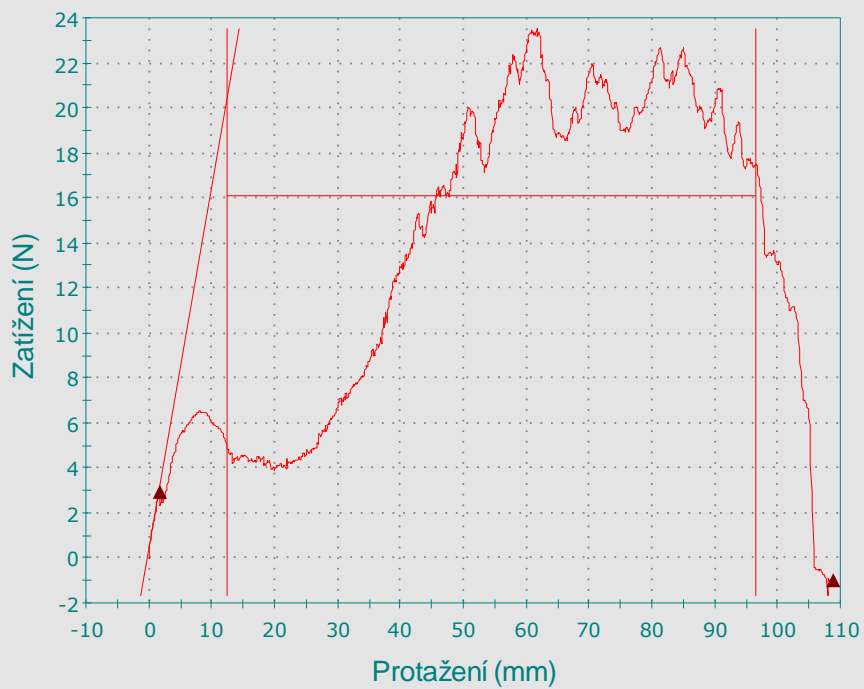
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1

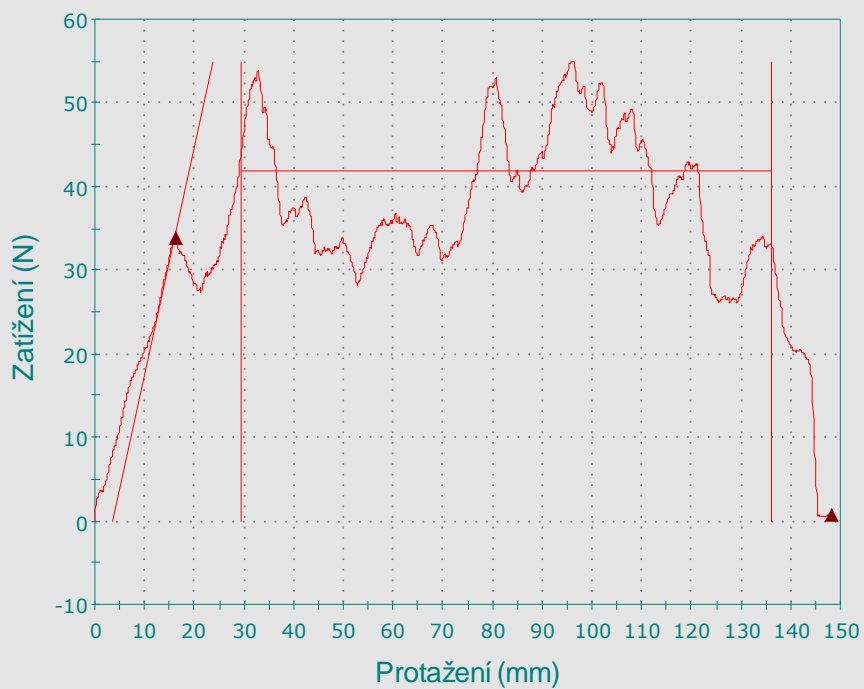


ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



Vzorek #
11

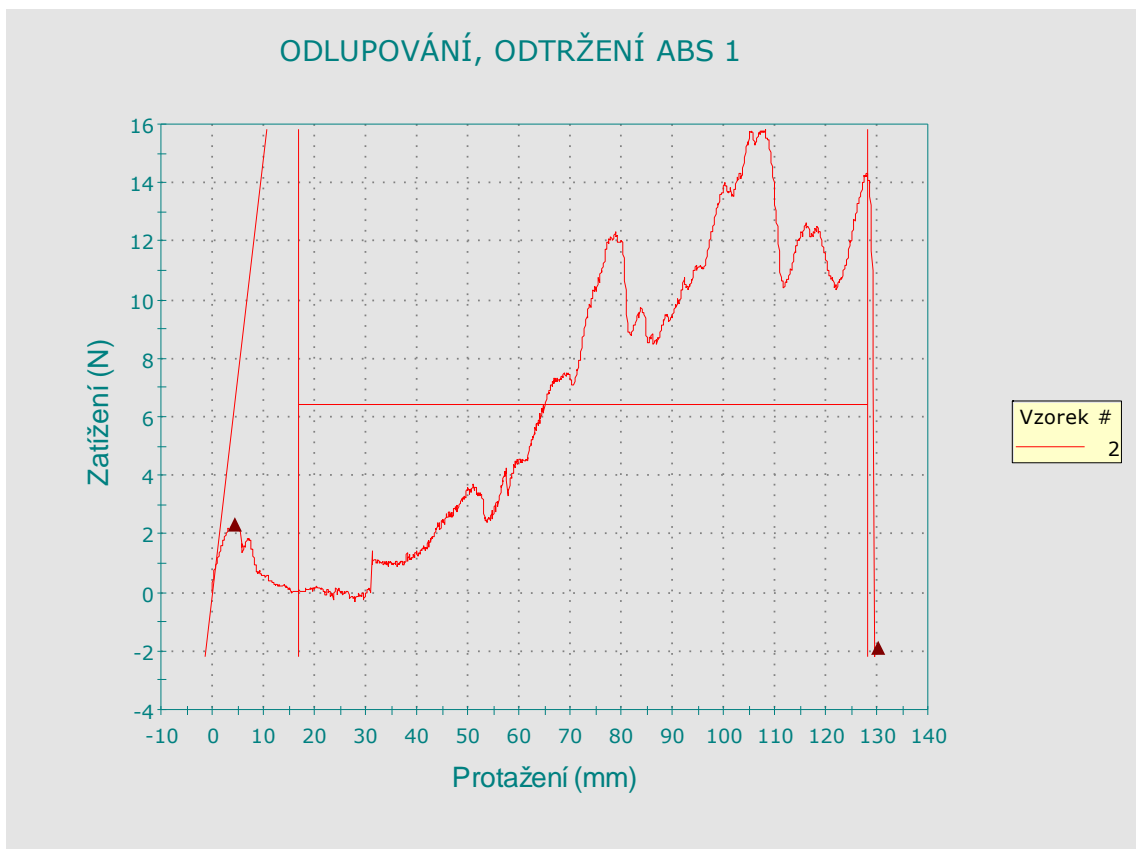
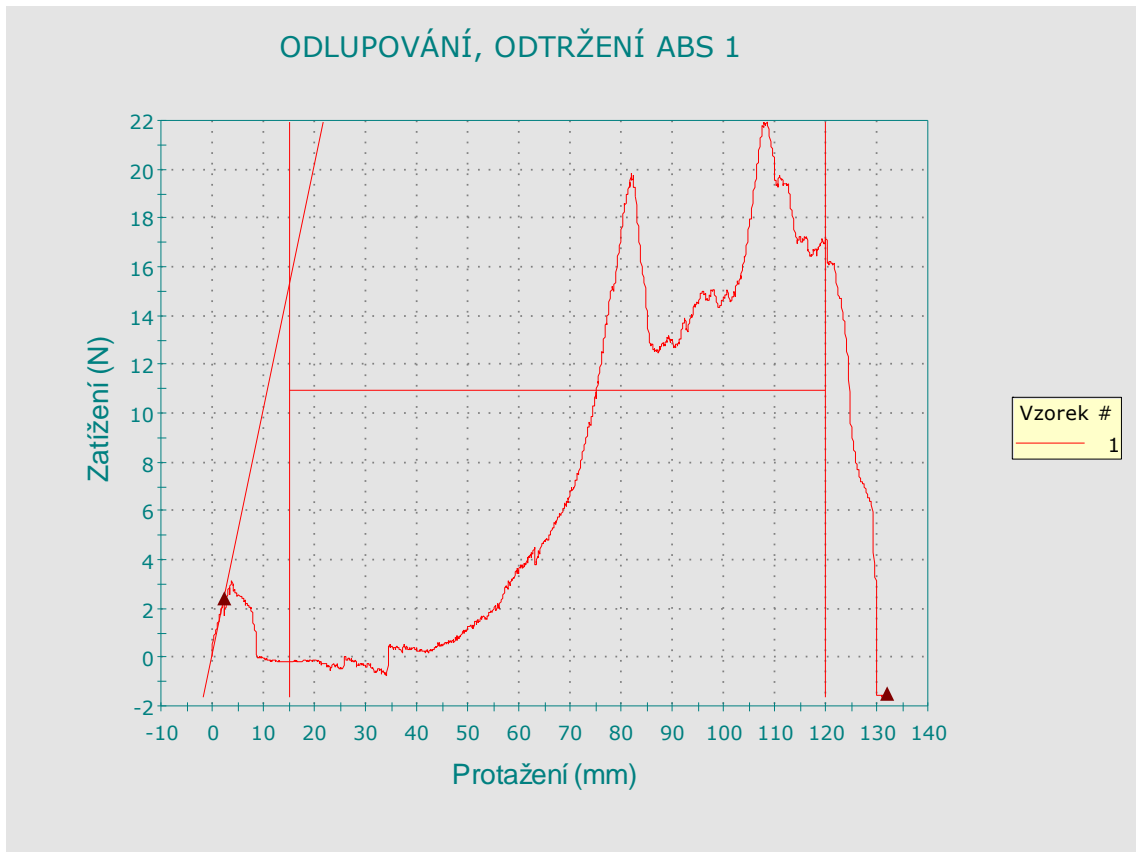
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



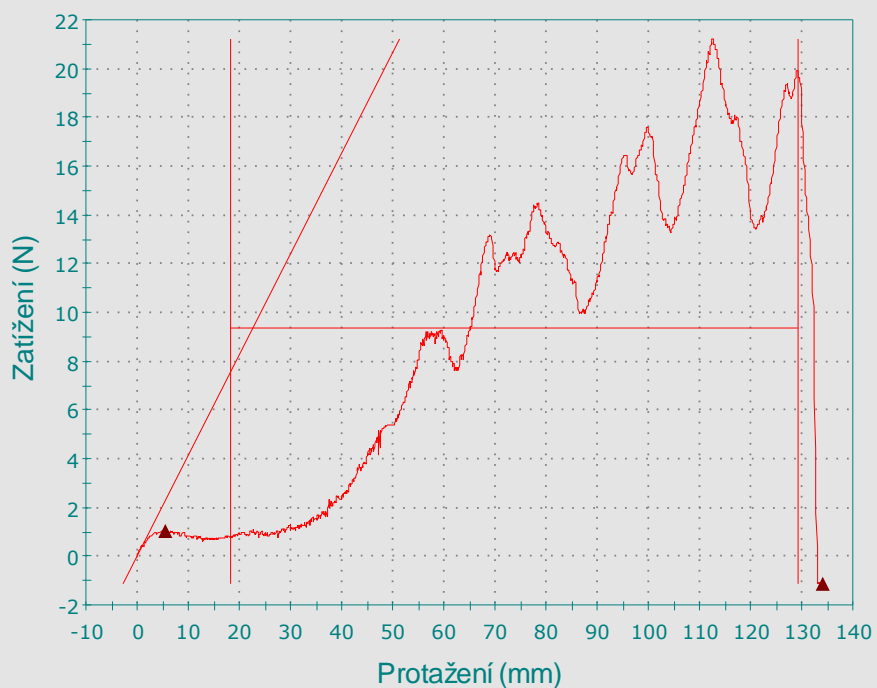
Vzorek #
12

	Označení vzorku	Zatížení při porušení (Standardní) (N)	Průměr Zatížení při průměrné hodnotě (5 špičky + poklesy) (N)	Medián špiček při průměrné hodnotě (N)	Počet špiček při průměrné hodnotě	Rozsah špiček při průměrné hodnotě (N)	Protažení při odlupování při porušení (Standardní) (mm)
1		< -0,18	18,93419	23,23	> 32	26,83804	146,25
2		< -0,86	20,21870	23,41	> 19	28,72059	124,56
3		< -0,24	26,54962	27,31	> 24	16,65684	107,40
4		< -1,49	16,90219	12,96	> 18	27,16138	111,75
5		< -1,26	12,56076	16,27	> 22	23,58409	143,92
6		< -2,96	11,56527	12,84	> 52	15,91057	121,46
7		< -0,84	11,13235	10,03	> 16	25,46415	120,33
8		< -1,99	8,79344	8,36	> 44	17,63148	129,69
9		< -0,88	21,25682	20,69	> 23	11,68266	152,92
10		< -1,71	8,89289	3,14	> 37	24,72605	120,61
11		< -1,01	16,10928	18,67	> 42	19,35857	108,98
12		> 0,68	41,91810	41,80	> 23	27,99766	148,10
Průměr		-1,06	17,90280	18,23	> 29	22,14434	128,00
Maximum		0,68	41,91810	41,80	52	28,72059	152,92
Minimum		-2,96	8,79344	3,14	16	11,68266	107,40
Medián		-0,94	16,50573	17,47	> 24	24,15507	123,01
Směrodatná odchylka		0,94	9,30345	10,22	11,79625	5,64893	16,05

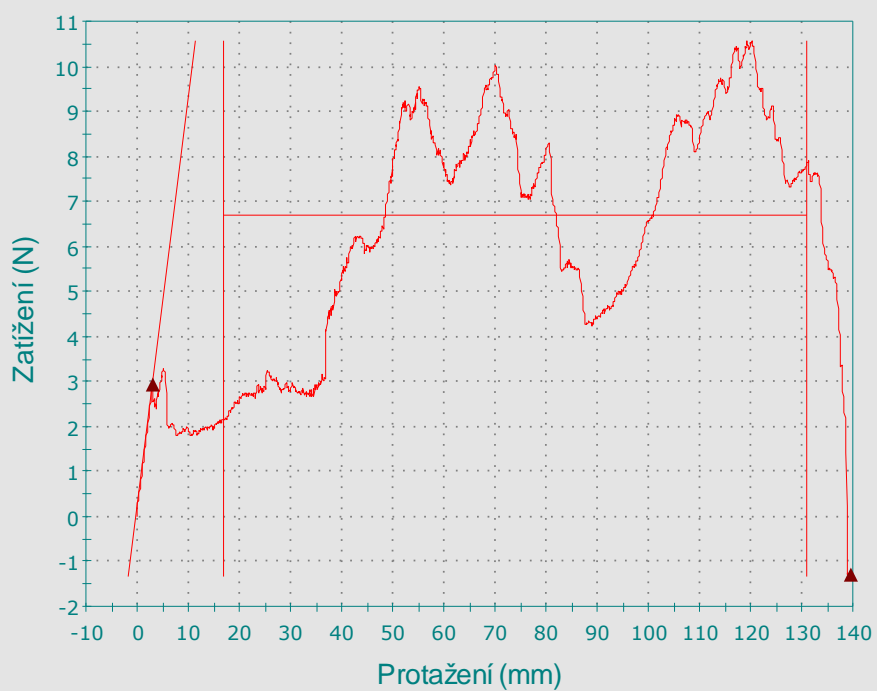
15.4. Výstupy měření - 60 °C



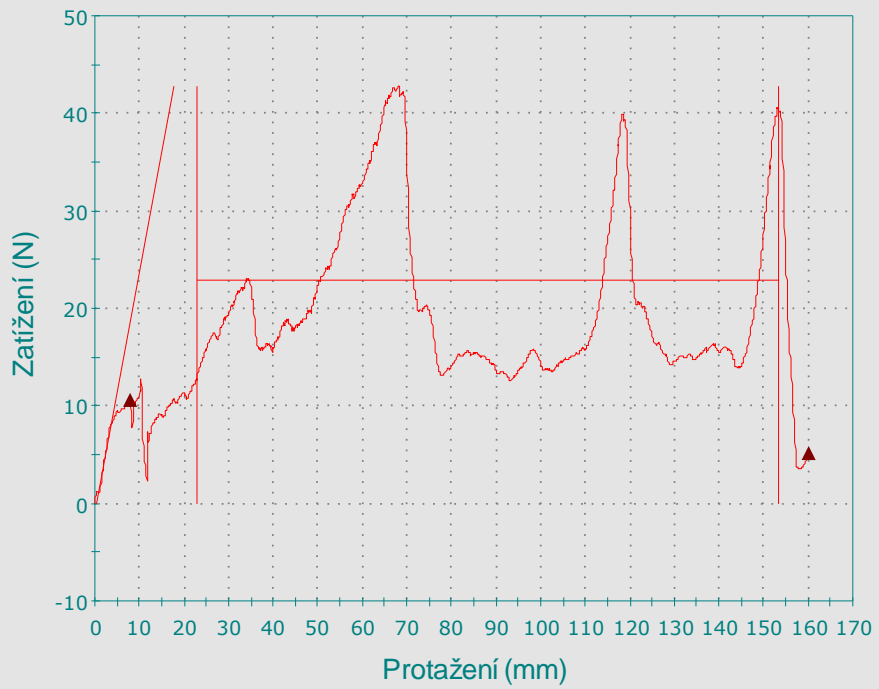
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



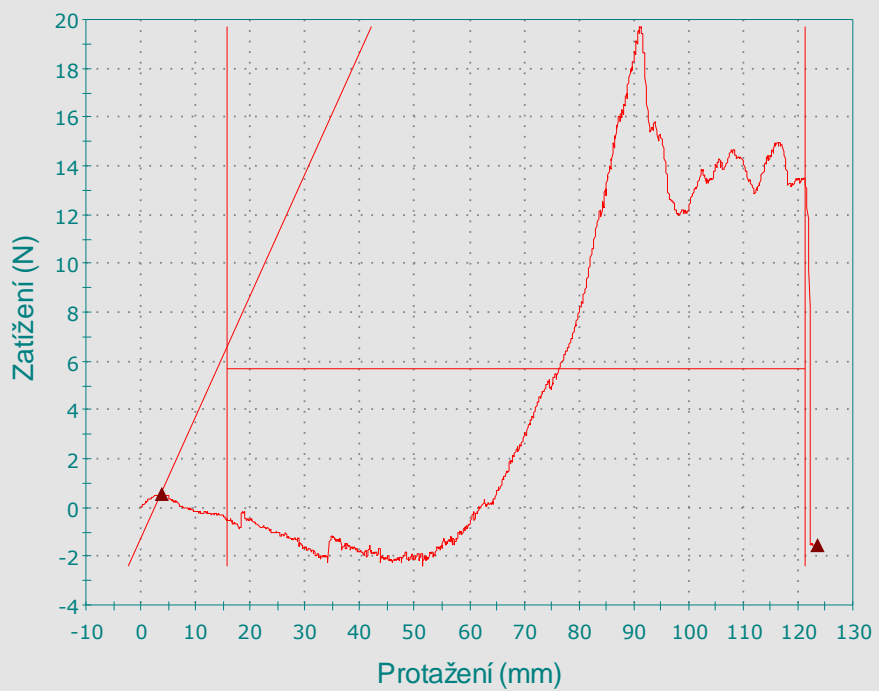
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



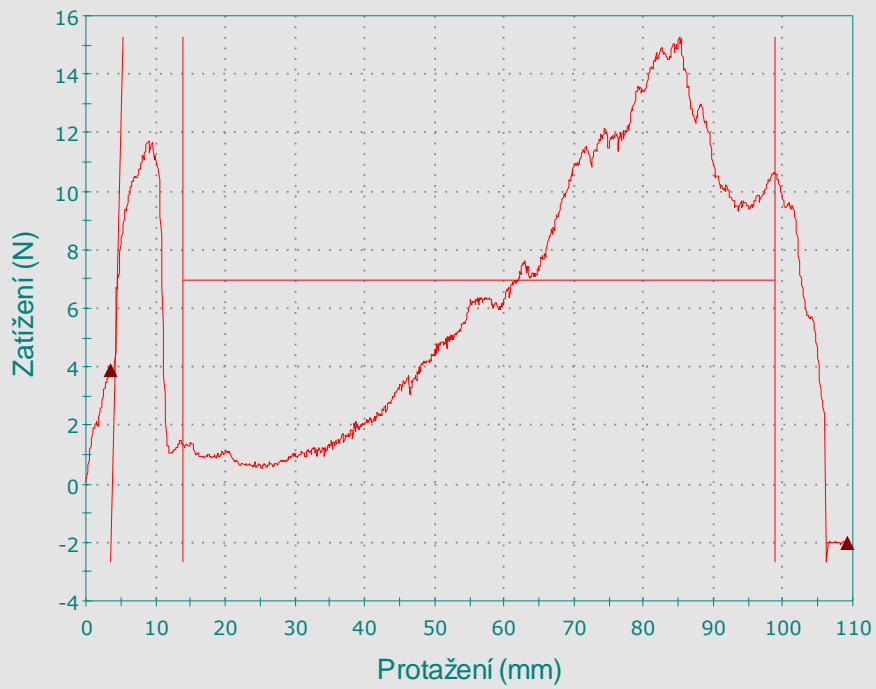
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1

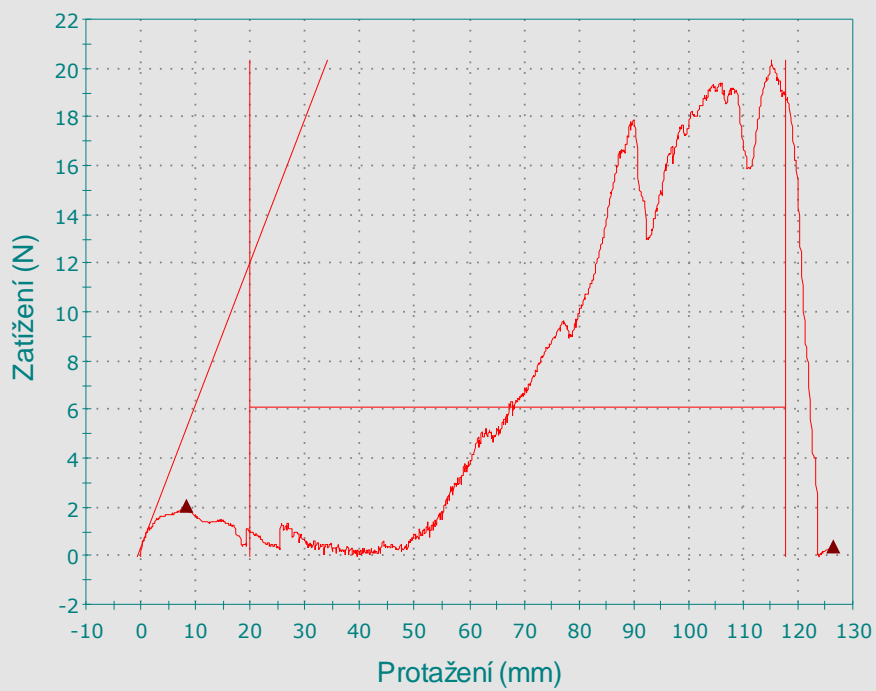


ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



Vzorek #
7

ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1

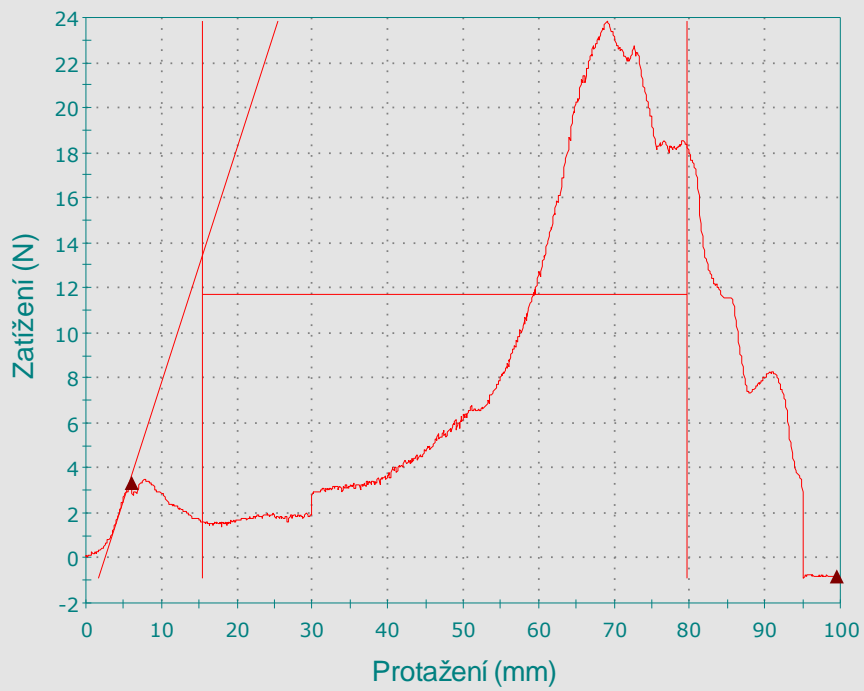


Vzorek #
8

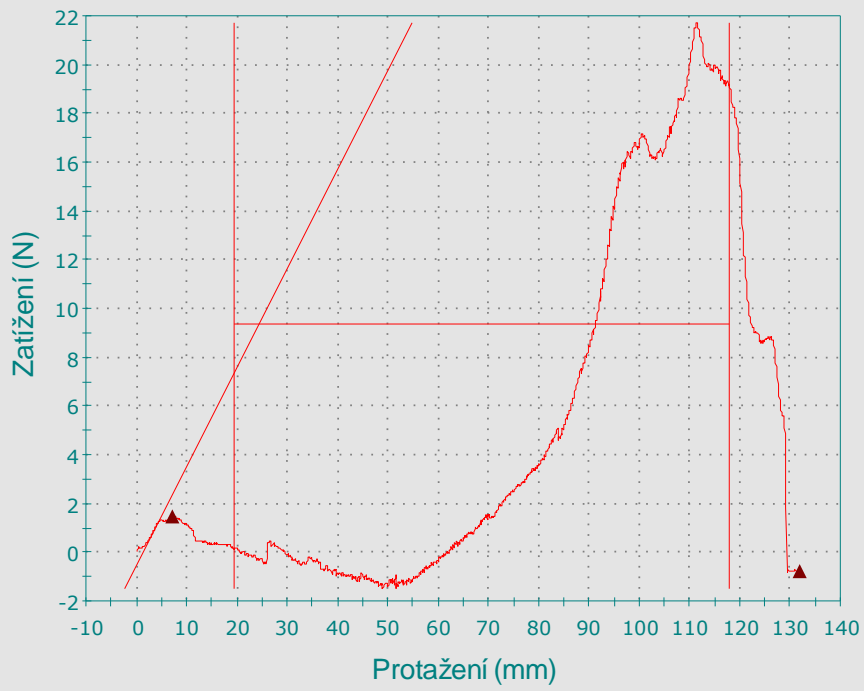
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



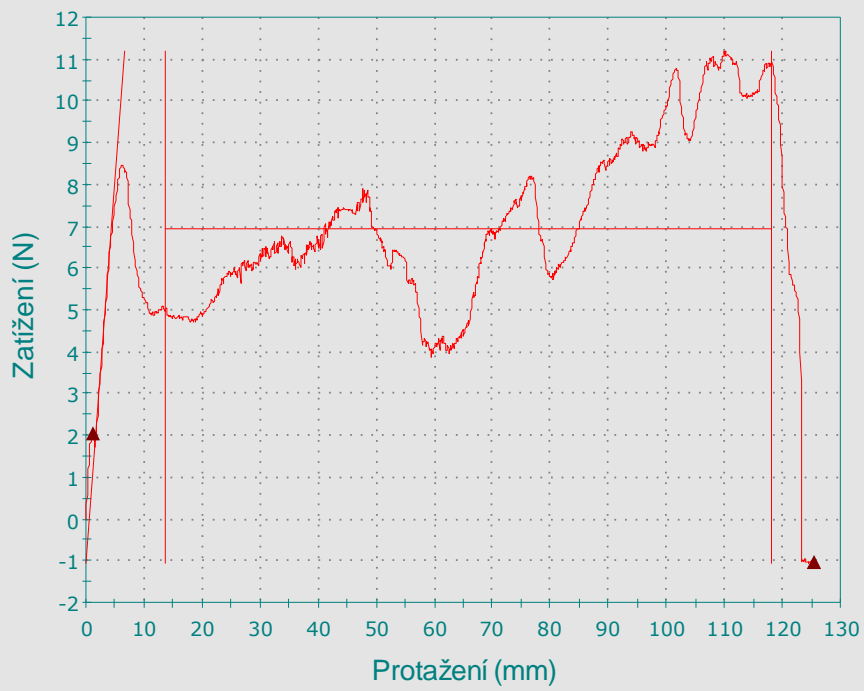
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1

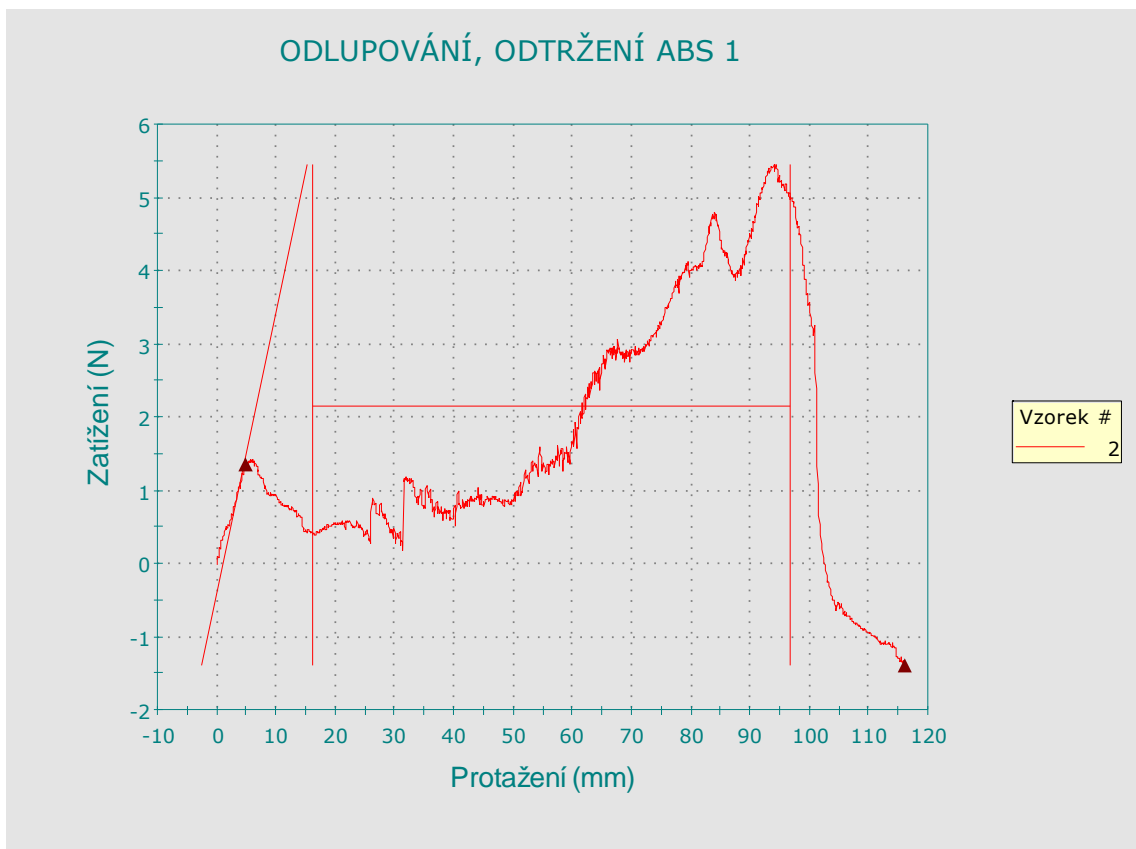
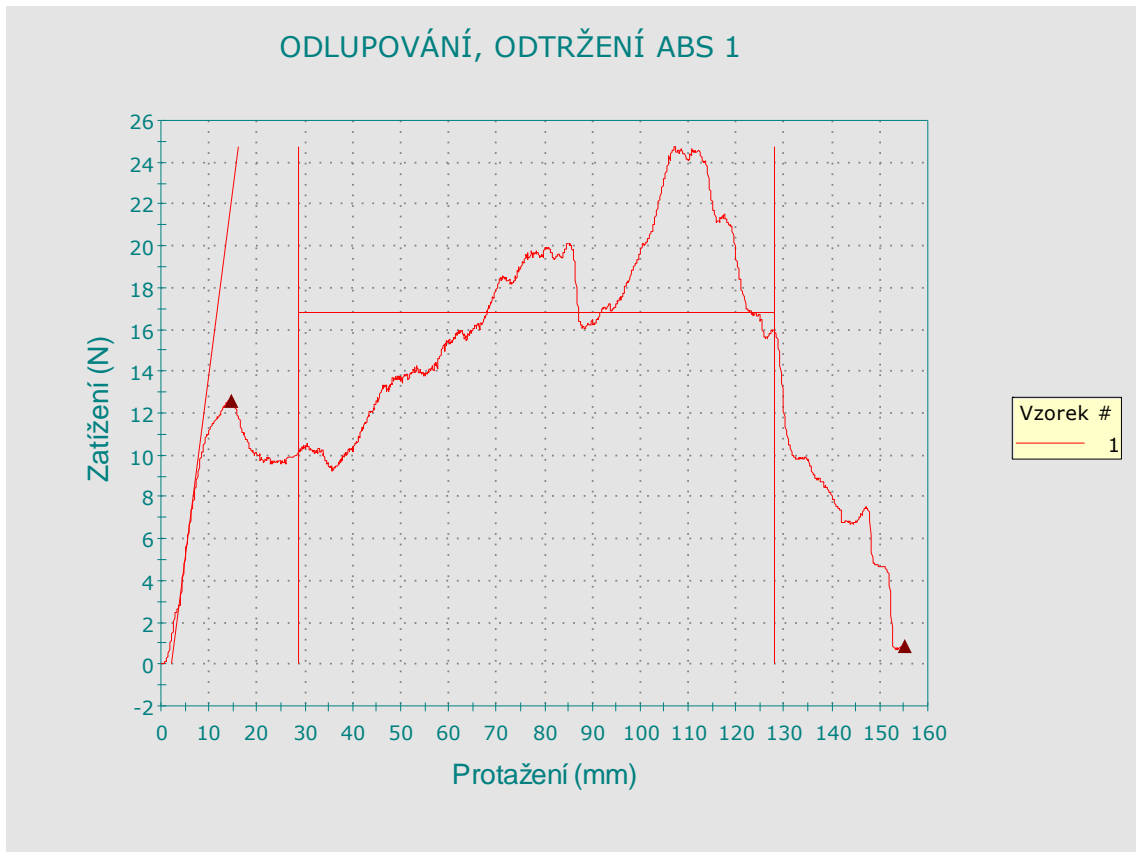


ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



	Označení vzorku	Zatížení při porušení (Standardní) (N)	Průměr Zatížení při průměrné hodnotě (5 špičky + poklesy) (N)	Medián špiček při průměrné hodnotě (N)	Počet špiček při průměrné hodnotě	Rozsah špiček při průměrné hodnotě (N)	Protažení při odlupování při porušení (Standardní) (mm)
1		< -1,52	10,94935	14,44	> 24	22,14886	132,07
2		< -1,89	6,44342	5,20	> 46	15,78879	130,47
3		< -1,13	9,36863	9,08	> 30	20,17047	134,08
4		< -1,29	6,67608	7,78	> 54	7,81932	139,75
5		> 5,15	22,95706	18,18	> 16	27,46545	160,10
6		< -1,55	5,70245	0,07	> 36	21,77244	123,67
7		< -2,00	6,96313	6,33	> 60	14,53337	109,25
8		> 0,38	6,13225	2,84	> 61	20,10043	126,56
9		< -0,97	8,22629	8,27	> 63	6,18842	129,58
10		< -0,81	11,72489	6,11	> 11	21,86893	99,42
11		< -0,78	9,31841	10,69	> 21	22,80733	131,83
12		< -1,02	6,92233	6,64	> 69	7,10863	125,33
Průměr		-0,62	9,28202	7,97	> 41	17,31437	128,51
Maximum		5,15	22,95706	18,18	69	27,46545	160,10
Minimum		-2,00	5,70245	0,07	11	6,18842	99,42
Medián		-1,08	7,59471	7,21	> 41	20,13545	130,03
Směrodatná odchylka		1,92	4,72331	4,85	20,41149	7,01484	14,89

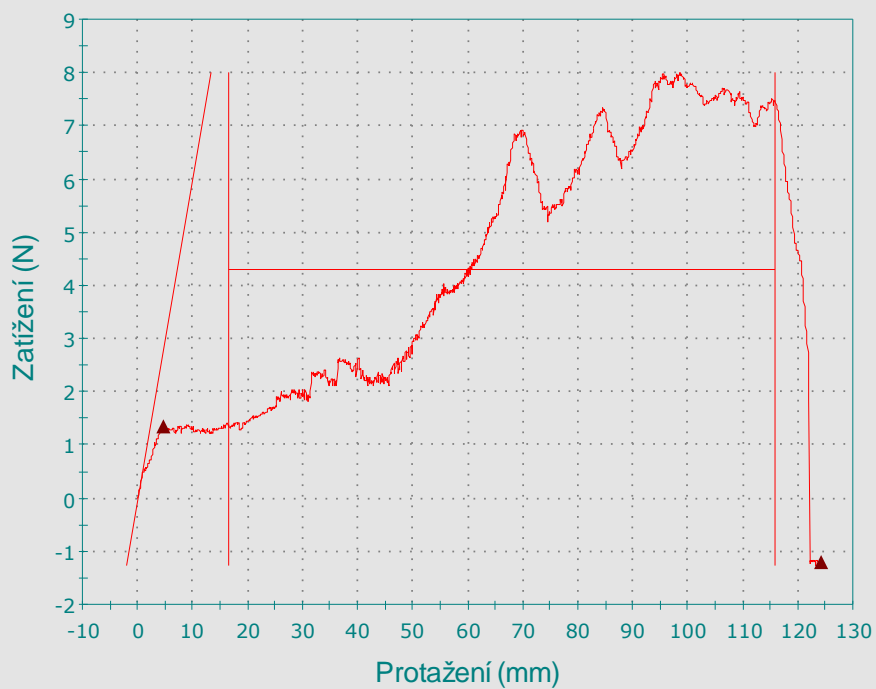
15.5. Výstupy měření - 70 °C



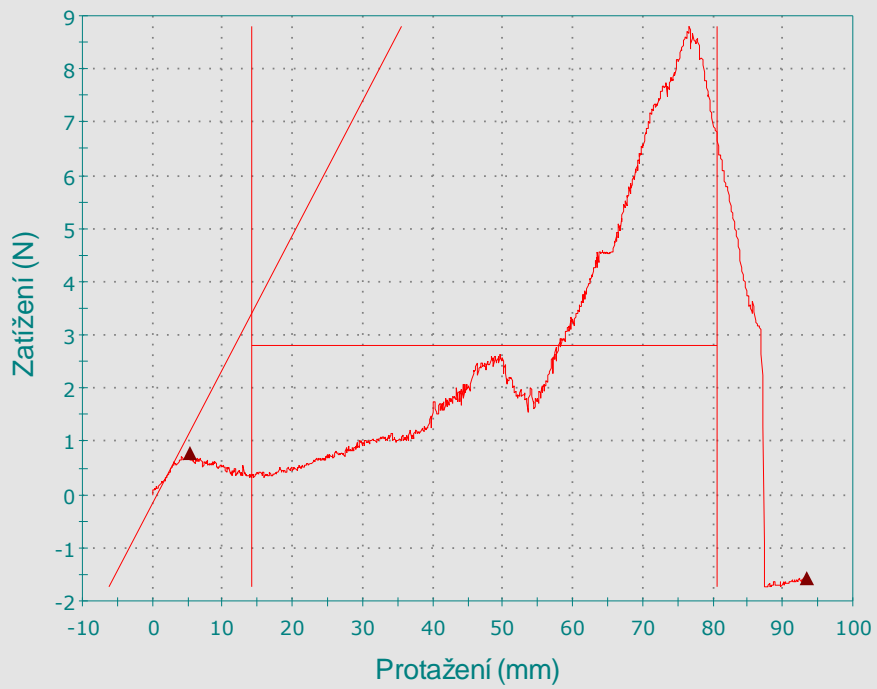
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



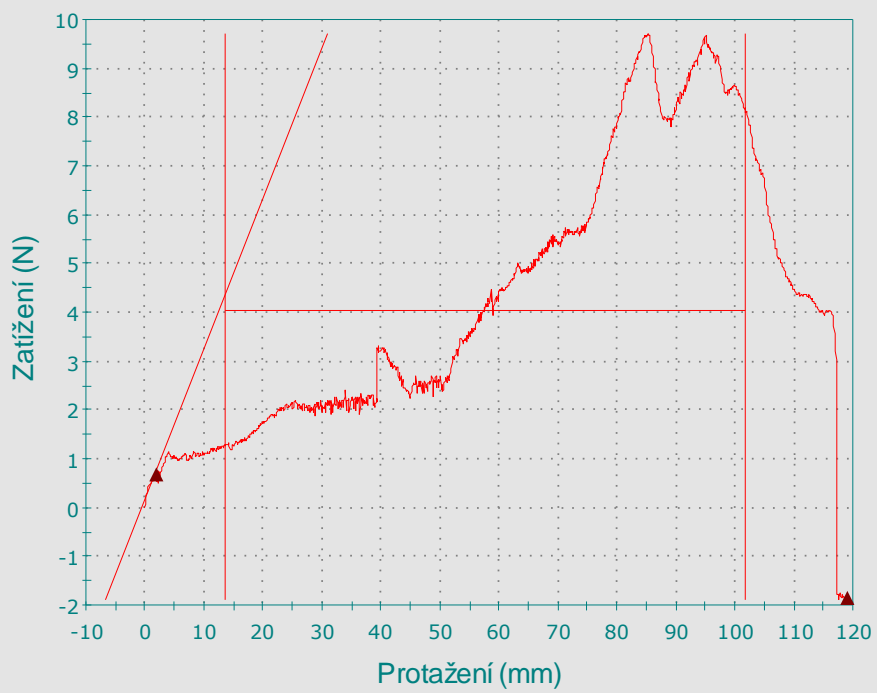
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



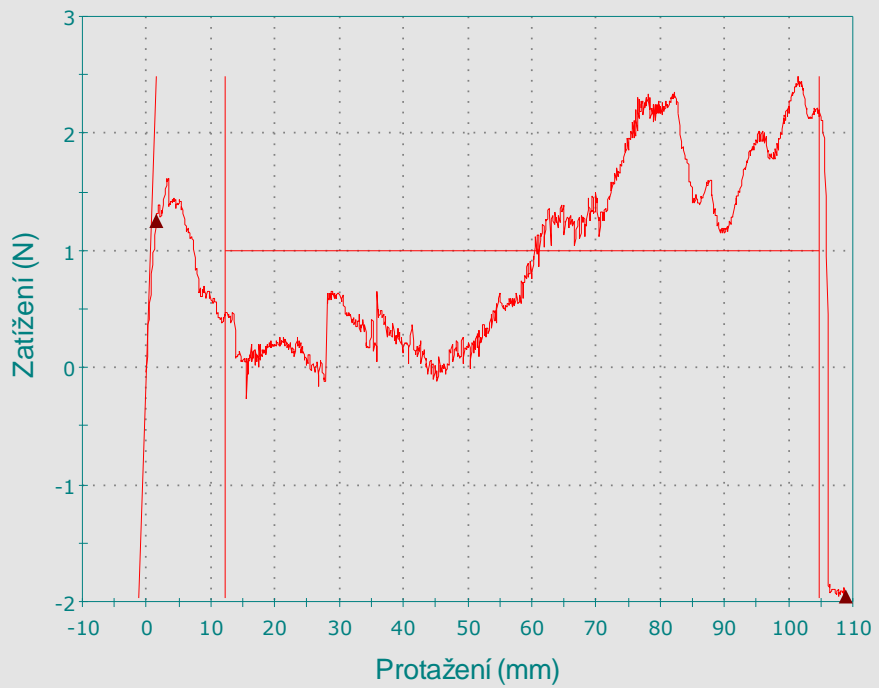
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



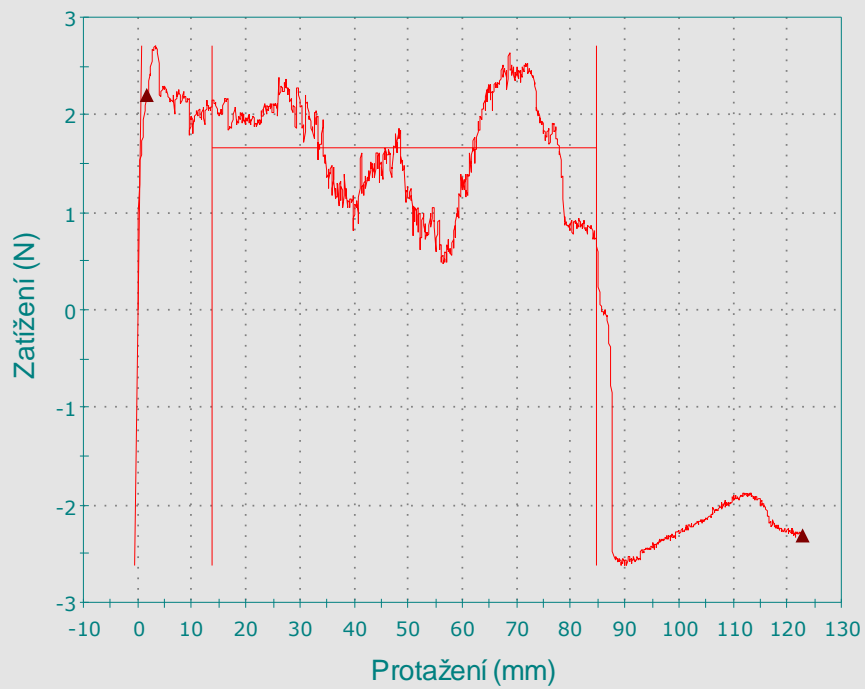
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



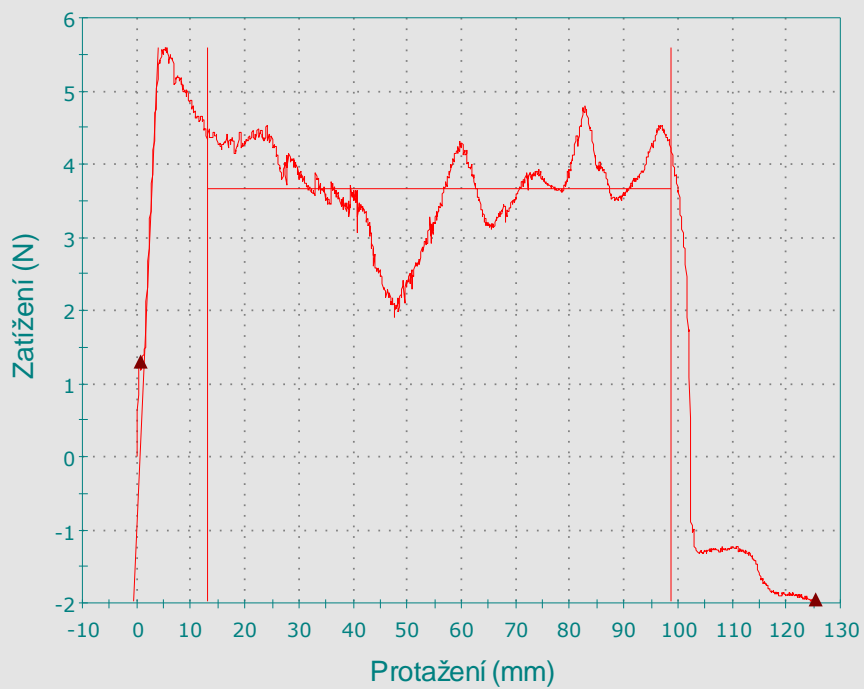
ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



ODLUPOVÁNÍ, ODTRŽENÍ ABS 1



	Označení vzorku	Zatížení při porušení (Standardní) (N)	Průměr Zatížení při průměrné hodnotě (5 špičky + poklesy) (N)	Medián špiček při průměrné hodnotě (N)	Počet špiček při průměrné hodnotě	Rozsah špiček při průměrné hodnotě (N)	Protažení při odlupování při porušení (Standardní) (mm)
1		> 0,83	16,76595	15,99	> 25	14,45548	155,36
2		< -1,39	2,15585	1,59	> 117	5,11785	116,08
3		< -2,35	6,42565	6,81	> 54	8,63812	129,88
4		< -1,19	4,28140	3,84	> 85	6,58555	124,08
5		< -1,55	2,80650	2,08	> 60	8,36902	93,50
6		< -1,85	4,05346	2,71	> 90	8,38629	119,00
7		< -1,77	2,33324	1,77	> 133	3,64636	125,17
8		< -1,96	1,00292	0,64	> 205	2,51934	108,84
9		< -1,62	1,10754	0,35	> 146	4,86734	124,32
10		< -2,31	1,66416	1,67	> 160	2,11313	122,75
11		< -1,95	3,66049	3,74	> 99	2,65651	125,34
12		< -0,75	3,96922	3,13	> 81	8,88818	103,81
Průměr		-1,49	4,18553	3,69	> 105	6,35360	120,68
Maximum		0,83	16,76595	15,99	205	14,45548	155,36
Minimum		-2,35	1,00292	0,35	25	2,11313	93,50
Medián		-1,70	3,23349	2,39	> 94	5,85170	123,42
Směrodatná odchylka		0,86	4,25384	4,24	50,35774	3,60490	15,21