

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



Lepení překližky tavnými lepidly

diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Milan Brožek, CSc.

Autor diplomové práce: Bc. Helena Píšová

Praha 2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Helena Píšová

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Lepení překližky tavnými lepidly

Název anglicky

Gluing plywood using hot melt adhesives

Cíle práce

shromáždit informace o technologii lepení se zaměřením na možnost lepení překližky, na základě provedeného experimentu posoudit vlastnosti spojů překližky slepených tavnými lepidly, včetně ekonomického zhodnocení.

Metodika

současný stav řešeného problému (literární rešerše),
cíl práce a metody jejího zpracování,
výsledky experimentů a jejich diskuse,
závěry a přínos práce.

Doporučený rozsah práce

cca 60 stran

Klíčová slova

adhezivo; adherend; zkoušení lepených spojů

Doporučené zdroje informací

- BROCKMANN, W. et al.: Adhesive bonding: materials, applications and technology. Weinheim, Wiley-VCH 2009. xviii, 414 s.
- BROŽEK, M.: Spruce plywood bonding. Manufacturing Technology. 2015. 15 (3): 285-291.
- COGNARD, P.: Adhesives and sealants: general knowledge, application techniques, new curing techniques. Oxford, Elsevier 2006. xlii, 487 s.
- Časopisy: Manufacturing Technology, MM Průmyslové spektrum, Res. Agr. Eng., SDSM (Svařování, dělení, spojování materiálů), Strojárstvo / Strojírenství, Strojírenská technologie, Svět svaru, Technický týdeník, Technik, Zváranie / Svařování.
- EBNESAJJAD, S.: Adhesives technology handbook. 2nd ed. Norwich, William Andrew 2008. xxi, 363 s.
- Firemní literatura: katalogy, prospekty, prezentace.
- KAŠPAR, Z.: Lepení konstrukčních materiálů v zemědělství (Doktorská disertační práce, školitel Milan Brožek). Praha, ČZU 2005. 125 s.
- MÜLLER, M.: Lepení kovových a nekovových materiálů (Doktorská disertační práce, školitel Milan Brožek). Praha, ČZU 2006.
- Normy ČSN, ČSN ISO, ČSN EN, DIN, BS, ASTM, ASME, GOST, ...
- PETERKA, J.: Lepení konstrukčních materiálů ve strojírenství. Praha, Nakladatelství technické literatury 1980. 788 s.
-

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Ing. Milan Brožek, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra materiálu a strojírenské technologie

Elektronicky schváleno dne 10. 1. 2016

doc. Ing. Miroslav Müller, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 20. 1. 2016

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Lepení překližky tavnými lepidly vypracovala samostatně pod vedením prof. Ing. Milana Brožka, CSc. a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

V Praze 28. 2. 2017

Bc. Helena Píšová

Poděkování:

Děkuji vedoucímu práce prof. Ing. Milanu Brožkovi, CSc. za jeho cenné rady a podporu a také za spolupráci při lepení vzorků překližek.

V Praze 28. 2. 2017

Bc. Helena Píšová

Abstrakt: Cílem diplomové práce bylo shromáždit informace o technologii lepení se zaměřením na možnosti lepení překližky. V teoretické části práce je shrnuta problematika na základě publikované literatury. Je zde popsána teorie lepení, jeho výhody a nevýhody, možné použití lepidel s důrazem na tavná lepidla. Dále jsou zde zmíněny informace o vlastnostech a výrobě překližek. V praktické části je na základě provedeného experimentu popsána příprava lepených vzorků, připravených z různých druhů překližek, postup lepení čtyřmi druhy tavných lepidel a posouzení vlastností lepených spojů, spotřeby jednotlivých druhů lepidel včetně ekonomického zhodnocení.

Klíčová slova: adhezivo, adhrend, zkoušení lepených spojů

Gluing plywood using hot melt adhesives

Summary: The aim of the diploma thesis was to collect information on adhesive technology with a focus on the possibilities for bonding plywood. The discussed issue is summarized based on published literature in the theoretical part. There is also described bonding theory, its advantages and disadvantages, possible use of adhesives with an emphasis on hot melt adhesives. Further, the diploma thesis discusses information about the properties and the production of plywood. The practical part is based on the experiment described the preparation of bonded samples prepared from various types of plywood, bonding process four kinds of hot melt adhesives and assessing properties of bonded joints, the consumption of various kinds of adhesives including economic evaluation.

Key words: adhesive, adhrend, bonded joints testing

OBSAH:

1. ÚVOD.....	1
2. CÍL PRÁCE A METODIKA.....	2
3. TEORETICKÁ VÝCHODISKA	2
3.1 TECHNOLOGIE LEPENÍ.....	2
3.2 ADHEZE	6
3.3 KOHEZE	8
3.4 SMÁČIVOST	8
3.5 VÝHODY A NEVÝHODY LEPENÍ.....	10
3.6 TAVNÁ LEPIDLA.....	11
3.7 SELHÁNÍ LEPENÉHO SPOJE.....	15
4. PŘEKLIŽKY	16
4.1 VLASTNOSTI PŘEKLIŽEK	18
4.2 VÝROBA PŘEKLIŽEK	19
5. PRAKTICKÁ ČÁST	21
5.1 PŘÍPRAVA VZORKŮ K LEPENÍ.....	23
5.2 LEPENÍ ZKUŠEBNÍCH VZORKŮ	26
6. VÝSLEDKY A JEJICH HODNOCENÍ.....	29
6.1 HODNOCENÍ LEPENÝCH SPOJŮ.....	29
6.2 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ SPOTŘEBY LEPIDLA.....	44
7. ZÁVĚR	50
8. POUŽITÉ ZDROJE.....	54
9. SEZNAM TABULEK.....	56
10. SEZNAM OBRÁZKŮ.....	57
11. PŘÍLOHY.....	1

1. ÚVOD

Technologie spojování materiálů lepením je všeobecně považována za moderní, i když lepení je ve skutečnosti velmi staré. Příklady lepení lze nalézt již v době kamenné, kdy pračlověk objevil lepivost některých látek, a to pravděpodobně náhodně. Jedním z prvních příkladů lepení mohly být například vlasy slepené krví nebo hmyz přilepený zasychající smolou. Poznatky o lepivosti některých látek a jejich praktickém použití se rozšířily především pomocí výměny výrobků, jako byly například předměty zdobené lesklými kamínky, nejčastěji různé nádoby. Jako pojivo sloužila pryskyřice ze stromů, hlína nebo přírodní vosky. Samozřejmě se v tomto slova smyslu nejedná o lepení tak, jak ho známe v dnešní době.

Archeologicky je lepení doloženo ze starého Egypta, kde znali výrobu lepidel živočišného původu, stejně jako lepení za horka. Dřevěné rakve byly zdobeny pigmenty, které byly pojeny směsí křídly a klišu. V Babylóně byly nalezeny sošky, jejichž oči byly do hlavy zalepeny. První zmínka o průmyslovém použití lepení pochází ze 17. století. První známý patent pochází z roku 1791 z Anglie a týká se použití lepidla z přírodního kaučuku.

Prakticky až do 2. světové války byly lepeny pouze materiály, které byly schopny lepidlo vsáknout, jako například dřevo, kůže, textil, papír apod. Lepení bylo využíváno především ve spotřebním průmyslu. Mezníkem v technologii lepení bylo její využití při výrobě letadel v roce 1943. V současnosti se lepení využívá prakticky ve všech odvětvích hospodářství, např. v kosmické technice, automobilovém průmyslu, při stavbě lodí, vagónů, ve stavebnictví, v měřicí a regulační technice, v nábytkářském průmyslu a dokonce i ve zdravotnictví. V některých odvětvích jako je automobilový a kosmický průmysl nebo výroba elektroniky lepení nahrazuje nebo doplňuje pájení [1, 2, 8, 9].

2. CÍL PRÁCE A METODIKA

Cílem diplomové práce bylo shromáždit informace o technologii lepení se zaměřením na možnosti lepení překližky. Informace byly čerpány jak z tuzemské, tak i z cizojazyčné literatury. Problematikou lepení se v současné době zabývá celá řada autorů. Avšak téma lepení překližek je v odborné literatuře opomíjeno. Poněkud zavádějící je termín lepení překližek při jejich výrobě. Tato problematika se však zabývá lepením jednotlivých vrstev při výrobě překližek, nikoliv zkušenostmi s lepením tohoto materiálu různými druhy lepidel.

Na základě provedeného experimentu, při kterém byly tavnými lepidly slepeny různé druhy překližek, byla posouzena vlastnost lepených spojů včetně ekonomického zhodnocení.

3. TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Tato část práce se zabývá základními poznatky technologie spojování materiálů lepením.

3.1 Technologie lepení

V nejširším smyslu slova se jedná o veškeré operace a analýzy od návrhu lepeného spoje až po jeho zhotovení. Technologický postup lepení lze jednoduše vyjádřit v následujících bodech:

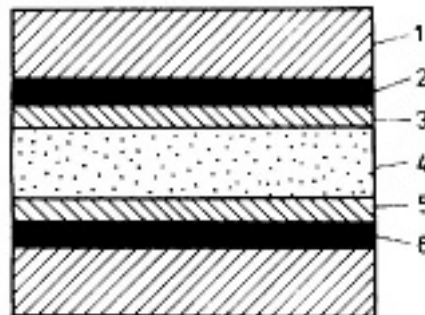
- příprava povrchu adherendu
- příprava lepidla

- nanesení lepidla
- montáž spoje – fixace
- vytvoření pevného spoje [4].

Lepení představuje řadu fyzikálně mechanických a technologických procesů, jejich výsledkem je lepený spoj. Tyto procesy jsou rozhodující mírou ovlivněny fyzikálně chemickými vlastnostmi lepidel i lepených materiálů, především však adhezí, kohezí, smáčivostí, čistotou lepeného povrchu, povrchovým napětím roztoků, jejich viskozitou atd.

Pro úspěšné použití lepicí techniky jsou důležité znalosti o funkci lepených spojů. Příčinou selhání lepených spojů často není nízká pevnost lepidla, ale nedostatečná příprava lepených povrchů nebo ne zcela správná volba druhu lepidla [1].

Obr. 1 Struktura lepeného spoje: 1 - adherend (základní materiál), 2 - adhezní zóna, 3 - přechodová adhezní zóna, 4 - kohezivní zóna, 5 - přechodová kohezivní zóna, 6 - adhezivní zóna



Zdroj: <http://www.lepidla.cz/cs/a/technologie-a-technika-lepeni--zakladni-informace.html>

Lepidla tvoří spojovací můstek mezi lepenými povrchy. Mechanismus soudržnosti závisí na přilnavosti lepidla na povrch (adheze) a na pevnosti lepidla (koheze). Z hlediska vnitřní struktury lze každý konstrukčně pevný a dostatečně odolný lepený spoj dvou základních materiálů považovat za komplex tří hlavních vrstev a dvou mikrovrstev, jak je vidět na obr. 1.

Dobré lepidlo by mělo mít zejména tyto vlastnosti:

- odolnost proti stárnutí vlivem atmosférických podmínek
- odolnosti proti vodě
- spolehlivost, vysokou reprodukovatelnost výsledků
- vyvážené pevnostní charakteristiky
- dlouhou skladovací dobu bez nutnosti chlazení
- jednoduchou technologii lepení, bez nutnosti klimatizace
- přiměřeně volné tolerance technologických parametrů lepení.

Předpokladem příznivé adheze je dobrá smáčivost lepeného povrchu lepidlem. Má-li kapalina smáčet povrch pevné látky, musí být její povrchové napětí menší než je povrchové napětí smáčené hmoty. Nejvyšší povrchové napětí ze všech tekutin má voda. Proto je možné z jejího chování na povrchu lepeného dílu usuzovat, jak bude povrch smáčen jinými kapalinami, tedy i lepidly [1, 15].

Lepidla tvoří rozsáhlou a chemicky velmi různorodou skupinu. To se také výrazně projevuje ve způsobu jejich použití a třídění do jednotlivých kategorií. Lepidla se dělí podle několika hledisek, žádné z nich však nevystihuje úplně přesně jejich povahu.

Zřejmě nejdůležitější je rozdělení podle principu vytvrzování ve spoji, jelikož je nutné zvolit správnou kombinaci lepidla, konstrukci spoje a konkrétní technologický postup lepení.

Dále lze lepidla rozdělit podle původu na přírodní a syntetická nebo podle skupenství (stavu) na tekutá, gelová, pěnová a pastovitá atd.

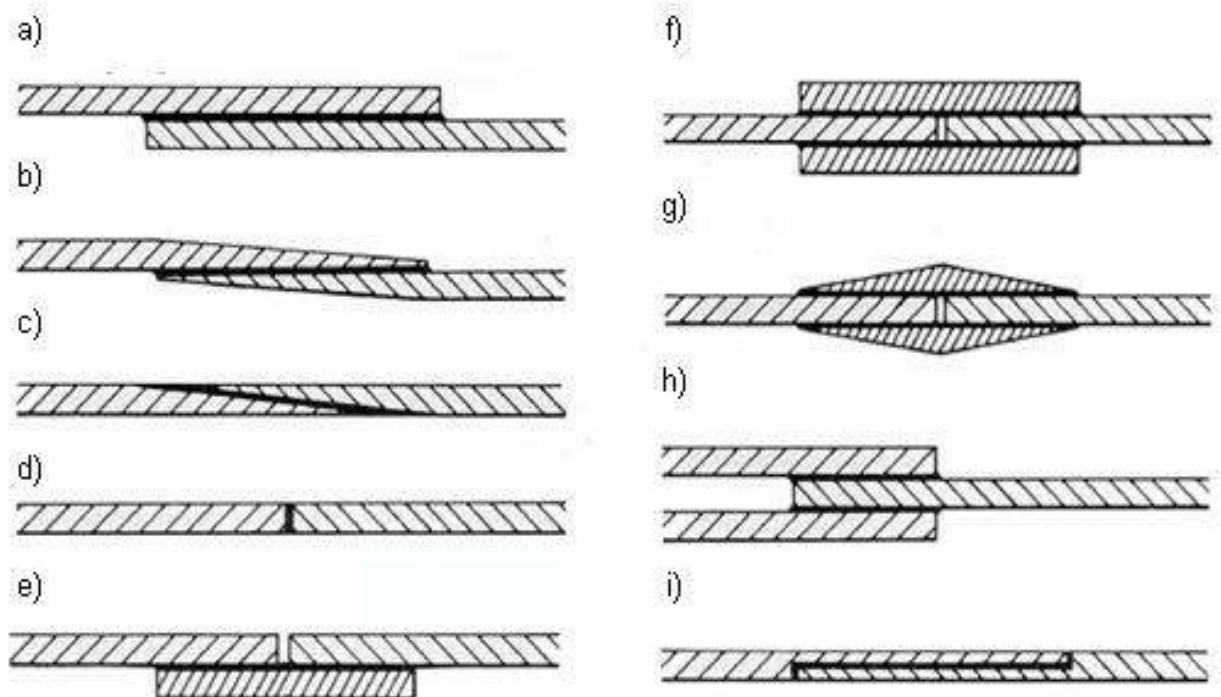
Dalším přiblížením je rozdělení podle způsobu vytváření lepeného spoje:

- roztoková nebo disperzní lepidla – tuhnou vsáknutím a odpařením rozpouštědel
- citlivá na tlak – spoj vznikne po lehkém přitlačení např. lepicí pásky
- tavná – spoj vznikne ztuhnutím taveniny
- vytvrzující chemickou reakcí [2, 16].

Důležité je také zvolit správný typ lepeného spoje. Na obr. 2 jsou uvedeny základní typy lepených spojů:

- a) jednoduchý přeplátovaný spoj
- b) zúžený přeplátovaný spoj
- c) zkosený spoj
- d) tupý čelní spoj
- e) přeplátovaný spojený pásem
- f) dvojitě přeplátovaný spojený pásem
- g) dvojitě přeplátovaný spoj se zúženými pásy
- h) dvojitě přeložený spoj
- i) stupňovitě přeložený spoj.

Obr. 2 Typy lepených spojů



Zdroj: <http://docplayer.cz/12401627-Projekt-realizovany-na-sps-nove-mesto-nad-metuji-s-financni-podporou-v-operacnim-programu-vzdelavani-pro-konkurenceschopnost-kralovehradeckeho-kraje.html>

Lepidla se dále mohou dělit podle účelu (na dřevo, papír, textil, kov atd), původu (přírodní, syntetická), fyzikálního stavu (tekutá, pastovitá, pěnová, lepicí pásy atd.) a způsobu zpracování (podle teploty). Dále se rozdělují do jednotlivých skupin podle způsobu dosažení pevnosti spoje, chemického složení, obsahu rozpouštědel, koncentrace, atd [8].

3.2 Adheze

Důležitou vlastností lepidel je adheze. Je to přilnavost lepidla k povrchu lepeného materiálu (obr. 3) a je základním předpokladem úspěšného lepení. Jestliže lepidlo není schopno dostatečně pevně přilnout k materiálu, spoj nedrží a dochází k rozlepení na rozhraní mezi lepidlem a lepeným materiálem. V tomto případě je vnitřní soudržnost lepidla (koheze) i vlastní pevnost materiálu vyšší než přilnavost (adheze). Na vznik adhezivní síly existují dva modely vazby mezi lepidlem a lepených povrchem:

- mechanická vazba
- chemická vazba (nebo také specifická).

Mechanická vazba se uplatňuje jen u členitých nebo porézních povrchů. Kapalné lepidlo zatéká při lepení do pórů a prohlubní a po jeho ztuhnutí se vytváří jakýsi pevný zámek mezi hmotou lepidla a lepeným materiálem. Mechanická vazba je velmi důležitá při lepení materiálů jako jsou dřevo, papír, keramika nebo pěnové plasty. Při lepení leštěných hladkých ploch je mechanická vazba zanedbatelná.

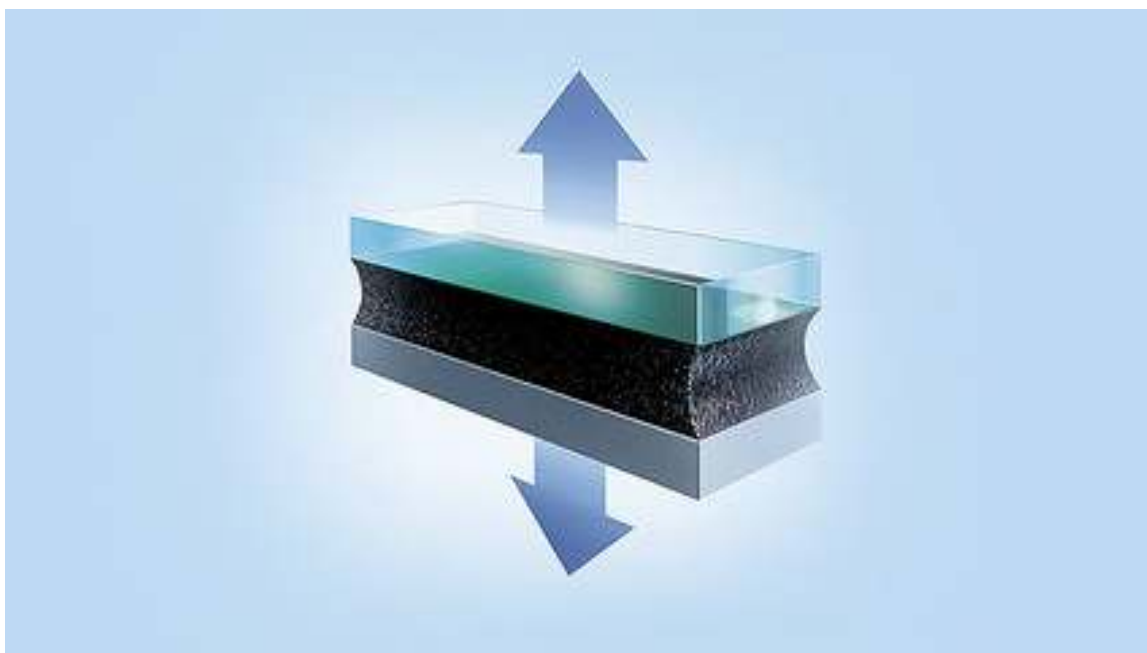
Chemická (specifická) vazba se uplatňuje u porézních i zcela hladkých povrchů. Tato teorie je založena na působení slabých Van der Waalsových elektrických přitažlivých sil mezi molekulami lepidla a lepeným materiálem. Zejména je však závislá na přímém chemickém působení lepidla na lepený povrch. Proto se dobře lepí materiály, které mají reaktivní

povrch nebo povrch chemicky upravený tak, aby mohla proběhnout chemická reakce mezi lepidlem a povrchem za vzniku kovalentní vazby. Velmi dobře se lepí oxidované povrchy (kovy, plasty), povrchy přírodních polymerů (dřevo, papír, celulóza) s volnými chemickými skupinami oxy-, hydroxy-, karbonyl-, karboxymethyl- a jinými.

Správně zvolené lepidlo musí obsahovat volné skupiny, schopné reakce s povrchem lepeného materiálu. Jako vysoce reaktivní skupiny se u lepidel vyskytují například skupiny epoxy-, hydroxy-, karboxy- a další [4, 9].

Některé prameny např. Pizzi, A. a Mittal K. L. [6] uvádějí, že podstatou principu vzniku adhezivních sil je šest teorií. Kromě již zmiňované mechanické a chemické vazby ještě molekulová, elektrostatická, difúzní a reologická [6, 14].

Obr. 3 Adheze lepeného materiálu



Zdroj: <http://www.tesa-tape.cz/wikitapia/kolik-vas-bude-stat-zaveseni-obrazku.html>

3.3 Koheze

Koheze je vnitřní soudržnost molekul lepidla, která je podmíněna velikostí a strukturou makromolekul po vytvoření tuhého filmu lepidla, tedy po jeho vytvrzení. Částice lepidla v lepeném spoji jsou drženy silami chemických vazeb a mezimolekulárními silami. Na hodnotě koheze závisí zejména dobré mechanické vlastnosti lepidla a také pevnost spoje. Jestliže se lepený spoj roztrhne ve vrstvě lepidla, znamená to, že adheze i pevnost lepeného materiálu je vyšší než koheze. V kapalinách vystupuje koheze zejména na povrchu a nazývá se povrchové napětí. V lepidlech se povrchové napětí uplatňuje současně s viskozitou. Oba činitele určují lepidlivost lepidla. Vnější znakem je tzv. tažnost lepidla neboli délka vlákna. Délka vlákna se zkouší obvykle tahem mezi prsty. Jestliže se vytahují vlákna, je lepidlo dlouhé a obvykle silně lepí. Lepidlo je tím delší, čím vyšší je viskozita a menší povrchové napětí.

Krátké lepidlo má malou viskozitu a velké povrchové napětí. Kohezní pevnost závisí na charakteru lepidla a na tepelném namáhání lepeného spoje. Většina jednosložkových lepidel jsou termoplasty, to znamená, že měknou při zvyšování teploty. Např. dvousložkové epoxidy mají vysokou kohezi, měkké akryláty pro výrobu trvale lepidlivých samolepicích etiket mají nízkou kohezi [8].

3.4 Smáčivost

Další důležitou vlastností u lepidel je smáčivost. U kapalin jde především o velikost povrchového napětí styčných ploch, které vzniká přitažlivostí mezi částicemi kapaliny a částicemi sousedního pevného tělesa. Velikost povrchového napětí určuje také míru smáčivosti. Smáčivost se měří okrajovým úhlem, který se tvoří na hranici kapaliny a pevného tělesa. Čím je smáčivost lepší, tím je okrajový úhel menší, to je dobře patrné

z obr. 4. Vhodné lepidlo smáčí vždy dobře papír. Při špatné smáčivosti je okrajový úhel velký. Je-li větší než 90° , změní se smáčivost v odpudivost. Tato okolnost je velmi důležitá. Vysvětluje odpudivost mezi mastným povrchem a vodou apod. Proto se mohou fólie spojovat pouze lepidly v organických rozpouštědlech.

Dobrá smáčivost je jednou ze základních podmínek dobré lepidlosti lepidla. Materiál se může dobře spojovat jen takovým lepidlem, které má vůči němu dobrou smáčivost, tzn., že dobře smáčí jeho povrch. Smáčivost souvisí s polaritou lepeného povrchu a lepidla a také s povrchovým napětím lepidla a povrchu. Protože lepidla, vhodná pro lepení dřeva, obsahují větší množství reakce schopných chemických skupin, jsou molekuly lepidla jednostranně elektricky orientovány, tedy jsou polární. Dobře smáčí polární povrchy, dochází zde k podobné přitažlivosti jako mezi severním a jižním pólem dvou magnetů.

Polární povrchy jsou například dřevo, papír a jiné deriváty celulózy, mírně povrchově oxidované kovy, přírodní textilie, ale například i sklo a další. Naopak nepolární povrchy jsou mnohé plasty, vosk a syntetické textilie [8].

Obr. 4 Smáčivost povrchu materiálu



Zdroj: <http://www.lepidla.cz/cs/a/lepeni-plastu.html>

3.5 Výhody a nevýhody lepení

Stejně jako jiné technologie, vyznačuje se lepení mnoha výhodami, ale i některými zápornými a limitujícími činiteli. Při rozhodování o typu spoje je třeba kromě ekonomického hlediska zvážit přednosti a nedostatky lepení ve srovnání s tradičními způsoby spojování jako jsou např. svařování, pájení, šroubování, nýtování atd. Lepení je třeba považovat za doplněk klasických metod spojování, ne za jejich výlučnou náhradu.

Výhody lepení

- lepení umožňuje spojování stejných materiálů např. ocel – ocel, pryž – pryž nebo různých materiálů např. ocel – pryž, ocel – sklo bez ohledu na jejich tloušťku,
- aplikací lepidel není narušena celistvost spojovaných dílů, není narušen profil ani estetický vzhled lepeného souboru,
- lepení umožňuje připravit spoje vodotěsné, plynotěsné, spoje s dobrou elektrickou, tepelnou a zvukovou izolací, případně s dobrou elektrickou vodivostí,
- lepený spoj tlumí vibrace v konstrukci a zvyšuje tuhost i vzpěrovou pevnost souboru,
- použitím technologie lepení lze uspořit náklady na výrobu lícovaných spojů
- lepený spoj zabraňuje vzniku elektrolytické koroze kovových adherendů (jednotlivých lepených tuhých těles, jejich vlastnosti charakterizují dané spojované materiály),
- lepením se prakticky nezvyšuje hmotnost souboru, což je jeden z předpokladů minimalizace,
- lepené spoje mohou být průhledné, případně i barevně přizpůsobené,
- lepením lze dosáhnout vysoké pevnosti spojů, zejména při namáhání ve smyku a rázu,
- lepením se sníží celkové náklady na výrobu,

- v řadě případů je možné spojování za nízké teploty, která neovlivní spojovaný materiál, atd.

Nevýhody lepení

- lepení klade vysoké požadavky na rovinnost a čistotu povrchu lepených dílů,
- u adherendů se špatnými adhezními vlastnostmi jsou nutné speciální úpravy povrchu,
- u některých lepidel je třeba použít vytvrzovací přípravky, příp. připravit speciální směs (vícesložková lepidla),
- konstrukčně použitelné spoje jsou nerozebíratelné,
- většina lepených spojů je citlivá na namáhání v odlupování,
- životnost některých druhů lepidel je časově omezená,
- maximální pevnosti spoje je dosaženo až po určité době, po zaschnutí lepidla (např. po 24 hodinách),
- lepené spoje mají omezenou odolnost proti vyšším teplotám,
- termoplastická lepidla jsou citlivá vůči dlouhodobému statickému namáhání, které způsobuje tečení polymerních složek lepidla,
- lepení v průmyslovém měřítku je náročné na vybavení pracoviště (nanášecí zařízení, lisy apod.), atd. [1, 2].

3.6 Tavná lepidla

Skupina lepidel, označovaných jako lepidla tavná, se svým složením a především technologií zpracování liší od jiných typů lepidel. Za běžné teploty to jsou pevné látky termoplastického charakteru. Zpracovávají se tak, že se na krátkou dobu zahřejí na teplotu, při které se roztaví, zkapalní a stanou se lepidly. Podle druhů lepidel se tato teplota pohybuje od 120 °C až nad 200 °C.

Tavenina lepidla se nanese na spojovaný povrch materiálu výpustí z tavné komory nebo nanášecími válci, anebo se nastříkuje. Někdy se lepidlo nanáší ve formě prášků, pásků, fólií nebo na nosiči z papíru, tkaniny, celulosy nebo jiného materiálu.

Lepené díly se při práci s tavnými lepidly zatíží na několik sekund mírným tlakem. V průběhu ochlazování a tuhnutí lepidla nesmí ve spoji vzniknout vnitřní pnutí a spoj nemá vykazovat studený tok. Počáteční pevnost spoje závisí na vlastnostech lepidla. Lepidla s vyšším bodem měknutí rychleji tuhnou než lepidla s nižším bodem měknutí. Po ochlazení má spoj zůstat několik sekund pod tlakem, aby bylo zajištěno dostatečné ztuhnutí a počáteční pevnost spoje.

Při udržování roztaveného lepidla v tavném zařízení je třeba dodržovat předepsanou teplotu a dobu, aby nedošlo přehřátím nebo dlouhou tepelnou expozicí k rozkladu lepidla.

Proti rozkladu taveniny se do směsi přidávají antioxidanty a stabilizátory.

Tavná lepidla umožňují při strojovém zpracování nejen vysoce produktivní technologii, ale i rovnoměrnou, reprodukovatelnou kvalitu spojů. Uplatňují se hlavně v mechanizovaných provozech, např. strojní výrobě papírových a lepenkových obalů, v obuvnickém odvětví a v nábytkářském průmyslu. Při zpracování odpadají problémy s exhalací rozpouštědel.

Tavná lepidla jsou většinou termoplastické materiály, které si udržují termoplasticitu i v lepeném spoji. Tato vlastnost umožňuje soubor rozpojit opětným zahřátím. Spoj má omezenou tepelnou odolnost danou bodem měknutí lepidla. Obvykle je omezená i odolnost vůči rozpouštědlům.

Jedním z předpokladů správné funkce tavného lepidla je nízká viskozita jeho taveniny, a proto se používají filmotvorné polymery a kopolymery s nízkou molekulovou hmotností. Kombinují se s dalšími složkami, jejichž úkolem je úprava viskozity, bodu měknutí a zvýšení adhezní účinnosti. Jsou to zejména přírodní pryskyřice (kalafuna),

upravená přírodní pryskyřice (hydrogenovaná kalafuna a její estery aj), dále speciální pryskyřice z aromatických uhlovodíků a formaldehydu, změkčovadla, vosky a podobné látky. Dalšími přísadami jsou prášková anorganická plniva, termooxidační stabilizátory, pigmenty, popř. další látky. Bod měknutí jednotlivých lepidel se volí podle požadované tepelné odolnosti spoje v rozmezí teplot 60 až 100 °C. Výjimku tvoří lepidla pro materiály, jejichž tepelná odolnost je nižší.

Tavná lepidla jsou vhodná ke spojování tradičních i plastických materiálů, např. kovů, skla, kůží, dřeva, papíru, tkanin a širokého sortimentu syntetických hmot. Vyrábějí se především jako jednoúčelová a jen některé typy lze považovat za víceúčelové.

Tavná lepidla se vyrábějí:

- ze sloučenin celulosy
- na bázi termoplastických polymerů
- z polyvinylalkoholu
- z polyamidu
- z polymerů
- z polyethylenu
- z jiných termoplastických surovin.

Tavná lepidla vyrobená z termoplastických surovin na bázi kopolymerů ethylenu s vinylacetátem (Kopolymer Etylen – Vinyl – Acetát), známých též pod zkratkou EVA, se vyrábějí v několika druzích pro spojování konkrétních materiálů a pro jednotlivé pracovní postupy [4].

Jedním ze zástupců tavných lepidel na bázi EVA je tavné lepidlo Termik, mléčné čiré lepidlo v tyčinkách (obr. 5), výrobcem je společnost Termolan, s.r.o., Hradec Králové, které bylo, kromě jiných, použito k lepení zkušebních vzorků.

Tato lepidla jsou hlavními druhy tavných lepidel používaných v dřevozpracujícím průmyslu. Pro tyto aplikace je předurčena dobrá

adheze ke dřevu a některým dalším materiálům, jako jsou polyesterové a melaminoformaldehydové lamináty aj.

Dalšími výhodnými vlastnostmi těchto kopolymerů jsou dobrá koheze a mísitelnost s organickými látkami, vhodnými k úpravám vlastností u lepidel i vlastností lepených spojů. Doplňujícími složkami tavných lepidel tohoto typu jsou antioxidanty, popř. plniva, parafin aj.

Uplatňují se především při olepování bočních ploch a jako montážní lepidla v sériové výrobě nábytku. Používají se i pro plošné a rohové spoje, především pro spoje kolíkové. Při obvyklém nánosu 150 až 300 g.m⁻² se dosahuje pevnosti 5 až 8 MPa s tepelnou odolností 60 až 80 °C [4].

Obr. 5 Tyčinky tavného lepidla Termik



Zdroj: <http://www.slevnuj.cz/cs/tycinky-do-tavne-pistole1kg/?gclid=CJbi5dzDnNICFRYW0wodtcMKR>

3.7 Selhání lepeného spoje

Lepený spoj může selhat ve třech místech (obr. 6):

Mezi lepeným materiálem a lepidlem

Jedná se o adhezivní poškození. Nejčastější příčinou bývá nedostatečná příprava povrchu před lepením, ale i použití nevhodného lepidla. Takto poškozený spoj je nápadný tím, že na jedné lepené ploše aderendu je vrstva lepidla a na protilehlé ploše je viditelný přímo lepený materiál.

V lepidle

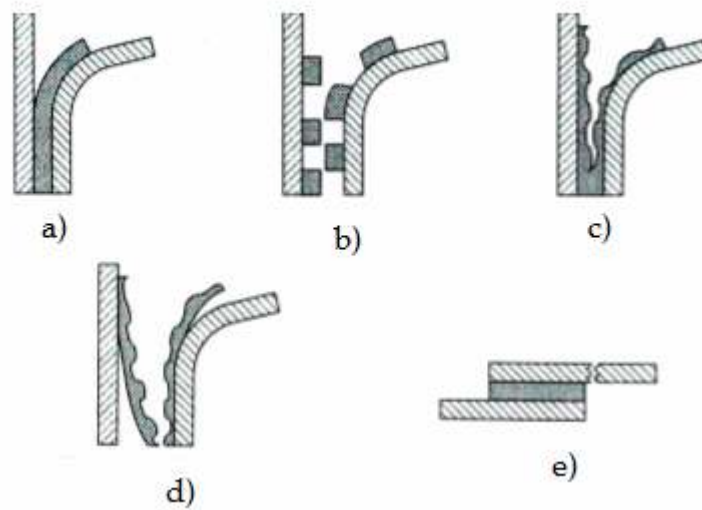
Jedná se o kohezní poškození. U takto poškozených spojů by mělo být navrženo použití lepidla s lepšími vlastnostmi, tedy s vyšší pevností. Na obou lepených plochách je patrná vrstva lepidla.

V lepeném materiálu

Selhání vznikne přímo v lepeném spoji, kdy dojde k jeho poškození, resp. k vytržení určitého objemu materiálu z lepeného objektu. Samotný spoj zatěžování vydržel, avšak došlo k porušení materiálu v bezprostřední blízkosti spoje.

Při případných opravách poškozených spojů je nevhodné nanášet nové lepidlo na staré, již vytvrzené. Důvodem je odlišnost parametrů starého lepidla a původního lepeného materiálu. Starou vrstvu lepidla je nutné odstranit a poté provést novou povrchovou přípravu materiálu [9, 14].

Obr. 6 Možná poškození lepených spojů



- a) adhezivní porušení
- b) adhezivní porušení u obou adherendů
- c) kohezivní porušení
- d) kombinace adhezivního a kohezivního porušení
- e) přetržení základního materiálu

Zdroj: <http://slideplayer.cz/slide/3106566/>

4. PŘEKLIŽKY

O prvních překlízkách se dá hovořit již v období před naším letopočtem. Tenká prkénka, nařezaná nebo našťípaná ze vzácných dřevin, byla naklížena předběžně na tlusté prkno z obyčejného dřeva a pak byla obroušena na požadovanou tloušťku. Brusným prostředkem byl pravděpodobně pískovcový kámen. Potom byly takto získané dýhy odloupnuty z prozatimního podkladu k naklížení na konečný výrobek. Klížení se

provádělo kličem zahříváním nad otevřeným ohněm. Tato dávná primitivní výroba byla velmi pracná a zdlouhavá. Výrobků bylo proto používáno jen ke zdobení nejdražších věcí, určených jen pro nejzámožnější vrstvy obyvatel. Typickou ukázkou takovýchto výrobků byl trůn faraóna Tutanchamona (1361 - 1352 př. n. l.).

Termín překližka se ujal až v období 1. světové války, kdy nastal obrovský rozmach její výroby a použití hlavně pro výrobu letadel a vzducholodí [10].

Překližky jsou materiály na bázi dřeva. Hlavním důvodem, který vedl k vývoji těchto materiálů, byla snaha o výrobu produktů využívajících příznivé vlastnosti dřeva (izolační vlastnosti, snadná obrobitelnost, příznivé působení na prostředí, nízké výrobní nároky na energii) a zároveň překonávajících jeho nevýhody. Protože dřevo je materiál tvořený z vláken, který sesychá nebo bobtná pouze ve směru kolmém na vlákna, lze rozměrové změny materiálů na bázi dřeva minimalizovat vhodným konstrukčním řešením, například tzv. křížovým lepením tj. lepením materiálu tak, že směry vláken jednotlivých lepených vrstev jsou na sebe kolmé.

Mezi významné výhody těchto materiálů patří:

- možnost výroby produktů v rozměrech, které jsou omezovány pouze použitou výrobní technologií
- možnost efektivnějšího využití přírodního materiálu
- snadnější přizpůsobení měnícím se požadavkům trhu
- v porovnání s ostatními materiály, menší zatížení životního prostředí z důvodů minimální spotřeby chemických látek, které jsou ve výrobku obsaženy
- schopnost výroby materiálů s vysokou odolností vůči biotickým činitelům a proti ohni po přidání chemických přípravků a retardérů hoření.

Moderní materiály na bázi dřeva jsou vyráběny převážně ze sortimentů nízké kvality z rychle rostoucích druhů dřevin. Skutečnost, že surovina nízké kvality může být použita pro výrobu vysoce kvalitního produktu, je pokládána

za jednu z největších výhod těchto materiálů a to zejména v případech, kdy jsou pro výrobu používány malé průměry kulatin. Další výhodou je, že díky různým technologickým postupům mohou být z několika málo druhů dřevin vyráběny materiály se širokou škálou vlastností pro odlišné aplikace.

Překližka vznikne při vzájemném křížovém slepení tenkých velkoplošných listů dřeva (dých). Tento materiál má odstraněny některé nežádoucí vlastnosti masivního dřeva, zejména není anizotropní a je u něj výrazně sníženo sesychání a bobtnání. Použitím různých dřevin, volbou počtu vrstev a tloušťky jednotlivých dých, případně volbou druhu lepidla a úpravou povrchu je možno vyrobit překližky různého estetického vzhledu a mechanických a fyzikálních vlastností s nižší nebo vysokou odolností proti působení vlhkosti. Některé druhy překližek jsou určeny pro přímý styk s vlhkostí, jiné jsou určeny jen pro suché prostředí v interiéru. Český název tato skupina materiálů dostala podle původně používaných lepidel – kostního a kasinového klihu.

Pro výrobu překližek se obvykle používají měkčí dřeviny s nevýraznou kresbou a dřeviny méně ceněné. Z domácích dřevin se užívá smrk, borovice, topol, buk, bříza, olše. V minulosti se do ČR dovážela také tropická kulatina pro výrobu překližek, především africká limba a gabon [3].

4.1 Vlastnosti překližek

Vrstvené materiály překonávají svým konstrukčním uspořádáním z velké části tři nedostatky přírodního dřeva: materiálovou anizotropii a heterogenitu, nedostatečnou rozměrovou stabilitu při změnách vlhkosti a problémy při vytváření velkých ploch. Zachovávají však při tom původní vlastnosti přírodního dřeva, zejména možnosti obrábění a výhodný poměr mechanické pevnosti k jejich vlastní hustotě. Vrstvené materiály se vyznačují

velkoplošnými rozměry, stejnoměrností mechanických vlastností a větší odolností proti vnějším vlivům.

V porovnání s přírodním dřevem se lepené vrstvené materiály vyznačují větší tuhostí, větší odolností proti štípání a borcení.

Stále širší použití vrstvených kompozitních materiálů na konstrukční účely vede k rozsáhlému výzkumu mechanických a elastických vlastností těchto materiálů. Mechanické a elastické vlastnosti těchto materiálů ve velké míře závisí na složení souborů, ze kterých jsou vyrobeny. Mezi hlavní faktory, které ovlivňují mechanické vlastnosti překližek, je možné zařadit zejména počet vrstev, jejich tloušťku a uspořádání souborů dých, dále druh použitého dřeva [10].

Hlavními přednostmi překližek je odstranění anizotropního charakteru masivního dřeva a z toho vyplývající zajištění dobré pevnosti ve všech směrech i u poměrně tenkého materiálu (dna zásuvek, sedáky židlí). Další předností tohoto materiálu je omezení „pracování“ dřeva při změně vlhkosti prostředí. Překližky se běžně vyrábějí od 2 do 40 mm tloušťky. Použitím vhodného lepidla je možno zajistit vysokou odolnost lepených spojů, kterou je možno ještě zvýšit povrchovými nátěry, nebo nalisováním (laminováním) papírové folie s voděvzdornou pryskyřicí. Tyto překližky se používají jako bednicí materiál při betonáži ve stavebnictví.

Nepříznivým faktorem u překližek je jejich poměrně pracná výroba a z toho plynoucí vyšší cena. Při loupání může u některých tvrdých dřevin docházet vlivem nutného příčného ohýbání listu dýhy v loupacím stroji ke vzniku drobných trhlin, které se mohou projevit popraskáním nátěru až po konstrukci hotového výrobku [3].

4.2 Výroba překližek

Pro překližkářskou výrobu je charakteristické lepení velkoplošných desek i tvarovaných výrobků z tenkých vrstev. Lepené vrstvy opatřené

souvislým nánosem lepidla se lisují za dostatečně vysokých lisovacích tlaků, které dávají vznik velmi tenkým lepených spárám. Lisuje se zpravidla za zvýšené teploty s použitím termoplastických lepidel. I když lepení překližek za normální teploty není vyloučeno, užívá se ho jen zřídka, protože neúnosně prodlužuje lisovací cykly.

Vyrábějí se následující typy překližek:

- **truhlářské překližky** – určené pro zpracování v nábytkářském průmyslu
- **překližky vodovzdorné** – slouží pro technické použití ve stavebnictví, jako konstrukční materiál při stavbě dopravních prostředků, lodí, vagónů
- **obalové překližky** – jsou určeny pro technické použití; pro potravinářský průmysl se klade velký důraz na zdravotní nezávadnost
- **letecké překližky** – pro vysoce speciální použití, lepené z velmi tenkých dýh, vyžadují vodovzdorné lepení
- **tvárované překližky**, skořepinové konstrukce a jiné tvarované výrobky.

Operace při výrobě překližek:

- skladování suroviny – nejčastěji na zpevněné ploše (vyspádaná odkanalizovaná asfaltová plocha) s možností postřiku v teplém období
- zkracování kulatiny na výřezy se provádí mobilní nebo stacionární řetězovou pilou
- pro snížení řezného odporu a dosažení kvalitního povrchu dýhy je zpravidla nutno výřezy plastifikovat párou nebo horkou vodou v plastifikačních jamách nebo vanách
- plastifikované výřezy se dále odkorňují frézovacím odkorňovačem a dočišťují ručními frézky, dokonalé dočištění se provede ostřikem tlakovou vodou
- z teplých plastifikovaných výřezů se na loupacích strojích naloupou pásy dýh, většinou se užívají dvě délky výřezů s nadmírami (pro budoucí formát překližky 1220 x 2440 mm, příp. 1250 x 2500 mm)

- po rozstříhání pásů dých na příslušné formáty se dýhy suší v pásových sušárnách
- v oboustranné válcové nanášedce lepidla se na každou sudou vrstvu nanáší termoplastické lepidlo a na skládacím stole se ručně skládá soubor ze vzájemně křížených dých
- soubory dých se lisují ve vyhřívaných lisech. Vyšší teplota výrazně zrychluje vytvrzení termoplastických lepidel
- hotové překližky se ořezávají na přesné normalizované formáty, tmelem se vyspravují vady povrchu a brousí s cílem zajistit hladký povrch a přesnou tloušťku
- stejným postupem se vyrábějí tvarové překližky, lisování probíhá v lisech s vyhřívanými tvarovými formami [7, 10].

5. PRAKTICKÁ ČÁST

V této části práce jsou popsány praktické pokusy lepení vzorků překližek tavnými lepidly. Lepení vzorků probíhalo v laboratořích Katedry materiálu a strojírenské technologie za pomoci prof. Ing. Milana Brožka, CSc. Lepidlo bylo nanášeno ručně tavnou pistolí na připravené vzorky překližek. Lepení muselo být realizováno ve dvou osobách, jelikož manipulace s tavnou pistolí a rychlé slepení a zatížení lepené sestavy není technicky možné provádět jednou osobou.

Při pokusech byly použity čtyři druhy tavných lepidel. Lepidlo Termik 251, a Termik 12087, které vyrábí firma Termolan, s.r.o. Hradec Králové. Lepidlo VE 47301 znojemského výrobce Elnas, s.r.o. a lepidlo TO-73300 polského výrobce Toya.

Z originálních obalů, technických listů a informací od výrobce jmenovaných tavných lepidel byly zjištěny následující informace:

Termik 251, výrobce Termolan CZ, s.r.o., Hradec Králové

- lepidlo je vhodné pro lepení plastů, kovů, dřeva a obtížně lepených materiálů
- hustota 995,5 kg . m⁻³
- průměr tyčinky 11,4 mm
- délka tyčinky 200 mm
- hmotnost tyčinky 20 g
- pracovní teplota 170 – 190 °C
- doba tuhnutí 2 - 4 s
- barva žlutá
- cena 644 Kč . kg⁻¹

Termik 12087, výrobce Termolan CZ, s.r.o., Hradec Králové

- lepidlo je vhodné pro lepení plastů, kovů, dřeva, textilu a keramiky
- hustota 978,6 kg . m⁻³
- průměr tyčinky 11,4 mm
- délka tyčinky 300 mm
- hmotnost tyčinky 30,7 g
- pracovní teplota 180 – 210 °C
- doba tuhnutí 15 s
- barva transparentní
- cena 210 Kč . kg⁻¹

Tavné lepidlo VE47301, výrobce Elnas, s.r.o., Znojmo

- lepidlo je vhodné pro lepení plastů, kovů, dřeva, keramiky, textilu, lepenky, papíru
- hustota 990,5 kg . m⁻³
- průměr tyčinky 11,45 mm
- délka tyčinky 200 mm
- hmotnost tyčinky 20,2 g
- pracovní teplota 170 – 190 °C
- doba tuhnutí 25 s
- barva mléčně čirá
- cena 540 Kč . kg⁻¹

Tavné lepidlo TO-73300, výrobce TOYA, Polsko

- lepidlo je vhodné pro lepení plastů, kovů, dřeva, keramiky a kartonů)
- hustota 973,4 kg . m⁻³
- průměr tyčinky 11,3 mm
- délka tyčinky 200 mm
- hmotnost tyčinky 20 g
- pracovní teplota 170 – 220 °C
- doba tuhnutí 15 – 20 s
- barva transparentní
- cena 308 Kč . kg⁻¹

5.1 Příprava vzorků k lepení

Lepení bylo provedeno za podmínek doporučených výrobcem ruční tavné pistole a tavných lepidel. Bylo použito tavných lepidel ve formě tyčinky. Tavnou pistolí (obr. 7) se lepidlo roztavilo a v tekutém stavu se nanoslo na

jednu očištěnou stranu lepeného spoje. Slepění obou dílů se muselo provádět v relativně krátké době, pokud bylo lepidlo ještě teplé a tekuté. Ochlazením lepidlo ztuhlo a vytvořilo lepený spoj.

Lepeny byly vybrané vzorky třívrstvé překližky, a to borovicové, březové, bukové a smrkové. Překližka měla tloušťku 4 mm podle normy ČSN EN 636 (49 2419). Tato evropská norma stanoví požadavky na překližované desky definované v EN 313-2 pro všeobecné použití (mimo stavebnictví) a ve stavebnictví v suchém, vlhkém a venkovním prostředí. Uvádí systém klasifikace založený na ohybových vlastnostech [12].

Obr. 7 Tavná pistole



Zkušební vzorky byly rozměru 25 x 100 mm z výše uvedených třívrstvých překližek. Tyto vzorky byly vyřezány ve třech různých směrech:

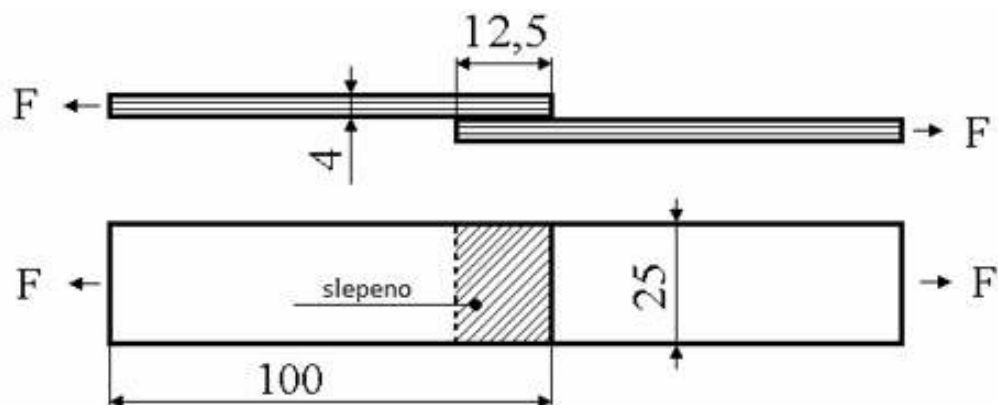
- sklon řezu 0°, tzn. ve směru většího rozměru polotovaru
- sklon řezu 45°, tzn. v šikmém směru
- sklon řezu 90°, tzn. ve směru menšího rozměru polotovaru.

K otestování pevnosti lepených spojů zhotovených pomocí ruční tavné pistole a kontaktního tavného lepidla byla použita zkouška vycházející principiálně z norem ČSN EN 1465 (66 8510) a ČSN EN 205 (66 8508). Norma ČSN EN 205 (66 8508) popisuje zkoušky lepidel na dřevo a dřevité materiály týkající se jejich odolnosti vůči horké a studené vodě. Může se použít pro hodnocení pevnosti slepu s tenkou nebo silnou vrstvou lepidla. Nenahrazuje zkoušky konečných výrobků [11].

Evropská Norma ČSN EN 1465 (66 8510) specifikuje metodu stanovení pevnosti ve smyku při tahovém namáhání přeplátovaných lepených sestav, zkouška se provádí na standardních zkušebních tělesech za předepsaných podmínek přípravy a zkoušení [13].

Tvar a rozměry zkušebních vzorků před a po slepení jsou zřejmé z obr. 8 [17].

Obr. 8 Tvar a rozměry zkušebního vzorku



5.2 Lepení zkušebních vzorků

Od každého zkoušeného tavného lepidla – Termik 251, Termik 12087, lepidlo VE 47301 a TO-73300, od každé zkoušené překližky – borovice, bříza, buk a smrk a od každého směru zatěžování – sklon řezu 0°, 45° a 90° bylo připraveno 12 lepených sestav. To znamená, že bylo slepeno 144 vzorků od každého druhu lepidla. Celkem tedy 576 vzorků. Vzorky před lepením byly pečlivě očištěny. Po slepení obou částí sestavy byly a okamžitě zatíženy, jak je vidět na obr. 9. Lepení probíhalo při teplotě $22\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Doba tuhnutí tavného lepidla byla delší než 24 h.

Při lepení byla zjišťována hmotnost lepidla spotřebovaného pro lepení série tří po sobě jdoucích vzorků. Tato spotřeba byla průměrem rozdělena na spotřebu lepidla pro jeden lepený spoj. Tyčinka byla vždy změřena před lepením série vzorků a pak po slepení série vzorků. Byl zjištěn úbytek lepidla v milimetrech a tento údaj byl následně převeden na hmotnost v gramech.

Po provedených zkouškách bylo zjištěno, že přesnější postup pro zjištění spotřeby tavného lepidla na jeden lepený vzorek není technicky možný. Při snížení počtu lepených sestav v sérii nebo pro každou lepenou sestavu není možné úbytek lepicí tyčinky změřit. Pro zjištění spotřeby lepidla se vycházelo z parametrů lepicích tyčinek (průměr, délka, hmotnost a hustota). Z těchto hodnot byla vypočtena hmotnost 1 mm spotřebovaného lepidla v gramech.

Základní vzorec pro výpočet hustoty: $\delta = \frac{m}{V}$

Výpočet hmotnosti: $m = \delta * V$

Obr. 9 Zatížení lepených vzorků



Problémem výpočtu spotřeby lepidla na jeden lepený spoj je vždy náročnost dávkování lepidla při jeho nanášení na lepený vzorek. Dávkovat lepidlo tak, aby dokonale pokrylo celou lepenou plochu a tím bylo stoprocentně využito na vytvoření lepeného spoje, lze jen pomocí automatických dávkovačů používaných v průmyslu. Tyto dávkovače dovedou lepidlo aplikovat přesně. Takto vysoký stupeň automatizace se využívá především u velkosériových výrob, kdy úspora vzniklá přesným dávkováním lepidla převyšuje pořizovací cenu tohoto zařízení. Na Technické fakultě takovéto zařízení není k dispozici a pořízení ani zapůjčení nebylo možné. Proto byla zvolena alternativa použití tavné pistole, jejíž použití je v praxi velice časté a oblíbené.

Při ručním nanášení tavného lepidla se obvykle v praxi nanáší větší množství lepidla než je nutné, aby došlo k jistému rozprostření lepidla po celé ploše lepeného spoje. Tím se předejde chybám spoje vlivem absence lepidla.

Při tomto způsobu nanášení lepidla vyteče přebytečné lepidlo při zatížení mimo spoj a je tedy nevyužito pro samotný lepený spoj. Tím se samozřejmě zvyšují náklady na spotřebu lepidla, ale naopak je zaručeno nanesení lepidla na celou lepenou plochu, čímž se zvyšuje pevnost lepeného spoje. Jak již bylo řečeno, ve velkosériové výrobě se tento způsob lepení nepoužívá, úspora je dosahována přesnými aplikátory lepidla.

Pro větší přesnost vypočtení hustoty lepidla a následně pak hmotnosti lepidla byly všechny tyčinky tavného lepidla zváženy na digitálních laboratorních váhách značky Kern, jak je vidět na obr. 10, dále pak byla změřena délka a průměr každé tyčinky pomocí digitálního posuvného měřidla.

Obr. 10 Digitální laboratorní váhy Kern



6. VÝSLEDKY A JEJICH HODNOCENÍ

Z množství metod navržených k hodnocení lepených spojů se převážně používají metody destruktivní, spočívající v hodnocení pevnosti spoje namáhaného ve smyku, v tahu, v odlupování a v rázu. Doplnkovými zkouškami bývají zkoušky pevnosti spojů při statické zatížení a zkoušky trvalé pevnosti za zvolených podmínek, např. za zvýšené teploty nebo po expozici v různých kapalinách.

Výsledek zkoušek slouží ke kontrole vlastností lepidel a spojů i jako podklad pro konstrukční výpočty [4].

6.1 Hodnocení lepených spojů

Pevnost lepených spojů v tahu. Zkouška slouží k hodnocení tzv. tupých, přeplátovaných i čelních spojů. Spoj se na universálním zkušebním stroji podrobí namáhání v tahu a při tom se měří síla potřebná k roztržení vzorku [4].

V praxi je známo, že pro většinu konstrukčních případů jsou vhodné přeplátované spoje. Kromě toho je známé, že pevnost spoje, jeho odolnost proti namáhání je daná nejenom pevností adhezivní vazby, ale také mechanickými vlastnostmi adherendu.

Přeplátované spoje tvoří velkou skupinu, a to nejen z hlediska konstrukce, ale i z hlediska spojovaných materiálů a jejich kombinací. Je zřejmé, že podle konstrukce se bude měnit i průběh napětí ve spoji, toto napětí není rozložené rovnoměrně. Napětí dosahuje maximální hodnoty na okrajích překrytí a nejmenší je v jeho středu [9].

K otestování pevnosti lepených spojů zhotovených pomocí ruční tavné pistole a kontaktního tavného lepidla v laboratořích Katedry materiálu a strojírenské technologie byla použita zkouška vycházející principiálně

z norem ČSN EN 1465 (66 8510) a ČSN EN 205 (66 8508). Podstatou zkoušky je namáhání zkušebního spoje ve smyku statickým tahem ve směru podélné osy, až do porušení vzorku. Pevnost ve smyku se udává v MPa [2].

Norma ČSN EN 205 (66 8508) popisuje zkoušky lepidel na dřevo a dřevité materiály týkající se jejich odolnosti vůči horké a studené vodě. Může se použít pro hodnocení pevnosti slepu s tenkou nebo silnou vrstvou lepidla. Nenahrazuje zkoušky konečných výrobků [11].

Evropská norma ČSN EN 1465 (66 8510) specifikuje metodu stanovení pevnosti ve smyku při tahovém namáhání přeplátovaných lepených sestav, zkouška se provádí na standardních zkušebních tělesech za předepsaných podmínek přípravy a zkoušení [13].

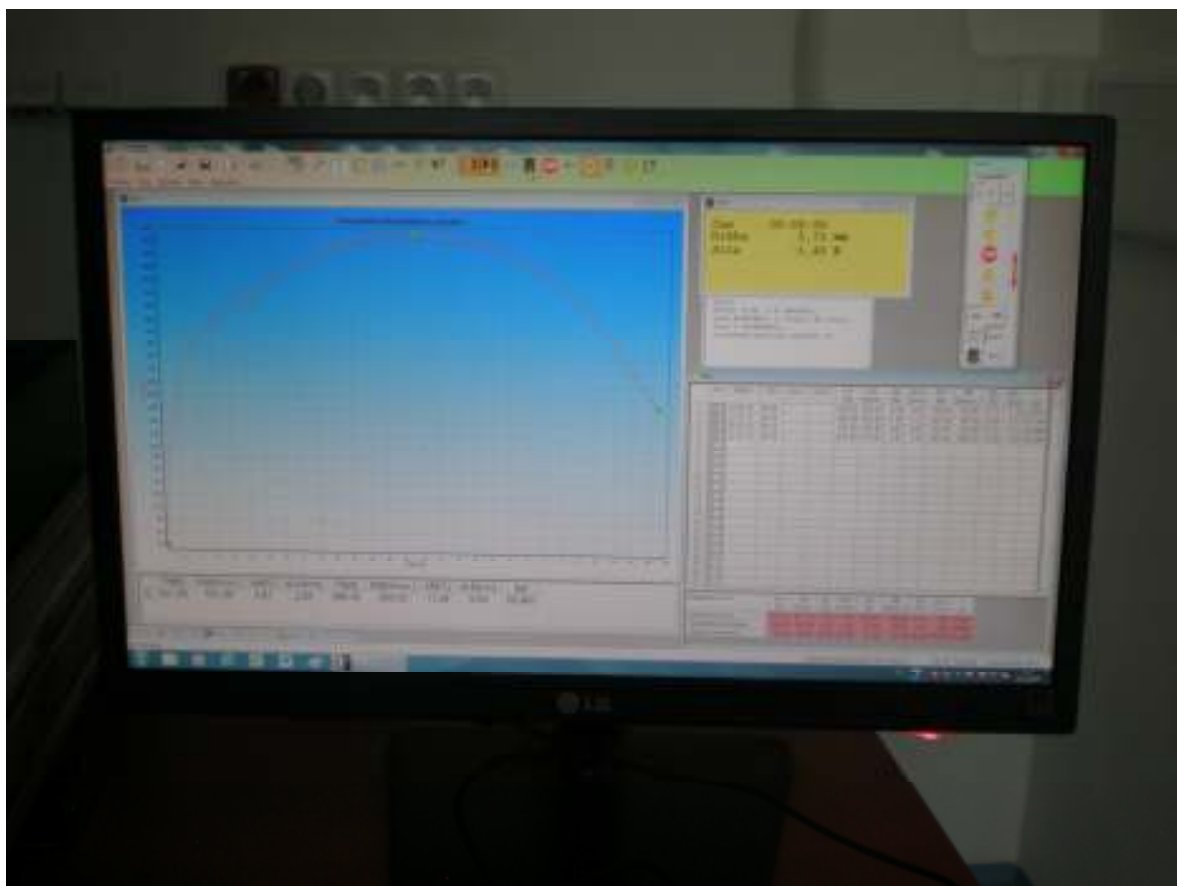
K vyvození síly byl použit Univerzální zkušební stroj LabTest 5.50 ST pro tahové a tlakové zkoušky (obr. 11). U tohoto stroje je použita nová měřicí a řídicí elektronika. Stroj má dva pracovní prostory a je určen pro mechanické zkoušky v tahu, tlaku, ohybu, pro statická a dynamická namáhání a zkoušky vzorků a celých výrobků. Tyto stroje se používají při kontrole kvality výroby, při vstupních a výstupních kontrolách materiálu a zboží ve strojírenské, automobilovém průmyslu a ve výzkumu a vývoji. Stroj má maximální zkušební sílu 50 kN, minimální zkušební testovací rychlost 0,001 mm.min⁻¹ a maximální testovací rychlost 600 mm.min⁻¹. Doporučená teplota pracovního prostředí je 10 - 35° C. Hmotnost tohoto zařízení je 368 kg. Součástí stroje je digitální měřicí a regulační elektronika, která je tvořena moduly a obsahuje řídicí mikropočítač, rozhraní, řízený měřicí zesilovač, číslicový regulátor rychlosti pohybu příčnicku a měřicí kanál polohy příčnicku s přesností 1µm. K přístroji je připojen počítač Intel Pentium s LCD monitorem obr. 12, na kterém se přehledně zobrazují všechny naměřené hodnoty.

Obr. 11 Univerzální zkušební stroj LabTest 5.50 ST



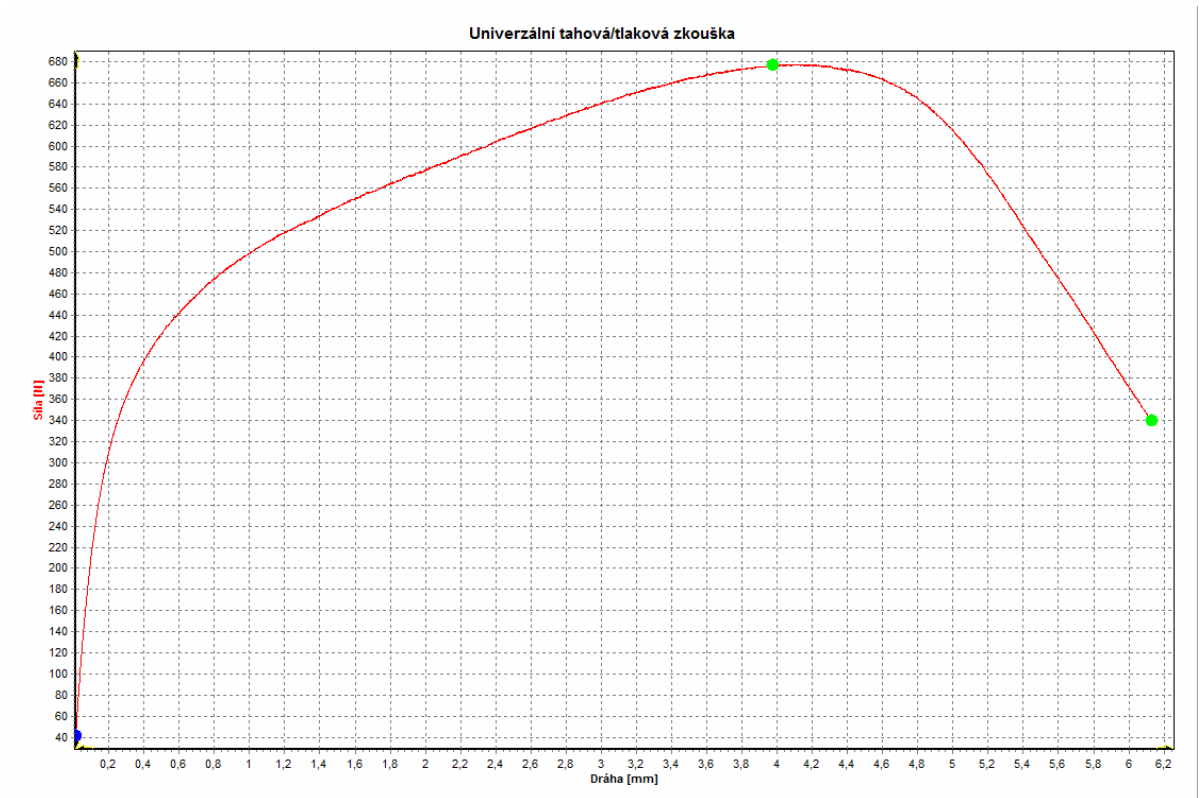
Pro účely výzkumu byla rychlost zatěžování slepených sestav nastavena na $10 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$.

Obr. 12 Monitor s naměřenými hodnotami

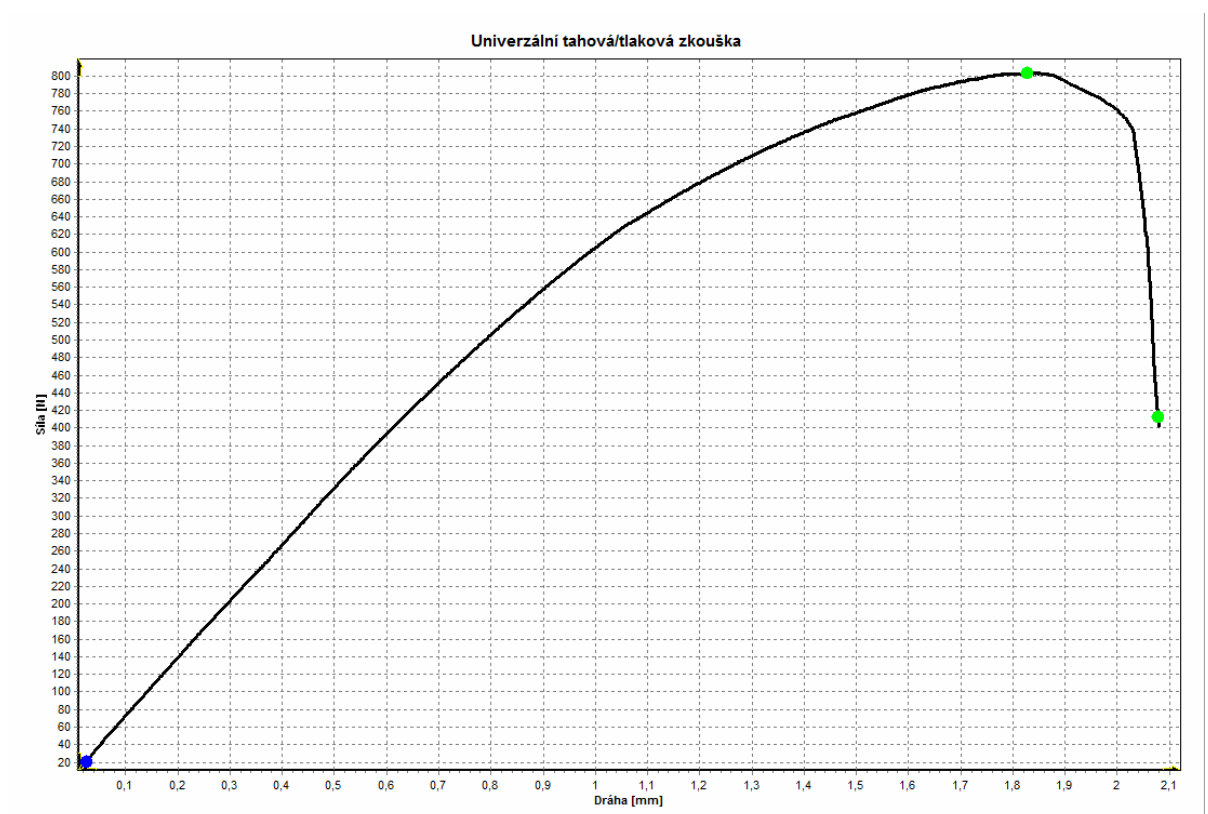


Každý slepený vzorek byl jednotlivě upevněn mezi horní a dolní čelisti Univerzálního zkušebního stroje LabTest 5.50 ST. Po dotažení a zkontrolování čelistí stroje byl spuštěn pracovní posuv stroje pomocí počítače. Upevněný vzorek začal být zatěžován postupně se zvyšující silou bez rázů. Zkouška byla automaticky ukončena při porušení (destrukci) spoje. Počítač zaznamenal u každého vzorku sílu potřebnou k destrukci vzorku v [N] a čas v [s]. Na základě těchto údajů sestavil křivku průběhu zkoušky. Kde na ose x je zobrazená dráha v [mm] a na ose y síla v [N]. Ukázka této křivky je zobrazena na obr. 13, 14 a 15.

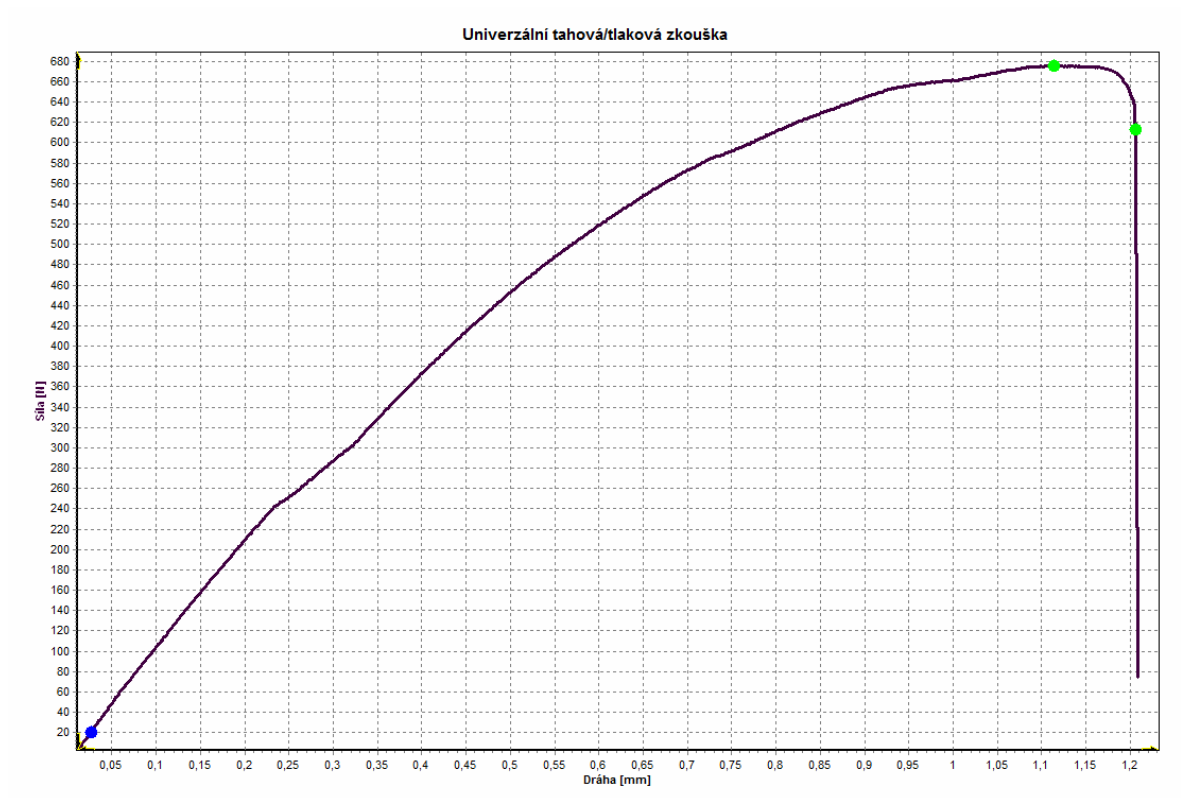
Obr. 13 Univerzální tahová zkouška u vzorku břízy, sklon 0°, lepidlo Termik 251



Obr. 14 Univerzální tahová zkouška u vzorku smrk, sklon 45°, lepidlo VE 47301



Obr. 15 Univerzální tahová zkouška u vzorku borovice, sklon 90°, lepidlo VE 47301



Po vyjmutí obou částí porušeného vzorku byla digitálním posuvným měřidlem změřena šířka a délka lepeného spoje (přelevu). Vynásobením těchto dvou hodnot byla vypočítána skutečná plocha přelevu daného spoje. Dále byl zaznamenán způsob porušení spoje, tedy adhezní nebo kohezní porušení ve spoji nebo v materiálu. Tyto údaje jsou shrnuty v tabulkách v příloze.

K porušení lepené sestavy došlo buď v lepeném spoji nebo v lepeném materiálu (překližce). To je dobře patrné z obrázků 16, 17, 18 a 19. Na obr. 16 je vidět odtržení materiálu, které jasně svědčí o úhlu řezu 45°. Na obr. 17 odtržený materiál koresponduje s úhlem 90°. Obr. 18 ukazuje adhezivní porušení spoje a obr. 19 kohezivní porušení spoje.

Obr. 16 Smrk 45°, lepidlo VE 47301



Obr. 17 Smrk 90°, lepidlo VE 47301



Obr. 18 Borovice 0°, lepidlo Termik 251



Obr. 19 Smrk 45°, lepidlo VE 4730z



Cílem provedených experimentů bylo zhodnotit vliv:

- směru zatížení při zkoušce (sklon 0°, 45° a 90°),
- druhu překližky (borovice, bříza, buk, smrk),
- druhu použitého tavného lepidla

na pevnost lepených sestav.

Naměřené hodnoty byly statisticky vyhodnoceny s využitím programu MS Excel a jsou shrnuty v grafech na obrázcích 20 - 23. Pro statistické hodnocení bylo použito aritmetického průměru a směrodatné odchylky, což je kvadratický průměr odchylek hodnot znaku od jejich aritmetického průměru.

Při testech pevnosti jsou uváděny hodnoty napětí při porušení spoje neboli meze pevnosti ve smyku. Tyto hodnoty jsou uváděny v MPa a byly vypočteny podle vztahu:

$$\tau = \frac{F}{S}$$

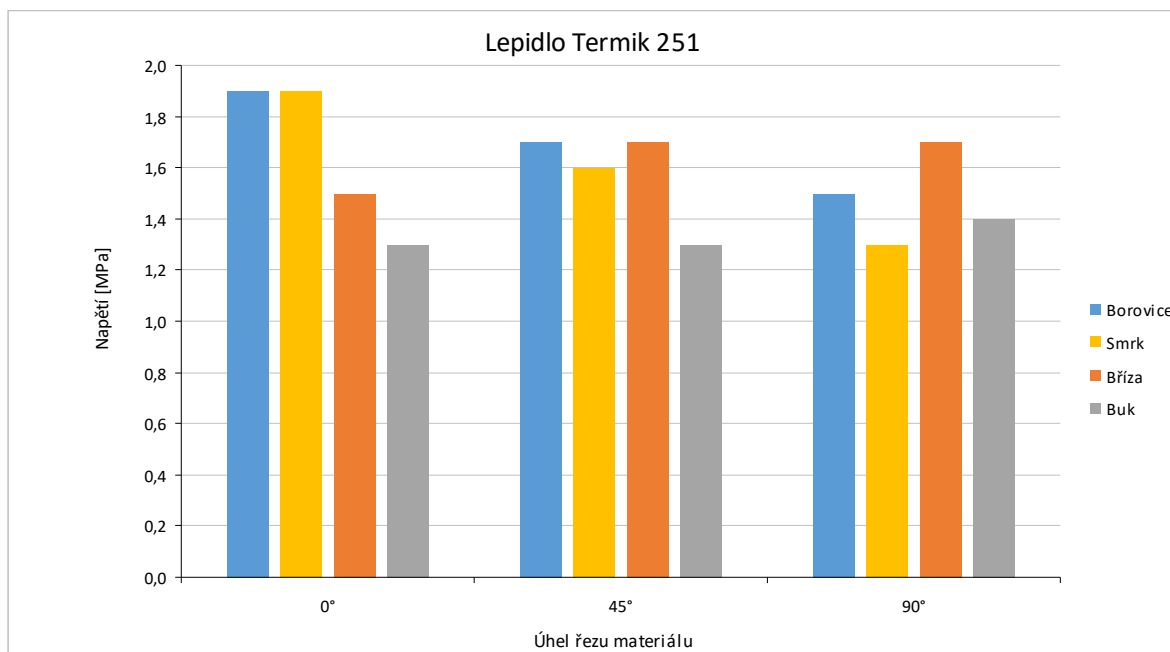
kde je:

τ napětí ve smyku tahem [MPa]

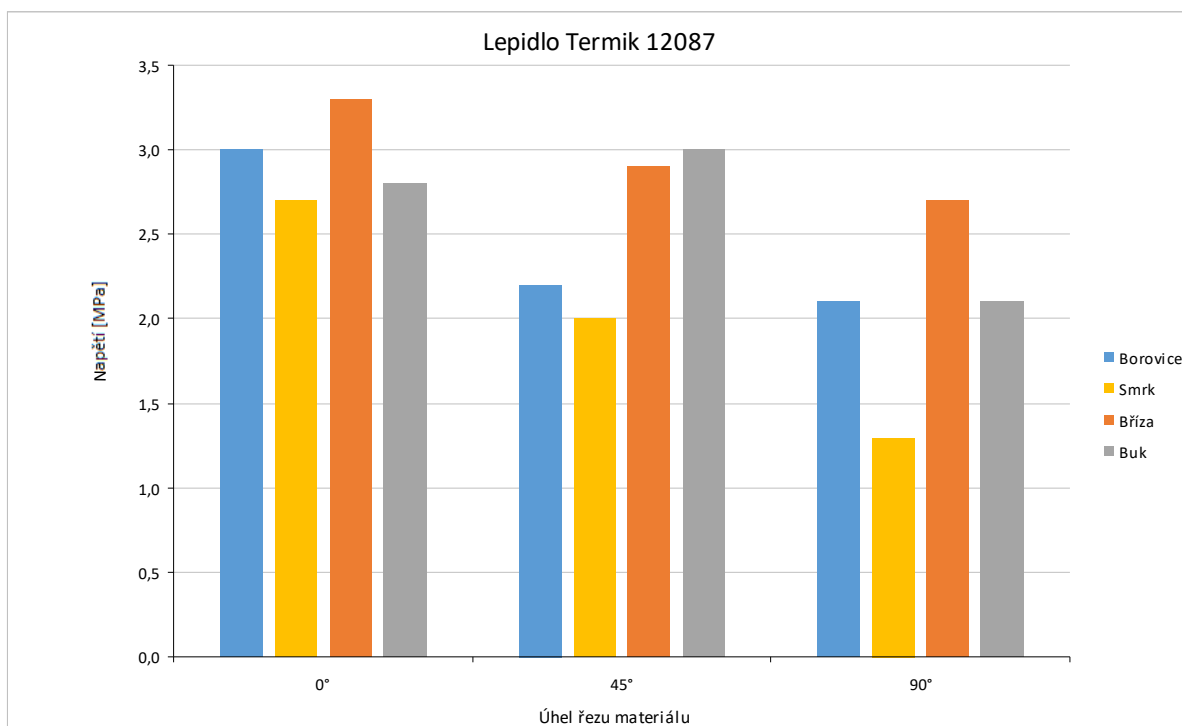
F síla při porušení vzorku [N]

S skutečná ploch spoje [mm²]

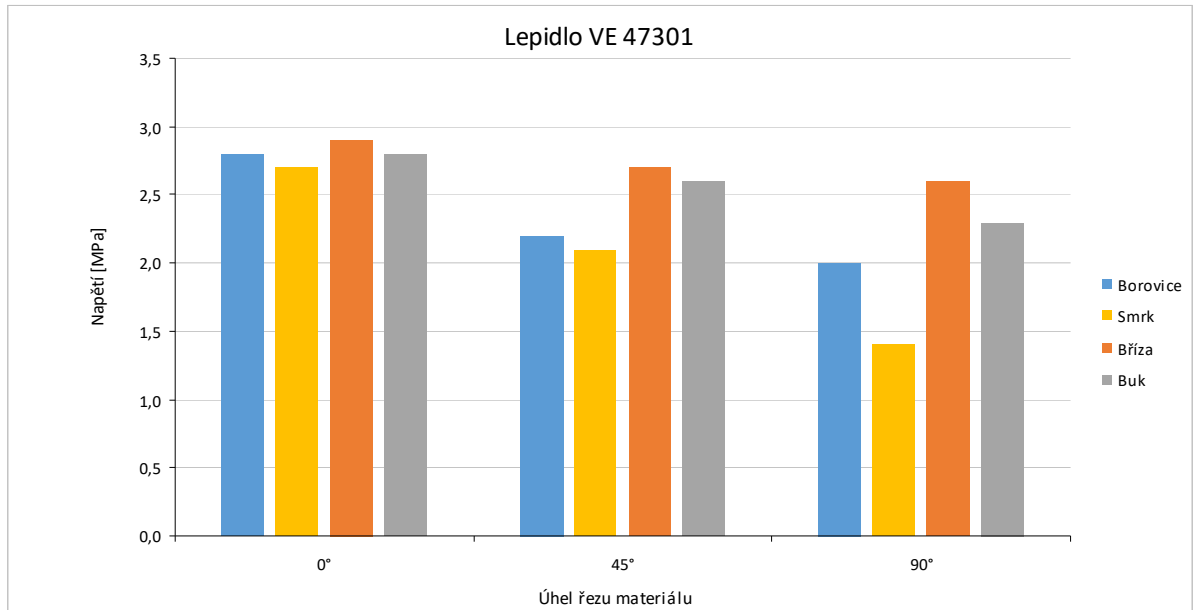
Obr. 20 Pevnost spoje v [MPa] pro lepidlo Termik 251



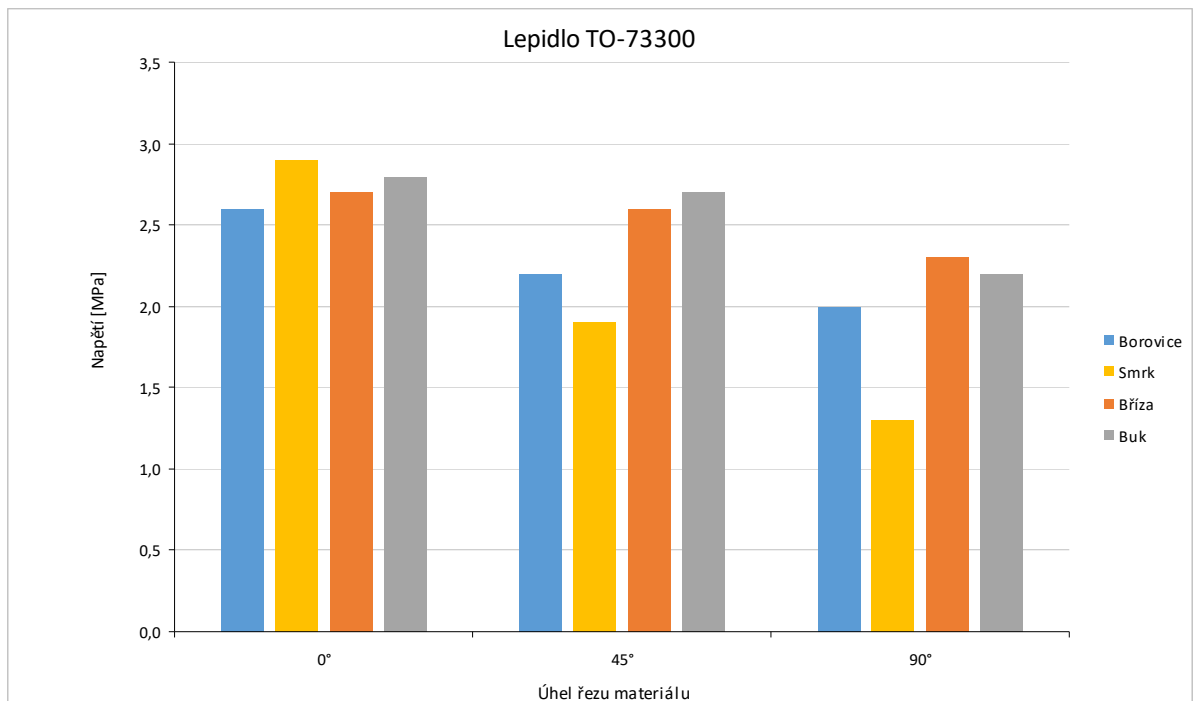
Obr. 21 Pevnost spoje v [MPa] pro lepidlo Termik 12087



Obr. 22 Pevnost spoje v [MPa] pro lepidlo VE 47301



Obr. 23 Pevnost spoje v [MPa] pro lepidlo TO-73300



Síla F byla zaznamenána výpočetní technikou Universálního zkušebního stroje LabTest 5.50 ST a skutečná plocha spoje S byla vypočtena z rozměrů lepeného spoje změřených digitálním posuvným měřidlem.

Z výsledků testů pevnosti, jejichž hodnoty jsou vyčísleny v MPa a jsou uvedeny v tab. 1, 2 a 3, je zřejmé, že spoje lepené lepidlem Termik 12087 mají nejvyšší pevnost ze všech použitých tavných lepidel. To platí bez ohledu na směr zatěžování zkoušených vzorků při zkoušce a bez ohledu na druh lepené překližky. Průměrná pevnost lepených spojů ve všech zkoumaných směrech zatěžování se pohybuje od 2,1 do 3 MPa. Pevnost spojů lepených tavnými lepidly VE 47301 a TO-73300 jsou téměř totožná. Jejich průměrné hodnoty se pohybují od 2 do 2,8 MPa. Nejnižší pevnost mají spoje lepené lepidlem Termik 251. Zde se hodnoty pohybují od 1,5 do 1,7 MPa.

Tab. 1 Pevnost lepených spojů pro úhel řezu 0° v [MPa]

Lepido	Borovice 0°	Bříza 0°	Buk 0°	Smrk 0°
Termik 251	1,9	1,5	1,3	1,9
Termik 12087	3,0	3,3	2,8	2,7
VE47301	2,8	2,9	2,8	2,7
TO-73300	2,6	2,7	2,8	2,9
Směrodat. odch.	0,41	0,67	0,65	0,38

Tab. 2 Pevnost lepených spojů pro úhel řezu 45° v [MPa]

Lepido	Borovice 45°	Bříza 45°	Buk 45°	Smrk 45°
Termik 251	1,7	1,7	1,3	1,6
Termik 12087	2,2	2,9	3,0	2,0
VE47301	2,2	2,7	2,6	2,1
TO-73300	2,2	2,6	2,7	1,9
Směrodat. odch.	0,22	0,46	0,65	0,19

Tab. 3 Pevnost lepených spojů pro úhel řezu 90° v [MPa]

Lepido	Borovice 90°	Bříza 90°	Buk 90°	Smrk 90°
Termik 251	1,5	1,7	1,4	1,3
Termik 12087	2,1	2,7	2,1	1,3
VE47301	2,0	2,6	2,3	1,4
TO-73300	2,0	2,3	2,2	1,3
Směrodat. odch.	0,23	0,39	0,35	0,04

Při testech pevnosti došlo k poruše lepeného spoje, a to buď v lepeném spoji, tedy adhezní nebo kohezní porušení lepeného spoje, nebo v materiálu, který je lepen. To znamená v překližce. Tyto údaje jsou shrnuty v tab. 4, 5 a 6. Číselné údaje, uvedené v tabulkách vyjadřují procento spojů porušených v lepeném spoji. Údaj, který zbývá do 100 % vyjadřuje poruchu v lepeném materiálu, tedy v překližce.

Z procentuálních údajů je zřejmé, že poměr poruch v lepidle a v lepeném materiálu závisí především na velikosti úhlu, pod kterým byly zkušební vzorky řezány z překližkových desek. Méně pak záleží na druhu zkoušené překližky.

Tab. 4 Výsledky zkoušek poruch v lepeném spoji pro úhel řezu 0°

Lepidlo	Borovice 0°	Bříza 0°	Buk 0°	Smrk 0°
Termik 251	75,0%	100,0%	100,0%	83,3%
Termik 12087	91,7%	100,0%	100,0%	83,3%
VE 47301	58,3%	100,0%	100,0%	83,3%
TO-73300	100,0%	100,0%	91,7%	91,7%

Tab. 5 Výsledky zkoušek poruch v lepeném spoji pro úhel řezu 45°

Lepidlo	Borovice 45°	Bříza 45°	Buk 45°	Smrk 45°
Termik 251	58,3%	83,3%	100,0%	50,0%
Termik 12087	25,0%	25,0%	33,3%	8,3%
VE 47301	50,0%	58,3%	58,3%	25,0%
TO-73300	33,3%	50,0%	58,3%	16,7%

Tab. 6 Výsledky zkoušek poruch v lepeném spoji pro úhel řezu 90°

Lepidlo	Borovice 90°	Bříza 90°	Buk 90°	Smrk 90°
Termik 251	50,0%	58,3%	83,3%	33,3%
Termik 12087	16,7%	16,7%	0%	0%
VE 47301	16,7%	33,3%	25,0%	41,7%
TO-73300	16,7%	33,3%	16,7%	16,7%

Výsledky zkoušek poruch v lepeném spoji potvrdily předpoklad, že nejvyšší únosnost má překližka řezaná z překližkové desky ve směru většího rozměru, tedy 2500 mm, ve sklonu 0°. Třívrstvá překližka je vyráběna tak, že obě krajní vrstvy jsou uloženy podélně, zatímco jedna vnitřní vrstva je uložena kolmo na ně, ve směru kratšího rozměru překližkové desky. Proto je možné předpokládat, že u vzorků vyříznutých ve směru delšího rozměru překližkové desky bude pevnost překližky nejvyšší. Zatímco u vzorků vyříznutých ve směru kratšího rozměru překližkové desky bude pevnost překližky nejnižší. Toto je zřetelně viditelné z tab. 4, kde jsou zkoušené lepené spoje vyříznuté z překližkové desky v úhlu 0°. U většiny vzorků došlo při zkoušce k porušení lepeného spoje, průměrně v 91 % případů. U březové překližky k tomu došlo dokonce ve všech případech, u bukové překližky (s výjimkou

jednoho vzorku) také. To znamená, že překližka měla vyšší únosnost než lepený spoj. Méně pevná byla smrková překližka, kde se porušily maximálně 2 vzorky překližky. Nejméně pevná byla borovicová překližka, kde bylo porušeno 1 až 5 vzorků překližky.

V tab. 6 je naopak patrná nejnižší pevnost překližek vyříznutých z překližkové desky ve směru menšího rozměru, v úhlu 90°. Naprostá většina vzorků byla porušena v překližce. Ve dvou případech u bukové a smrkové překližky, že byly dokonce porušeny všechny vzorky překližky. Tedy že se část nebo celá vrstva překližky oddělila.

U vzorků řezaných šikmo, sklon 45° došlo k poruše v lepeném spoji u zhruba 50 % zkušebních vzorků. To znamená, že pevnost lepeného spoje a pevnost překližky byly přibližně stejné.

Nelze opomenout ani srovnání jednotlivých časů, potřebných k destrukci zkušebního vzorku. Průměrné časy, potřebné k porušení jednotlivých vzorků jsou shrnuty v tab. 7. Jsou rozděleny podle jednotlivých druhů lepidel a podle úhlu, pod kterým je vzorek vyříznut. Jak je patrné, nejdelší doba, potřebná k porušení vzorku je vždy u úhlu 0°. Nejkratší doba je pro úhel řezu 90°. Při porovnání jednotlivých druhů lepidel je markantní rozdíl mezi tavným lepidlem Termik 251, u něhož k porušení zkušebního vzorku dojde až po 56,9 s (sklon 0°), resp. 46,7 s (sklon 45°), resp. 38,4 s (sklon 90°) s ostatními třemi testovanými lepidly, jejichž výsledky jsou zhruba stejné a pohybují se od 22,2 do 9,8 s.

Tato skutečnost svědčí o tom, že lepidlo Termik 251 má nejlepší lepivost ze všech testovaných lepidel. Jak již bylo řečeno, lepivost lepidla určuje povrchové napětí současně s viskozitou. Vnější znakem lepivosti je tzv. tažnost lepidla neboli délka vlákna, která se zkouší obvykle tahem mezi prsty. Jestliže se vlákna vytahují, je lepidlo dlouhé a obvykle silně lepí, což je evidentní u lepidla Termik 251 [8].

Při srovnání lepivosti lepidla a pevnosti lepeného spoje, je zřejmé, že v tomto případě vysoká lepivost nezaručila maximální pevnost lepeného spoje.

To potvrzují výsledky pevnosti lepených spojů z tab. 1, 2 a 3, kde se lepidlo Termik jeví spíše jako podprůměrné.

Tab. 7 Průměrný čas potřebný k deformaci vzorku

Lepidlo	Úhel řezu	Průměrný čas potřebný k deformaci [s]
Termik 251	0°	56,9
Termik 251	45°	46,7
Termik 251	90°	38,4
Termik 12087	0°	20,1
Termik 12087	45°	17,7
Termik 12087	90°	9,8
VE 47301	0°	22,2
VE 47301	45°	18,4
VE 47301	90°	13,2
TO-73300	0°	22,7
TO-73300	45°	20,7
TO-73300	90°	13,1

6.2 Ekonomické hodnocení spotřeby lepidla

Jak vyplývá z předchozího textu, bylo tavné lepidlo do spoje dávkováno ručně pomocí tavné pistole. V průběhu lepení zkušebních vzorků byla zjišťována jeho spotřeba.

V tab. 8 jsou shrnuty výsledky zjištěné spotřeby lepidla na jeden spoj a cena na tento spoj v Kč. Jednotlivá lepidla jsou rozdělena podle výrobce. Graficky je

spotřeba lepidla a cena jednoho spoje ukázána v grafech na obr. 24 a 25. V těchto grafech jsou použity průměrné hodnoty získané z tab. 8

Tab. 8 Spotřeba lepidla a cena na jeden vzorek

	Termik 251		VE47301		TO-73300		12087	
Vzorek	Spotřeba lepidla [g]	Cena [Kč]	Spotřeba lepidla [g]	Cena [Kč]	Spotřeba lepidla [g]	Cena [Kč]	Spotřeba lepidla [g]	Cena [Kč]
Borovice 0°	0,28	0,18	0,28	0,15	0,25	0,08	0,27	0,06
Borovice 45°	0,29	0,18	0,22	0,12	0,25	0,08	0,28	0,06
Borovice 90°	0,29	0,18	0,24	0,13	0,23	0,07	0,30	0,06
Bříza 0°	0,31	0,20	0,23	0,13	0,23	0,07	0,23	0,05
Bříza 45°	0,31	0,20	0,24	0,13	0,23	0,07	0,22	0,05
Bříza 90°	0,34	0,22	0,29	0,15	0,23	0,07	0,26	0,05
Buk 0°	0,35	0,23	0,28	0,15	0,26	0,08	0,24	0,05
Buk 45°	0,29	0,19	0,23	0,13	0,27	0,08	0,27	0,06
Buk 90°	0,30	0,20	0,23	0,13	0,26	0,08	0,24	0,05
Smrk 0°	0,29	0,19	0,25	0,13	0,24	0,08	0,28	0,06
Smrk 45°	0,31	0,20	0,22	0,12	0,23	0,07	0,27	0,06
Smrk 90°	0,27	0,17	0,26	0,14	0,24	0,07	0,28	0,06
Průměr	0,30	0,20	0,25	0,13	0,24	0,08	0,26	0,06
Směr. odch.	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00

Bylo zjištěno, že na slepení jednoho zkušební vzorku bylo spotřebováno:

0,31 ± 0,04 g tavného lepidla Termik 251

0,26 ± 0,04 g tavného lepidla Termik 12087

0,25 ± 0,04 g tavného lepidla VE47301

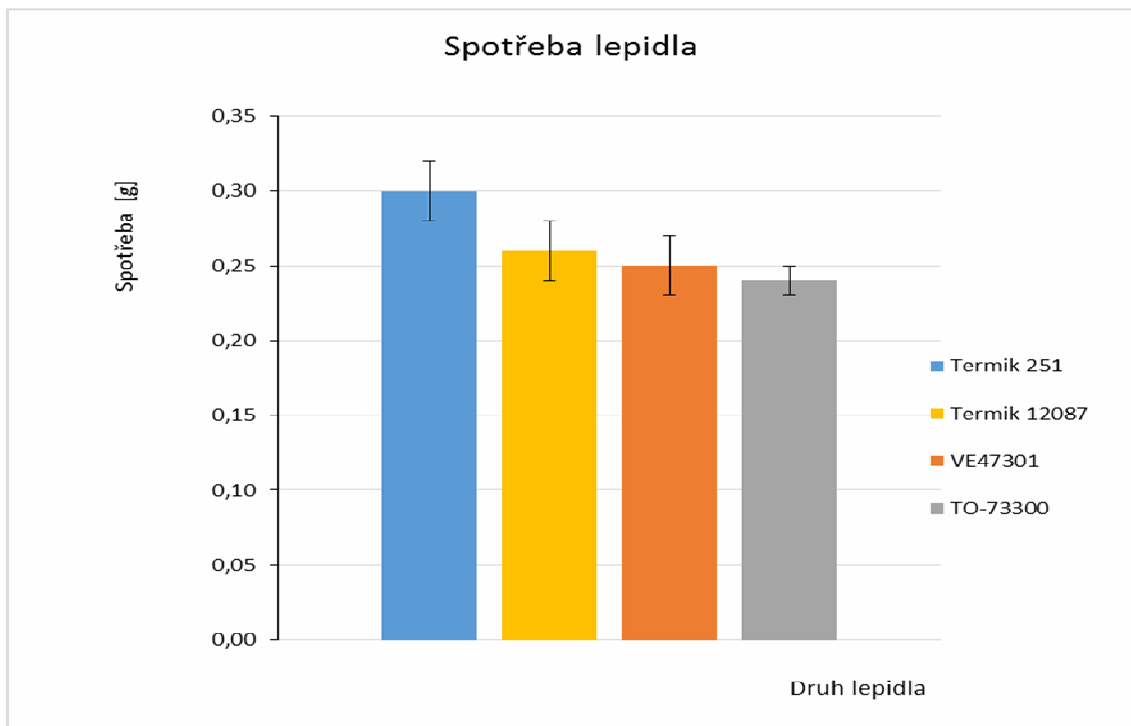
0,25 ± 0,02 g tavného lepidla TO-73300.

Průměrná spotřeba tavného lepidla potřebného na slepení jednoho spoje se pohybovala od 0,24 g lepidla TO-73300 do 0,30 g lepidla Termik 251 na jeden lepený spoj.

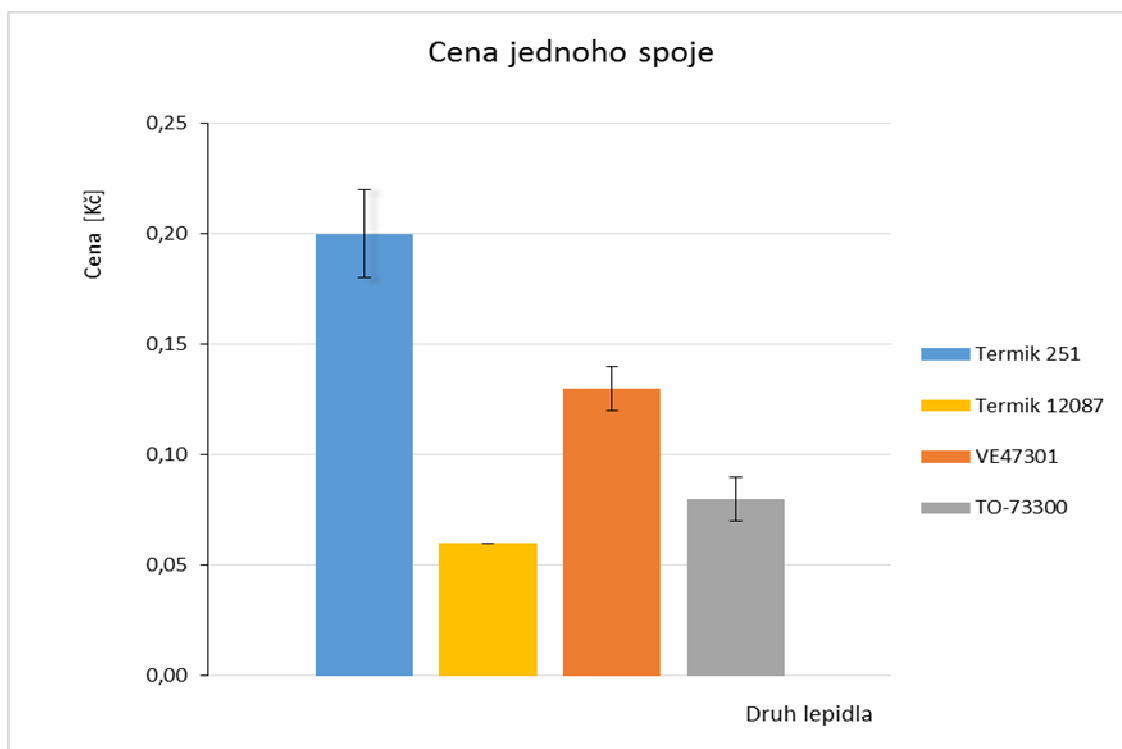
Této spotřebě odpovídá cena jednoho slepeného spoje:
0,20 ± 0,03 Kč u spoje lepeného lepidlem Termik 251
0,05 ± 0,01 Kč u spoje lepeného lepidlem Termik 12087
0,13 ± 0,02 Kč u spoje lepeného lepidlem VE47301
0,07 ± 0,01 Kč u spoje lepeného lepidlem TO-73300.

Z uvedených výsledků vyplývá, že nejnižších nákladů na jeden lepený spoj bylo dosaženo u lepidla Termik 12087 průměrně 0,06 Kč. Nízkých nákladů bylo dosaženo také u lepidla TO-73300 a to průměrně 0,08 Kč na jeden lepený spoj. Nejdražší lepený spoj byl lepen lepidlem Termik 251, jeho cena byla vypočtena na 0,20 Kč.

Obr. 24 Spotřeba lepidla na jeden spoj



Obr. 25 Cena jednoho lepeného spoje



Z finančního hlediska je nejlevnější použití tavného lepidla Termik 12087. Naopak nejdražší vyjde spoj lepený lepidlem Termik 251. Pro názornější představu je přepočítáno kolik lepených sestav je možné při uvedených spotřebách lepidel zhotovit z jednoho kg určitého lepidla a v jaké celkové ceně:

3225 sestav z 1 kg lepidla Termik 251, v celkové ceně 644 Kč

3846 sestav z 1 kg lepidla Termik 12087, v celkové ceně 210 Kč

4000 sestav z 1 kg lepidla VE47301, v celkové ceně 540 Kč

4000 sestav z 1 kg lepidla TO-73300, v celkové ceně 308 Kč.

Hodnoty v tab. 9 ukazují závislost mezi silou lepeného spoje vyjádřenou v MPa jeho cenou v Kč. Jak již bylo zmíněno, nejvyšší pevnosti lepeného spoje bylo dosaženo lepidlem Termik 12087, a to v průměru 2,5 MPa. K této nejvyšší pevnosti se vztahuje nejnižší cena 0,06 Kč na jeden lepený spoj. Naopak nejnižší pevnosti dosahovalo lepidlo Termik 251 (průměrně 1,6 MPa) s nejvyšší cenou na jeden lepený spoj (0,20 Kč). Další dvě hodnocená lepidla vykazují

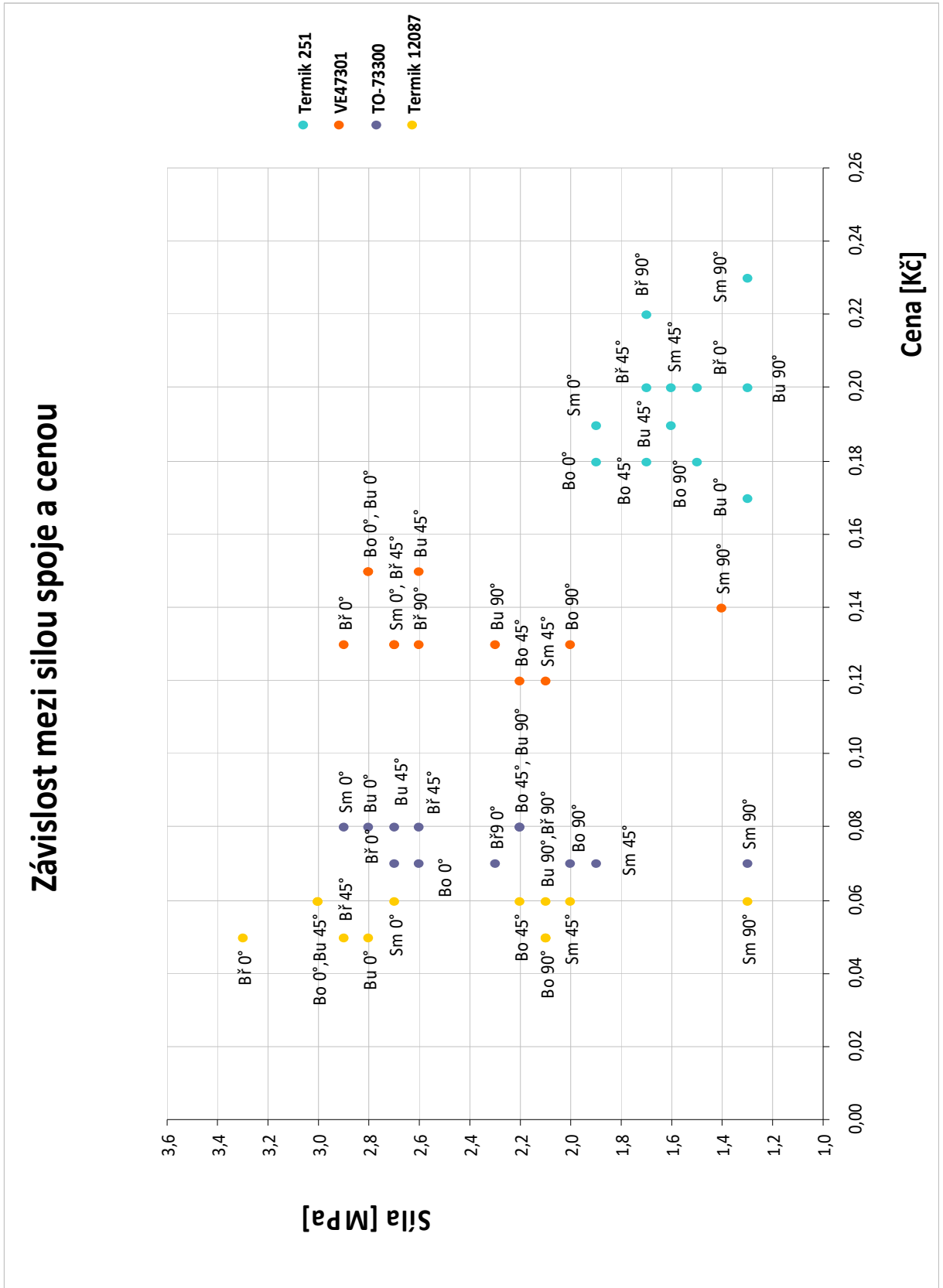
téměř stejnou pevnost lepeného spoje. Ceny těchto dvou lepených spojů se liší velmi málo.

Tab. 9 Závislost mezi silou spoje a cenou

	Termik 251		VE47301		TO- 73300		Termik 12087	
Vzorek	Síla [MPa]	Cena [Kč]	Síla [MPa]	Cena [Kč]	Síla [MPa]	Cena [Kč]	Síla [MPa]	Cena [Kč]
Borovice 0°	1,9	0,18	2,8	0,15	2,6	0,08	3,0	0,06
Borovice 45°	1,7	0,18	2,2	0,12	2,2	0,08	2,2	0,06
Borovice 90°	1,5	0,18	2,0	0,13	2,0	0,07	2,1	0,06
Bříza 0°	1,5	0,20	2,9	0,13	2,7	0,07	3,3	0,05
Bříza 45°	1,7	0,20	2,7	0,13	2,6	0,07	2,9	0,05
Bříza 90°	1,7	0,22	2,6	0,15	2,3	0,07	2,1	0,05
Buk 0°	1,3	0,23	2,8	0,15	2,8	0,08	2,8	0,05
Buk 45°	1,6	0,19	2,6	0,13	2,7	0,08	3,0	0,06
Buk 90°	1,3	0,20	2,3	0,13	2,2	0,08	2,1	0,05
Smrk 0°	1,9	0,19	2,7	0,13	2,9	0,08	2,7	0,06
Smrk 45°	1,6	0,20	2,1	0,12	1,9	0,07	2,0	0,06
Smrk 90°	1,3	0,17	1,4	0,14	1,3	0,07	1,3	0,06
Průměr	1,6	0,20	2,4	0,13	2,4	0,08	2,5	0,06
Směr.od.	0,20	0,02	0,42	0,01	0,44	0,01	0,55	0,00

V následujícím grafu na obr. 26 je názorně vidět, jak nejvyšší hodnoty pevnosti spoje lepeného lepidlem Termik 12087 odpovídají cenové hladině 0,05 - 0,06 Kč. Na opačné straně grafu jsou znázorněny nejnižší pevnostní hodnoty lepidla Termik 251, které korespondují s nejvyšší cenovou hladinou 0,17 - 0,23 Kč. Mezi těmito hodnotami se nacházejí téměř shodné pevnostní hodnoty lepidel TO-73300 a VE47301. Mezi jejich cenovými hranicemi je rozdíl 0,05 Kč.

Obr. 26 Závislost mezi silou spoje a cenou



7. ZÁVĚR

V diplomové práci jsou shrnuty informace, které se týkají spojování materiálů pomocí technologie lepení. V úvodu práce byl nastíněn historický vývoj lepení, který sahá až do dob starého Egypta. Dále zde byla popsána teorie lepení, termíny, které se používají, druhy používaných lepidel a také výhody a nevýhody, které tato technologie přináší. Byly zde také shrnuty informace o lepeném materiálu, tedy o překližkách. Jak se tento materiál vyrábí, jeho vlastnosti a možnosti použití.

V praktické části jsou shrnuty poznatky laboratorních experimentů, při kterých bylo připraveno celkem 576 vzorků. Jednalo se o vzorky třívrstevných překližek, a to borovicové, bukové, březové a smrkové. Vzorky o rozměru 25 x 100 mm byly vyříznuty podle ČSN EN 636 (49 2419) z překližkové desky tloušťky 4 mm a rozměru 2500 x 1250 mm. Vzorky byly vyříznuty ve třech směrech zatěžování, a to podélně - sklon řezu 0°, šikmo - sklon řezu 45° a příčně - sklon řezu 90°. Z každého druhu překližky a každého sklonu řezu bylo připraveno 12 sestav vzorků. Každých 12 sestav vzorků bylo ručně lepeno pomocí tavné pistole čtyřmi druhy tavných lepidel - Termik 251, Termik 12087, lepidlo VE 47301a lepidlo TO-73300. To znamená, že bylo slepeno 144 vzorků od každého druhu lepidla. Během lepení byla sledována spotřeba lepidla na zhotovení jednoho lepeného spoje, který byl v délce 12,5 mm.

Všechny slepené vzorky byly podrobeny pevnostním laboratorním zkouškám provedených podle modifikované normy ČSN EN 1465 (66 8510). Vzorky byly zatěžovány na Universálním zkušebním stroji LabTest 5.50 ST až do jejich destrukce. Při této zkoušce byla počítačově zaznamenávána síla potřebná k destrukci. Sledována byla také forma porušení lepeného spoje, ke kterému docházelo buď v lepené ploše nebo ve slepovaném materiálu, tedy v překližce. Forma porušení lepeného spoje byla posuzována vizuálně.

Výsledky získané laboratorními zkouškami byly statisticky vyhodnoceny pomocí programu MS Excel. Z výsledků vyplývá, že lepení smrkové, bukové, borovicové a březové překližky tavnými lepidly pomocí ruční tavné pistole je technologicky jednoduché a dávkování lepidla je

relativně rovnoměrné. Všechna použitá lepidla vytvářela lepené spoje bez problémů a práce s nimi nepřinášela žádné problémy.

Při použití tavných lepidel pro lepení různých druhů překližek byla dosažena pevnost lepeného spoje tavným lepidlem Termik 251 od 1,3 do 1,9 MPa. Při použití lepidla Termik 12087 byla pevnost lepeného spoje od 1,3 do 3,3 MPa. Lepidlem VE 47301 bylo dosaženo pevnosti lepeného spoje od 1,4 do 2,9 MPa a lepidlem TO-73300 bylo dosaženo pevnosti od 1,3 do 2,9 MPa. Obecně lze tedy použití tavných lepidel pro lepení překližky doporučit, jelikož pevnost lepeného spoje je srovnatelná s pevností lepeného materiálu. Z těchto výsledků je zřejmé, že spoje lepené lepidlem Termik 12087 mají nejvyšší pevnost ze všech použitých tavných lepidel. To platí bez ohledu na směr zatěžování zkoušených vzorků při zkoušce a bez ohledu na druh lepené překližky. Pevnost spojů lepených tavnými lepidly VE 47301 a TO-73300 je téměř totožná. Nejnižší pevnost mají spoje lepené lepidlem Termik 251.

Při zátěžových testech docházelo k destrukci lepených vzorků vyřezaných podélně – sklon řezu 0° převážně v lepené ploše, průměrně v 91 %. To znamená, že překližka měla vyšší pevnost než lepený spoj. U zkušebních vzorků řezaných šikmo – sklon řezu 45° zhruba polovina byla porušena v lepené ploše. To znamená, že pevnost lepeného spoje a pevnost překližky byly přibližně stejné. U vzorků vyřezaných příčně – sklon řezu 90° byla naprostá většina vzorků porušena v překližce. Ve dvou případech u bukové a smrkové překližky, byly dokonce porušeny všechny vzorky v překližce. Tedy že se část nebo celá vrstva překližky odloupla.

To znamená, že u vzorků vyříznutých ve směru delšího rozměru překližkové desky (sklon řezu 0°) je pevnost překližky nejvyšší. Zatímco u vzorků vyříznutých ve směru kratšího rozměru překližkové desky (sklon řezu 90°) je pevnost překližky nejnižší. Z hlediska únosnosti lepeného spoje je dominantní kritérium směr zatěžování zkušebního vzorku a také druh použitého lepidla. Důvodem je skutečnost, že síla potřebná k destrukci vláken překližky je vyšší než síla potřebná k oddělení slepených překližek. Z tohoto poznatku vyplývá, že lepené spoje překližek je vhodné projektovat tak, aby

zatěžující síly působily rovnoběžně s dřevními vlákny jejich krajních vrstev. Tímto způsobem je možné dosáhnout lepených spojů s nejvyšší pevností.

Průměrná spotřeba tavného lepidla potřebného na slepení jednoho spoje byla nízká. Pohybovala se od 0,24 g na jeden lepený spoj u lepidel VE 47301 a TO-73300, do 0,30 g na jeden lepený spoj u lepidla Termik 251. Jak již bylo uvedeno, při ručním nanášení tavného lepidla se obvykle nanáší větší množství lepidla než je nutné, aby zaručeně došlo k nanesení lepidla na celou plochu spoje. Tím se předejde chybám spoje vlivem absence lepidla. Při tomto způsobu nanášení lepidla vyteče přebytečné lepidlo při zatížení mimo spoj a je tedy nevyužito pro samotný lepený spoj. Tím se samozřejmě zvyšují náklady na spotřebu lepidla, ale naopak se zvyšuje pevnost lepeného spoje. Ve velkosériové výrobě se tento způsob lepení nepoužívá, úspora je dosahována přesnými aplikátory lepidla.

Ekonomické zhodnocení spotřeby lepidla ukázalo, že nejnižších nákladů na jeden lepený spoj bylo dosaženo lepidlem Termik 12087. Náklady dosahovaly částky $0,05 \pm 0,01$ Kč na jeden lepený spoj. Nízkých nákladů bylo dosaženo také u lepidla TO-73300 ($0,07 \pm 0,01$ Kč). Naopak nejvyšší náklady byly dosaženy u lepidla Termik 251, a to $0,20 \pm 0,03$ Kč na jeden lepený spoj. Částka na lepený spoj posledního testovaného tavného lepidla VE 47301 byla $0,13 \pm 0,02$ Kč na jeden lepený spoj.

Při uvedené spotřebě jednotlivých tavných lepidel na jeden lepený spoj je možné slepit 3846 zkušebních vzorků z 1 kg lepidla Termik 12087, v celkové ceně 210 Kč. Což je jednoznačně finančně nejvýhodnější varianta použití tavného lepidla. Pro srovnání, z 1 kg lepidla Termik 251, které bylo hodnoceno jako nejdražší, je možné slepit 3225 zkušebních vzorků v celkové ceně 644 Kč.

Po zhodnocení všech zjištěných parametrů je možné tavná lepidla doporučit pro lepení překližek. Nejen pro svoji jednoduchou a bezproblémovou aplikaci, ale také pro kvalitu a pevnost lepeného spoje. Významné je i finanční hledisko, jelikož cena lepeného spoje je nízká. Ze čtyř testovaných tavných lepidel lze jednoznačně doporučit lepidlo Termik 12087, výrobce Termolan CZ, s.r.o., Hradec Králové. Cena lepeného spoje je nejnižší,

ale zároveň má nejvyšší pevnost lepeného spoje ze všech zkoušených tavných lepidel.

Výsledky získané během řešení diplomové práce byly zpracovány do podoby článku, který byl přijat k publikování v časopise Manufacturing Technology [17] a indexován v databázi SCOPUS. Potvrzení o přijetí k publikování článku v uvedeném časopise je součástí příloh této práce.

8. POUŽITÉ ZDROJE

- [1] BROŽEK, Milan. *Základy strojírenské technologie (návody na cvičení)*. Praha: ČZU, 2001. 163 s. ISBN 80-213-0724-2.
- [2] PETERKA, Jindřich. *Lepení konstrukčních materiálů ve strojnictví*. 1. vydání. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1980. 792 s. 04-216-80.
- [3] EISNER, Karel a kol. *Příručka lepení dřeva*. 2. přepracované a rozšířené vydání. Praha: SNTL – Státní nakladatelství technické literatury, 1966. 287 s. 04-821-66.
- [4] OSTEN, Miloš. *Práce s lepidly a tmely*. 2. přepracované vydání. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1982. 288 s. 04-332-82.
- [5] POKORNÝ, Jiří. *Lepení a tmelení v dílně i domácnosti*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2000. 108 s. ISBN 80-7169-857-1.
- [6] PIZZI, Antonio; MITTAL, Kashmiri L. *Handbook of Adhesive Technology*. 2. vydání. New York: Marcel Dekker, 2003. 1036 s. ISBN 0-8247-0986-1.
- [7] DAVID, Stanislav; KRATOCHVÍL, Karel. *Materiály pro 2. ročník SPŠ dřevařských*. 2. vydání. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1986. 144 s. 04-803-86.
- [8] BOUBLÍK, Vlastimil. *Lepidla a jejich příprava*. 2. vydání. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1966. 192 s. 04-952-66.
- [9] KOVAČIČ, Ľudomír. *Lepenie kovov a plastov*. 2. opravené vydanie. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1984. 400 s. 63-002-84.

- [10] KRÁL, Pavel; HRÁZSKÝ, Jaroslav. *Kompozitní materiály na bázi dřeva Část 2: Dýhy a vrstvené masivní materiály*. 1. vydání. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2005. 210 s. ISBN 80-7157-878-9.
- [11] Norma: ČSN EN 205 (66 8508) Lepidla - Lepidla na dřevo pro nekonstrukční aplikace - Stanovení pevnosti lepeného spoje ve smyku při tahovém namáhání. Praha, Český normalizační institut, 2003. 16 s.
- [12] Norma: ČSN EN 636 (49 2419) Překližované desky - Požadavky . Praha, Český normalizační institut, 2013. 18 s.
- [13] Norma: ČSN EN 1465 (66 8510) Lepidla - Stanovení pevnosti ve smyku při tahovém namáhání přeplátovaných lepených sestav. Praha, Český normalizační institut, 2009. 12 s.
- [14] EBNESAJJAD, Sina. *Handbook of Adhesives and Surface Preparation*. 1. vydání. Amsterdam: Elsevier, 2011. 450 s. ISBN 978-1-4377-4461-3.
- [15] CAGLE, Charles V. ; LEE, Henry; NEVILLE, Kris. *Handbook of Adhesive Bonding*. 1. vydání. New Your: McGraw-Hill, 1973. 754 s. ISBN 978-0-0700-9588-5.
- [16] COGNARD, Phillipe. *Handbook of Adhesives and Sealants*. 1. vydání. Amsterdam: Elsevier, 2006. 512 s. ISBN 978-0-0804-4708-7.
- [17] BROŽEK, Milan; NOVÁKOVÁ, Alexandra; PÍŠOVÁ, Helena. Bonding of plywood using hot melt adhesives. *Manufacturing Technology*, 2017. (Publikování potvrzeno 23. 3. 2017).

9. SEZNAM TABULEK

Tab. 1	Pevnost lepených spojů pro úhel 0° v [MPa]	40
Tab. 2	Pevnost lepených spojů pro úhel 45° v [MPa]	40
Tab. 3	Pevnost lepených spojů pro úhel 90° v [MPa]	41
Tab. 4	Výsledky zkoušek poruch v lepeném spoji, úhel řezu 0°	41
Tab. 5	Výsledky zkoušek poruch v lepeném spoji, úhel řezu 45°	42
Tab. 6	Výsledky zkoušek poruch v lepeném spoji, úhel řezu 90°	42
Tab. 7	Průměrný čas potřebný k deformaci vzorku	44
Tab. 8	Spotřeba lepidla a cena na jeden vzorek	45
Tab. 9	Závislost mezi silou spoje a cenou	48

10. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1	Struktura lepeného spoje	3
Obr. 2	Typy lepených spojů	5
Obr. 3	Adheze lepeného materiálu	7
Obr. 4	Smáčivost povrchu materiálu	9
Obr. 5	Tyčinky tavného lepidla Termik	14
Obr. 6	Možná poškození lepených spojů	16
Obr. 7	Tavná pistole	24
Obr. 8	Tvar a rozměry zkušební vzorku.....	25
Obr. 9	Zatížení lepených vzorků	27
Obr. 10	Digitální laboratorní váhy Kern	28
Obr. 11	Universální zkušební stroj LabTest 5.50 ST	31
Obr. 12	Monitor s naměřenými hodnotami	32
Obr. 13	Universální tah. zkouška u vzorku břízy 0°, Termik 251.....	33
Obr. 14	Universální tah. zkouška u vzorku smrku 45°, VE 47301	33
Obr. 15	Universální tah. zkouška u vzorku borovice 90°, VE 47301.....	34
Obr. 16	Smrk 45°, lepidlo VE 47301.....	35
Obr. 17	Smrk 90°, lepidlo VE 47301.....	25
Obr. 18	Borovice 0°, lepidlo Termik 251.....	36
Obr. 19	Smrk 45°, lepidlo VE 47301.....	36
Obr. 20	Pevnost spoje v [MPa] pro lepidlo Termik 251	38
Obr. 21	Pevnost spoje v [MPa] pro lepidlo Termik 12087	38
Obr. 22	Pevnost spoje v [MPa] pro lepidlo VE 47301	39
Obr. 23	Pevnost spoje v [MPa] pro lepidlo TO-73300, polské	39
Obr. 24	Spotřeba lepidla na jeden spoj	46
Obr. 25	Cena jednoho lepeného spoje	47
Obr. 26	Závislost mezi silou spoje a cenou	49

11. PŘÍLOHY

1. Tabulky naměřených hodnot jednotlivých lepidel, překližek a úhlů.

Borovice 0°, lepidlo 251

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	13,05	24,67	321,94	2,30	0,23	0,15	604,70	35,63	1,9	koheze
2	12,96	25,02	324,26	2,30	0,23	0,15	457,95	33,99	1,4	koheze
3	13,12	24,92	326,95	2,30	0,23	0,15	510,85	30,00	1,6	koheze
4	12,44	24,83	308,89	3,00	0,31	0,20	656,25	30,69	2,1	koheze
5	12,95	24,83	321,55	3,00	0,31	0,20	686,15	32,98	2,1	koheze
6	12,87	25,02	322,01	3,00	0,31	0,20	674,50	36,06	2,1	koheze
7	13,01	24,98	324,99	2,60	0,27	0,17	678,10	38,92	2,1	slepení neporušeno, odtržený materiál
8	13,45	24,90	334,91	2,60	0,27	0,17	636,60	40,11	1,9	koheze
9	13,55	24,98	338,48	2,60	0,27	0,17	671,15	31,81	2,0	koheze, část materiálu odtržena
10	12,93	24,77	320,28	3,00	0,31	0,20	699,95	41,52	2,2	koheze
11	13,86	24,92	345,39	3,00	0,31	0,20	535,25	33,57	1,5	koheze
12	12,36	24,83	306,90	3,00	0,31	0,20	604,20	29,01	2,0	koheze, část materiálu odtržena
Průměrná hodnota	13,05	24,89	324,81	2,73	0,28	0,18	617,97	34,52	1,9	
Směrodatná odchylka	0,42	0,11	11,03	0,31	0,03	0,02	78,11	4,04	0,26	3x selhání

Borovice 45°, lepidlo 251

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,98	25,63	332,68	2,60	0,27	0,17	708,30	30,16	2,1	adheze
2	13,99	25,85	361,64	2,60	0,27	0,17	699,45	31,86	1,9	koheze, část materiálu odtržena
3	13,28	25,58	339,70	2,60	0,27	0,17	613,00	21,71	1,8	koheze, část materiálu odtržena
4	12,98	25,58	332,03	3,00	0,31	0,20	512,50	15,08	1,5	koheze, část materiálu odtržena
5	13,72	25,93	355,76	3,00	0,31	0,20	704,15	33,55	2,0	koheze
6	13,99	25,93	362,76	3,00	0,31	0,20	506,40	31,87	1,4	koheze
7	13,98	25,83	361,10	3,00	0,31	0,20	631,35	34,68	1,7	koheze, část materiálu odtržena
8	14,28	25,83	368,85	3,00	0,31	0,20	490,90	12,41	1,3	koheze, část materiálu odtržena
9	13,72	25,83	354,39	3,00	0,31	0,20	492,00	31,17	1,4	koheze, část materiálu odtržena
10	12,56	25,83	324,42	2,60	0,27	0,17	515,25	32,24	1,6	koheze
11	12,99	25,86	335,92	2,60	0,27	0,17	660,15	32,34	2,0	adheze
12	13,61	25,86	351,95	2,60	0,27	0,17	591,40	24,76	1,7	koheze, část materiálu odtržena
Průměrná hodnota	13,51	25,80	348,56	2,80	0,29	0,18	593,74	27,65	1,7	
Směrodatná odchylka	0,54	0,13	14,73	0,21	0,02	0,01	87,39	7,48	0,26	7 x selhání

Borovice 90°, lepidlo 251

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	13,02	24,70	321,59	2,60	0,27	0,17	481,75	13,25	1,5	slepení neporušeno, odtržený materiál
2	13,47	24,69	332,57	2,60	0,27	0,17	602,25	28,83	1,8	koheze, část materiálu odtržena
3	13,99	23,19	324,43	2,60	0,27	0,17	484,55	24,59	1,5	koheze, část materiálu odtržena
4	13,77	25,55	351,82	2,60	0,27	0,17	448,55	14,02	1,3	koheze, část materiálu odtržena
5	13,01	25,71	334,49	2,60	0,27	0,17	572,05	28,60	1,7	koheze
6	14,35	25,38	364,20	2,60	0,27	0,17	583,15	18,99	1,6	adheze
7	14,02	25,38	355,83	3,00	0,31	0,20	495,35	26,95	1,4	koheze, část materiálu odtržena
8	14,17	25,58	362,47	3,00	0,31	0,20	599,75	27,77	1,7	adheze
9	13,68	25,30	346,10	3,00	0,31	0,20	560,40	24,41	1,6	adheze
10	13,78	25,37	349,60	3,00	0,31	0,20	449,10	31,65	1,3	koheze
11	12,33	25,40	313,18	3,00	0,31	0,20	505,30	32,91	1,6	koheze, část materiálu odtržena
12	13,16	24,92	327,95	3,00	0,31	0,20	516,70	30,23	1,6	koheze
Průměrná hodnota	13,56	25,10	340,36	2,80	0,29	0,18	524,91	25,18	1,5	
Směrodatná odchylka	0,59	0,69	16,90	0,21	0,02	0,01	56,29	6,52	0,16	6 x selhání

Bříza 0°, lepidlo 251

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	14,09	24,92	351,12	3,00	0,31	0,20	669,55	63,85	1,9	koheze
2	13,77	25,30	348,38	3,00	0,31	0,20	404,00	97,34	1,2	adheze
3	13,28	24,95	331,34	3,00	0,31	0,20	303,95	65,08	0,9	koheze
4	13,45	24,90	334,91	3,00	0,31	0,20	531,85	56,96	1,6	koheze
5	13,68	24,81	339,40	3,00	0,31	0,20	569,55	64,44	1,7	koheze
6	13,99	24,64	344,71	3,00	0,31	0,20	441,90	72,65	1,3	koheze
7	13,25	24,99	331,12	3,00	0,31	0,20	600,55	56,28	1,8	koheze
8	13,12	24,94	327,21	3,00	0,31	0,20	412,55	58,46	1,3	koheze
9	13,28	24,84	329,88	3,00	0,31	0,20	443,55	61,58	1,3	koheze
10	13,85	25,02	346,53	3,00	0,31	0,20	677,25	61,23	2,0	koheze
11	13,79	25,01	344,89	3,00	0,31	0,20	456,00	61,54	1,3	koheze
12	14,12	24,94	352,15	3,00	0,31	0,20	477,30	60,78	1,4	koheze
Průměrná hodnota	13,64	24,94	340,18	3,00	0,31	0,20	499,00	65,02	1,5	
Směrodatná odchylka	0,35	0,15	8,93	0,00	0,00	0,00	112,99	11,06	0,32	0x selhání

Bříza 45°, lepidlo 251

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	13,90	25,30	351,67	3,00	0,31	0,20	635,15	52,18	1,8	koheze
2	13,13	25,27	331,80	3,00	0,31	0,20	505,30	61,94	1,5	koheze
3	12,10	25,12	303,95	3,00	0,31	0,20	449,10	52,70	1,5	koheze
4	13,15	24,76	325,59	3,00	0,31	0,20	569,55	45,23	1,7	koheze
5	11,49	25,11	288,51	3,00	0,31	0,20	505,30	53,98	1,8	koheze
6	13,32	25,18	335,40	3,00	0,31	0,20	466,30	51,38	1,4	koheze
7	13,68	24,93	341,04	3,00	0,31	0,20	663,70	43,31	1,9	koheze
8	13,68	25,24	345,28	3,00	0,31	0,20	494,20	48,08	1,4	koheze
9	11,92	24,85	296,21	3,00	0,31	0,20	504,75	47,37	1,7	koheze
10	12,63	25,10	317,01	3,30	0,34	0,22	703,80	46,79	2,2	koheze, část materiálu odtržena
11	12,24	25,03	306,37	3,30	0,34	0,22	567,35	43,06	1,9	koheze
12	13,29	24,83	329,99	3,30	0,34	0,22	594,20	46,96	1,8	koheze, část materiálu odtržena
Průměrná hodnota	12,88	25,06	322,77	3,08	0,31	0,20	554,89	49,42	1,7	
Směrodatná odchylka	0,78	0,18	20,25	0,14	0,01	0,01	81,20	5,34	0,24	2 x selhání

Bříza 90°, lepidlo 251

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,21	24,52	299,39	3,30	0,34	0,22	538,50	48,80	1,8	koheze
2	12,20	25,36	309,39	3,30	0,34	0,22	403,40	39,64	1,3	koheze
3	11,48	25,30	290,44	3,30	0,34	0,22	528,85	56,80	1,8	koheze
4	12,11	24,76	299,84	3,30	0,34	0,22	477,60	35,68	1,6	slepení neporušeno, odtržený materiál
5	11,02	25,14	277,04	3,30	0,34	0,22	539,90	40,86	1,9	koheze
6	12,46	24,91	310,38	3,30	0,34	0,22	464,35	52,04	1,5	koheze
7	11,72	24,94	292,30	3,30	0,34	0,22	606,95	37,96	2,1	koheze
8	12,42	24,51	304,41	3,30	0,34	0,22	551,00	44,50	1,8	slepení neporušeno, odtržený materiál
9	11,99	25,05	300,35	3,30	0,34	0,22	401,20	47,28	1,3	slepení neporušeno, odtržený materiál
10	12,01	24,50	294,25	3,60	0,37	0,24	513,90	44,28	1,7	slepení neporušeno, odtržený materiál
11	12,52	24,84	311,00	3,60	0,37	0,24	488,65	44,46	1,6	koheze
12	12,53	24,70	309,49	3,60	0,37	0,24	428,05	38,04	1,4	slepení neporušeno, odtržený materiál
Průměrná hodnota	12,06	24,88	300,05	3,38	0,34	0,22	495,20	44,20	1,7	
Směrodatná odchylka	0,46	0,30	10,17	0,14	0,01	0,01	63,27	6,27	0,25	5 x selhání

Buk 0°, lepidlo 251

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,02	24,76	297,62	3,00	0,31	0,20	475,65	60,05	1,6	koheze
2	11,61	25,05	290,83	3,00	0,31	0,20	418,65	51,93	1,4	koheze
3	11,43	24,51	280,15	3,00	0,31	0,20	434,15	65,42	1,5	koheze
4	12,52	24,92	312,00	3,60	0,37	0,24	335,00	78,71	1,1	adheze
5	12,12	25,01	303,12	3,60	0,37	0,24	344,15	120,58	1,1	koheze
6	12,20	25,01	305,12	3,60	0,37	0,24	246,15	109,44	0,8	adheze
7	12,11	24,88	301,30	3,60	0,37	0,24	398,15	93,47	1,3	koheze
8	12,12	24,66	298,88	3,60	0,37	0,24	381,00	88,01	1,3	koheze
9	12,24	24,99	305,88	3,60	0,37	0,24	300,65	94,87	1,0	koheze
10	12,49	24,74	309,00	3,60	0,37	0,24	450,50	77,50	1,5	koheze
11	12,70	24,74	314,20	3,60	0,37	0,24	384,85	117,92	1,2	koheze
12	12,21	24,98	305,01	3,60	0,37	0,24	492,30	46,92	1,6	koheze
Průměrná hodnota	12,15	24,85	301,93	3,45	0,35	0,23	388,43	83,74	1,3	
Směrodatná odchylka	0,36	0,17	9,36	0,27	0,03	0,02	72,73	24,77	0,26	0 x selhání

Buk 45°, lepidlo 251

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	11,93	25,18	300,40	2,60	0,27	0,17	365,20	98,38	1,2	koheze
2	11,99	25,10	300,95	2,60	0,27	0,17	326,70	83,85	1,1	koheze
3	12,03	24,66	296,66	2,60	0,27	0,17	302,05	92,10	1,0	koheze
4	12,01	24,69	296,53	2,30	0,23	0,15	406,75	71,99	1,4	koheze
5	12,18	25,24	307,42	2,30	0,23	0,15	434,40	91,18	1,4	koheze
6	11,99	24,61	295,07	2,30	0,23	0,15	413,40	88,43	1,4	koheze
7	12,12	24,78	300,33	3,30	0,34	0,22	377,65	87,16	1,3	koheze
8	12,59	24,94	313,99	3,30	0,34	0,22	438,30	67,16	1,4	koheze
9	13,09	24,99	327,12	3,30	0,34	0,22	450,20	70,56	1,4	koheze
10	13,55	24,99	338,61	3,30	0,34	0,22	401,20	70,57	1,2	koheze
11	12,90	25,29	326,24	3,30	0,34	0,22	402,60	81,53	1,2	koheze
12	12,90	24,98	322,24	3,30	0,34	0,22	473,70	53,87	1,5	koheze
Průměrná hodnota	12,44	24,95	310,38	2,88	0,29	0,19	399,35	79,73	1,3	
Směrodatná odchylka	0,55	0,23	14,76	0,46	0,05	0,03	50,01	12,93	0,14	0 x selhání

Buk 90°, lepidlo 251

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	11,16	24,80	276,77	3,00	0,31	0,20	403,95	63,34	1,5	koheze
2	11,17	24,90	278,13	3,00	0,31	0,20	361,35	70,03	1,3	koheze
3	12,22	25,34	309,65	3,00	0,31	0,20	423,05	77,83	1,4	koheze
4	11,69	25,09	293,30	2,60	0,27	0,17	469,85	57,72	1,6	koheze
5	11,69	25,07	293,07	2,60	0,27	0,17	374,05	59,03	1,3	koheze
6	14,03	24,83	348,36	2,60	0,27	0,17	220,10	26,00	0,6	slepení neporušeno, odtržený materiál
7	13,05	24,62	321,29	3,00	0,31	0,20	477,30	48,91	1,5	slepení neporušeno, odtržený materiál
8	11,47	24,92	285,83	3,00	0,31	0,20	459,05	68,42	1,6	koheze
9	11,46	24,93	285,70	3,00	0,31	0,20	407,25	63,27	1,4	koheze
10	12,11	24,92	301,78	3,30	0,34	0,22	527,45	55,51	1,7	koheze
11	12,25	24,77	303,43	3,30	0,34	0,22	492,30	59,07	1,6	koheze
12	11,53	25,05	288,83	3,30	0,34	0,22	433,30	79,52	1,5	koheze
Průměrná hodnota	11,99	24,94	299,03	2,98	0,30	0,20	420,75	60,72	1,4	
Směrodatná odchyłka	0,84	0,19	20,28	0,26	0,03	0,02	79,87	14,12	0,28	2 x selhání

Smrk 0°, lepidlo 251

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,24	24,92	305,02	2,30	0,23	0,15	514,45	60,20	1,7	koheze
2	12,46	24,72	308,01	2,30	0,23	0,15	534,10	45,35	1,7	koheze
3	12,45	24,80	308,76	2,30	0,23	0,15	540,25	48,37	1,7	koheze
4	12,12	24,80	300,58	3,00	0,31	0,20	577,05	44,85	1,9	koheze
5	12,27	24,92	305,77	3,00	0,31	0,20	600,60	38,15	2,0	koheze, část materiálu odtržen
6	12,41	24,92	309,26	3,00	0,31	0,20	628,80	36,93	2,0	koheze, část materiálu odtržen
7	12,43	24,72	307,27	3,00	0,31	0,20	616,60	44,16	2,0	koheze
8	13,12	24,86	326,16	3,00	0,31	0,20	680,60	52,83	2,1	koheze
9	12,69	24,72	313,70	3,00	0,31	0,20	638,80	33,10	2,0	koheze
10	12,14	24,92	302,53	3,00	0,31	0,20	598,05	43,33	2,0	adheze
11	12,98	24,92	323,46	3,00	0,31	0,20	659,85	41,44	2,0	koheze
12	12,92	24,92	321,97	3,00	0,31	0,20	586,75	43,44	1,8	koheze
Průměrná hodnota	12,52	24,85	311,12	2,83	0,29	0,19	597,99	44,35	1,9	
Směrodatná odchyłka	0,34	0,09	8,46	0,32	0,03	0,02	50,97	7,20	0,14	2 x selhání

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,79	25,01	319,88	3,00	0,31	0,20	546,85	34,82	1,7	koheze, část materiálu odtržen
2	13,99	24,73	345,97	3,00	0,31	0,20	643,75	40,97	1,9	koheze
3	13,29	24,73	328,66	3,00	0,31	0,20	576,75	32,36	1,8	koheze
4	13,05	24,76	323,12	3,00	0,31	0,20	581,70	29,83	1,8	slepení neporušeno, odtržený materiál
5	12,65	24,94	315,49	3,00	0,31	0,20	512,50	38,72	1,6	koheze
6	12,49	24,54	306,50	3,00	0,31	0,20	610,25	29,92	2,0	koheze
7	13,62	24,80	337,78	3,30	0,34	0,22	438,30	25,52	1,3	koheze, část materiálu odtržen
8	13,10	24,71	323,70	3,30	0,34	0,22	505,60	35,78	1,6	adheze
9	12,97	24,84	322,17	3,30	0,34	0,22	466,30	26,25	1,4	koheze, část materiálu odtržen
10	12,99	24,70	320,85	3,00	0,31	0,20	556,55	19,93	1,7	adheze
11	13,41	24,88	333,64	3,00	0,31	0,20	531,35	27,80	1,6	koheze, část materiálu odtržen
12	13,42	24,54	329,33	3,00	0,31	0,20	466,00	18,41	1,4	slepení neporušeno, odtržený materiál
Průměrná hodnota	13,15	24,77	325,73	3,08	0,31	0,20	536,33	30,03	1,6	
Směrodatná odchylka	0,42	0,14	10,42	0,14	0,01	0,01	61,95	6,96	0,20	6 x selhání

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	13,40	25,22	337,95	3,00	0,31	0,20	470,70	18,70	1,4	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
2	13,53	25,45	344,34	3,00	0,31	0,20	589,50	36,26	1,7	koheze
3	12,98	24,41	316,84	3,00	0,31	0,20	404,50	12,02	1,3	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
4	12,89	25,44	327,92	2,60	0,27	0,17	409,50	30,24	1,2	koheze
5	13,93	25,29	352,29	2,60	0,27	0,17	374,90	30,90	1,1	koheze
6	13,97	25,12	350,93	2,60	0,27	0,17	378,20	23,92	1,1	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
7	13,18	25,59	337,28	2,30	0,23	0,15	498,40	27,23	1,5	slepení neporušeno, odtržený materiál
8	13,99	25,6	358,14	2,30	0,23	0,15	618,30	24,43	1,7	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
9	13,85	25,38	351,51	2,30	0,23	0,15	442,70	18,69	1,3	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
10	13,61	25,44	346,24	2,60	0,27	0,17	430,30	24,71	1,2	slepení neporušeno, odtržený materiál
11	14,13	25,59	361,59	2,60	0,27	0,17	428,60	14,19	1,2	adheze
12	13,99	25,65	358,84	2,60	0,27	0,17	418,90	20,63	1,2	koheze, odtržena část materiálu
Průměrná hodnota	13,62	25,35	345,27	2,63	0,27	0,17	455,38	23,49	1,3	
Směrodatná odchylka	0,43	0,34	13,37	0,26	0,03	0,02	77,80	7,09	0,22	8 x selhání

Borovice 0°, lepidlo Znojmo

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,95	24,07	311,71	4,00	0,41	0,22	782,60	18,64	2,5	koheze, odtržena část materiálu
2	12,16	24,25	294,88	4,00	0,41	0,22	834,35	15,59	2,8	adheze
3	13,14	25,12	330,08	4,00	0,41	0,22	772,35	17,07	2,3	koheze, odtržena část materiálu
4	12,28	25,11	308,35	3,00	0,31	0,17	862,05	16,80	2,8	adheze, odtržena část materiálu
5	12,92	24,84	320,93	3,00	0,31	0,17	898,35	20,69	2,8	adheze
6	12,92	25,29	326,75	3,00	0,31	0,17	975,90	20,33	3,0	koheze, odtržena část materiálu
7	12,29	25,00	307,25	2,30	0,23	0,13	713,90	20,43	2,3	adheze
8	12,93	25,17	325,45	2,30	0,23	0,13	1003,85	22,49	3,1	adheze
9	12,60	25,18	317,27	2,30	0,23	0,13	942,10	15,39	3,0	koheze, odtržena část materiálu
10	12,60	24,98	314,75	1,60	0,16	0,09	919,95	17,94	2,9	adheze
11	12,17	25,11	305,59	1,60	0,16	0,09	902,20	20,66	3,0	koheze
12	12,31	24,20	297,90	1,60	0,16	0,09	969,25	19,08	3,3	adheze
Průměrná hodnota	12,61	24,86	313,48	2,73	0,28	0,15	881,40	18,76	2,8	
Směrodatná odchylka	0,36	0,43	11,22	0,93	0,09	0,05	90,37	2,24	0,29	5 x selhání

Borovice 45°, lepidlo Znojmo

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,88	25,87	333,21	1,60	0,16	0,09	770,70	18,36	2,3	koheze, odtržena část materiálu
2	12,70	25,68	326,14	1,60	0,16	0,09	648,55	15,60	2,0	koheze, odtržena část materiálu
3	13,05	25,58	333,82	1,60	0,16	0,09	747,70	19,30	2,2	adheze
4	12,71	26,00	330,46	2,00	0,20	0,11	767,90	17,58	2,3	adheze, odtržena část materiálu
5	12,84	25,43	326,52	2,00	0,20	0,11	772,60	15,13	2,4	adheze, odtržena část materiálu
6	12,82	26,03	333,70	2,00	0,20	0,11	723,05	12,65	2,2	koheze
7	12,92	25,83	333,72	2,60	0,26	0,14	825,80	18,80	2,5	koheze, odtržena část materiálu
8	11,84	25,48	301,68	2,60	0,26	0,14	769,30	14,19	2,6	adheze
9	13,72	25,82	354,25	2,60	0,26	0,14	726,95	13,79	2,1	adheze
10	13,10	26,27	344,14	2,60	0,26	0,14	669,90	15,14	1,9	koheze
11	12,90	25,74	332,05	2,60	0,26	0,14	753,25	17,24	2,3	adheze
12	12,83	25,46	326,65	2,60	0,26	0,14	760,15	14,86	2,3	adheze, odtržena část materiálu
Průměrná hodnota	12,86	25,77	331,40	2,20	0,22	0,12	744,65	16,05	2,2	
Směrodatná odchylka	0,42	0,26	12,29	0,44	0,05	0,02	47,79	2,15	0,18	6 x selhání

Borovice 90°, lepidlo Znojmo

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,56	25,56	321,03	2,00	0,20	0,11	679,00	14,10	2,1	adheze, odtržena část materiálu
2	12,53	25,67	321,65	2,00	0,20	0,11	645,25	16,58	2,0	adheze
3	13,02	25,43	331,10	2,00	0,20	0,11	591,25	11,60	1,8	adheze, odtržena část materiálu
4	13,11	25,86	339,02	2,60	0,26	0,14	851,55	20,85	2,5	adheze, odtržena část materiálu
5	12,21	25,61	312,70	2,60	0,26	0,14	718,05	15,55	2,3	adheze
6	12,13	25,63	310,89	2,60	0,26	0,14	519,80	10,20	1,7	adheze, odtržena část materiálu
7	12,93	25,49	329,59	3,30	0,34	0,18	657,95	14,83	2,0	adheze, odtržena část materiálu
8	12,91	25,21	325,46	3,30	0,34	0,18	594,30	13,35	1,8	adheze, odtržena část materiálu
9	12,92	25,30	326,88	3,30	0,34	0,18	544,15	11,76	1,7	adheze, odtržena část materiálu
10	12,87	25,45	327,54	1,60	0,16	0,09	736,60	11,82	2,2	adheze, odtržena část materiálu
11	13,01	25,57	332,67	1,60	0,16	0,09	685,40	11,48	2,1	adheze, odtržena část materiálu
12	12,32	25,52	314,41	1,60	0,16	0,09	564,10	10,27	1,8	adheze, odtržena část materiálu
Průměrná hodnota	12,71	25,53	324,49	2,38	0,24	0,13	648,95	13,53	2,0	
Směrodatná odchylka	0,34	0,17	8,58	0,67	0,07	0,04	93,91	3,09	0,26	10 x selhání

Bříza 0°, lepidlo Znojmo

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	13,36	24,63	329,06	2,30	0,23	0,13	824,95	25,20	2,5	adheze
2	13,50	24,74	333,99	2,30	0,23	0,13	1075,25	26,10	3,2	adheze
3	13,80	24,74	341,41	2,30	0,23	0,13	990,00	22,53	2,9	koheze
4	13,24	24,96	330,47	2,00	0,20	0,11	958,40	23,68	2,9	koheze
5	12,33	24,97	307,88	2,00	0,20	0,11	906,05	20,91	2,9	koheze
6	12,17	24,85	302,42	2,00	0,20	0,11	1015,20	30,01	3,4	koheze
7	12,55	25,02	314,00	2,30	0,23	0,13	834,05	26,30	2,7	koheze
8	13,41	24,91	334,04	2,30	0,23	0,13	968,10	22,95	2,9	adheze
9	12,85	24,98	320,99	2,30	0,23	0,13	965,90	20,97	3,0	adheze
10	12,84	24,84	318,95	2,60	0,26	0,14	1026,80	24,00	3,2	adheze
11	12,31	25,03	308,12	2,60	0,26	0,14	885,30	20,04	2,9	adheze
12	13,07	25,15	328,71	2,60	0,26	0,14	958,15	24,02	2,9	adheze
Průměrná hodnota	12,95	24,90	322,46	2,30	0,23	0,13	950,68	23,89	2,9	
Směrodatná odchylka	0,53	0,15	12,35	0,22	0,02	0,01	75,89	2,78	0,24	0 x selhání

Bříza 45°, lepidlo Znojmo

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	13,05	25,08	327,29	2,00	0,20	0,11	832,70	23,04	2,5	koheze
2	14,44	25,01	361,14	2,00	0,20	0,11	893,05	16,50	2,5	adheze, odtržena část materiálu
3	13,55	24,95	338,07	2,00	0,20	0,11	850,70	23,09	2,5	adheze
4	13,74	24,91	342,26	2,30	0,23	0,13	832,40	16,95	2,4	adheze, odtržena část materiálu
5	12,80	24,33	311,42	2,30	0,23	0,13	863,70	15,11	2,8	adheze, odtržena část materiálu
6	12,82	24,92	319,47	2,30	0,23	0,13	947,05	29,73	3,0	koheze
7	12,81	24,87	318,58	3,00	0,31	0,17	868,95	24,69	2,7	koheze
8	13,01	25,22	328,11	3,00	0,31	0,17	791,70	23,42	2,4	koheze
9	12,44	25,08	312,00	3,00	0,31	0,17	939,00	25,72	3,0	koheze
10	13,74	24,70	339,38	2,00	0,20	0,11	1029,30	16,54	3,0	adheze, odtržena část materiálu
11	13,54	25,25	341,89	2,00	0,20	0,11	999,65	28,03	2,9	adheze
12	13,68	24,90	340,63	2,00	0,20	0,11	824,95	10,56	2,4	adheze, odtržena část materiálu
Průměrná hodnota	13,30	24,94	331,70	2,33	0,24	0,13	889,43	21,12	2,7	
Směrodatná odchylka	0,57	0,24	14,82	0,43	0,04	0,02	74,02	5,85	0,25	5 x selhání

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	13,57	25,19	341,83	2,60	0,26	0,14	848,45	20,38	2,5	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
2	13,70	24,91	341,27	2,60	0,26	0,14	940,40	17,81	2,8	koheze
3	13,58	24,82	337,06	2,60	0,26	0,14	624,45	4,89	1,9	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
4	12,53	24,72	309,74	3,60	0,37	0,20	862,05	12,86	2,8	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
5	13,22	24,70	326,53	3,60	0,37	0,20	827,70	11,16	2,5	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
6	13,04	23,80	310,35	3,60	0,37	0,20	865,35	22,80	2,8	adheze
7	13,04	24,40	318,18	2,00	0,20	0,11	913,00	17,78	2,9	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
8	12,37	25,03	309,62	2,00	0,20	0,11	735,50	16,82	2,4	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
9	12,37	25,08	310,24	2,00	0,20	0,11	694,80	15,53	2,2	koheze, odtržena část materiálu
10	13,35	25,07	334,68	3,00	0,31	0,17	924,35	23,18	2,8	adheze, odtržena část materiálu
11	12,52	25,17	315,13	3,00	0,31	0,17	921,05	23,27	2,9	koheze
12	12,35	25,10	309,99	3,00	0,31	0,17	847,10	19,66	2,7	koheze
Průměrná hodnota	12,97	24,83	322,05	2,80	0,29	0,15	833,68	17,18	2,6	
Směrodatná odchylka	0,52	0,40	13,34	0,61	0,06	0,03	99,31	5,48	0,31	8 x selhání

Buk 0°, lepidlo Znojmo

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,48	24,78	309,25	2,30	0,23	0,13	802,50	24,45	2,6	adheze
2	12,48	25,12	313,50	2,30	0,23	0,13	742,95	23,45	2,4	koheze
3	13,07	24,61	321,65	2,30	0,23	0,13	868,40	25,94	2,7	adheze
4	12,20	24,77	302,19	2,60	0,26	0,14	816,65	23,21	2,7	adheze
5	13,06	24,92	325,46	2,60	0,26	0,14	782,30	24,49	2,4	adheze
6	12,79	25,36	324,35	2,60	0,26	0,14	967,25	27,83	3,0	koheze
7	12,63	25,01	315,88	3,00	0,31	0,17	878,10	23,91	2,8	koheze
8	12,63	25,04	316,26	3,00	0,31	0,17	954,55	25,27	3,0	adheze
9	12,36	25,04	309,49	3,00	0,31	0,17	953,70	26,20	3,1	adheze
10	12,10	24,97	302,14	3,00	0,31	0,17	947,90	22,94	3,1	adheze
11	12,92	24,87	321,32	3,00	0,31	0,17	765,70	19,94	2,4	koheze
12	12,44	25,16	312,99	3,00	0,31	0,17	981,40	21,18	3,1	adheze
Průměrná hodnota	12,60	24,97	314,62	2,73	0,28	0,15	871,78	24,07	2,8	
Směrodatná odchylka	0,32	0,20	7,86	0,31	0,03	0,02	87,51	2,17	0,29	0 x selhání

Buk 45°, lepidlo Znojmo

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	13,77	24,89	342,74	2,00	0,20	0,11	837,40	23,55	2,4	adheze
2	12,90	24,74	319,15	2,00	0,20	0,11	921,60	18,49	2,9	adheze, odtržena část materiálu
3	13,39	24,65	330,06	2,00	0,20	0,11	769,00	17,31	2,3	adheze, odtržena část materiálu
4	13,07	24,83	324,53	2,30	0,23	0,13	866,75	25,08	2,7	koheze
5	13,61	24,78	337,26	2,30	0,23	0,13	790,90	16,43	2,3	adheze, odtržena část materiálu
6	12,44	24,70	307,27	2,30	0,23	0,13	774,25	19,51	2,5	koheze
7	11,93	24,43	291,45	2,60	0,26	0,14	842,65	23,98	2,9	koheze
8	12,08	25,02	302,24	2,60	0,26	0,14	718,60	22,95	2,4	adheze
9	12,94	25,19	325,96	2,60	0,26	0,14	755,45	22,31	2,3	koheze, odtržena část materiálu
10	12,88	25,18	324,32	2,30	0,23	0,13	813,05	26,07	2,5	koheze
11	12,88	25,18	324,32	2,30	0,23	0,13	906,05	25,73	2,8	koheze
12	12,61	24,91	314,12	2,30	0,23	0,13	822,45	9,51	2,6	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
Průměrná hodnota	12,88	24,88	320,45	2,30	0,23	0,13	818,18	20,91	2,6	
Směrodatná odchylka	0,56	0,24	14,57	0,22	0,02	0,01	60,85	4,87	0,21	5 x selhání

Buk 90°, lepidlo Znojmo

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	13,11	24,80	325,13	1,60	0,16	0,09	795,60	20,63	2,4	adheze
2	13,57	24,89	337,76	1,60	0,16	0,09	748,25	6,69	2,2	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
3	12,98	24,78	321,64	1,60	0,16	0,09	565,75	1,71	1,8	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
4	13,27	24,75	328,43	2,60	0,26	0,14	985,80	21,76	3,0	adheze
5	13,15	24,60	323,49	2,60	0,26	0,14	729,15	16,21	2,3	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
6	13,52	25,12	339,62	2,60	0,26	0,14	692,00	7,92	2,0	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
7	13,60	25,09	341,22	2,30	0,23	0,13	901,35	9,76	2,6	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
8	13,89	24,98	346,97	2,30	0,23	0,13	708,90	3,07	2,0	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
9	12,92	24,93	322,10	2,30	0,23	0,13	681,50	18,86	2,1	koheze
10	13,01	25,06	326,03	2,60	0,26	0,14	847,10	9,33	2,6	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
11	13,00	24,43	317,59	2,60	0,26	0,14	668,20	12,52	2,1	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
12	12,02	25,15	302,30	2,60	0,26	0,14	796,15	16,69	2,6	koheze, odtržena část materiálu
Průměrná hodnota	13,17	24,88	327,67	2,28	0,23	0,13	759,98	12,10	2,3	
Směrodatná odchylka	0,47	0,22	12,21	0,43	0,04	0,02	113,53	6,74	0,35	9 x selhání

Smrk 0°, lepidlo Znojmo

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,00	24,71	296,52	2,60	0,26	0,14	764,85	25,20	2,6	adheze
2	11,63	24,94	290,05	2,60	0,26	0,14	777,60	26,50	2,7	adheze
3	12,21	24,76	302,32	2,60	0,26	0,14	691,75	14,06	2,3	adheze
4	12,66	24,86	314,73	2,30	0,23	0,13	762,90	20,84	2,4	adheze
5	12,91	24,49	316,17	2,30	0,23	0,13	764,05	22,75	2,4	adheze, odtržena část materiálu
6	12,76	24,78	316,19	2,30	0,23	0,13	682,05	20,39	2,2	adheze
7	12,23	24,46	299,15	2,30	0,23	0,13	864,85	19,95	2,9	adheze, odtržena část materiálu
8	11,72	24,78	290,42	2,30	0,23	0,13	763,75	19,29	2,6	adheze
9	11,90	24,81	295,24	2,30	0,23	0,13	904,70	17,52	3,1	adheze
10	12,04	24,86	299,31	2,60	0,26	0,14	895,30	25,81	3,0	adheze
11	12,03	24,87	299,19	2,60	0,26	0,14	998,30	26,71	3,3	koheze
12	11,78	24,89	293,20	2,60	0,26	0,14	936,85	27,10	3,2	koheze
Průměrná hodnota	12,16	24,77	301,20	2,45	0,25	0,13	817,25	22,18	2,7	
Směrodatná odchylka	0,42	0,15	9,56	0,16	0,02	0,01	100,04	4,18	0,37	2 x selhání

Smrk 45°, lepidlo Znojmo

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,36	25,12	310,48	2,00	0,20	0,11	697,00	15,05	2,2	adheze
2	12,60	25,14	316,76	2,00	0,20	0,11	699,80	19,65	2,2	adheze
3	14,46	23,94	346,17	2,00	0,20	0,11	545,55	12,04	1,6	adheze
4	12,08	25,07	302,85	2,60	0,26	0,14	640,55	14,79	2,1	adheze, odtržena část materiálu
5	13,01	24,94	324,47	2,60	0,26	0,14	508,15	9,53	1,6	adheze, odtržena část materiálu
6	12,40	24,75	306,90	2,60	0,26	0,14	517,85	11,22	1,7	adheze, odtržena část materiálu
7	13,31	24,56	326,89	2,00	0,20	0,11	763,75	18,77	2,3	koheze, odtržena část materiálu
8	13,46	24,70	332,46	2,00	0,20	0,11	803,65	20,56	2,4	koheze, odtržena část materiálu
9	12,80	24,65	315,52	2,00	0,20	0,11	771,25	20,20	2,4	adheze, odtržena část materiálu
10	12,21	24,92	304,27	2,00	0,20	0,11	485,45	10,23	1,6	adheze, odtržena část materiálu
11	13,57	24,16	327,85	2,00	0,20	0,11	698,15	19,73	2,1	koheze, odtržena část materiálu
12	13,37	24,93	333,31	2,00	0,20	0,11	765,15	16,06	2,3	adheze, odtržena část materiálu
Průměrná hodnota	12,97	24,74	320,88	2,15	0,22	0,12	658,03	15,65	2,1	
Směrodatná odchylka	0,70	0,37	13,40	0,27	0,03	0,01	115,37	4,13	0,34	9 x selhání

Smrk 90°, lepidlo Znojmo

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	14,49	25,40	368,05	2,60	0,26	0,14	554,70	10,99	1,5	adheze, odtržena část materiálu
2	13,37	25,59	342,14	2,60	0,26	0,14	395,15	8,76	1,2	adheze, odtržena část materiálu
3	13,71	25,53	350,02	2,60	0,26	0,14	530,85	8,45	1,5	adheze
4	13,61	25,27	343,92	2,60	0,26	0,14	434,50	9,07	1,3	adheze
5	14,27	25,38	362,17	2,60	0,26	0,14	331,50	6,31	0,9	adheze
6	13,36	25,18	336,40	2,60	0,26	0,14	381,60	7,64	1,1	adheze, odtržena část materiálu
7	12,54	25,44	319,02	2,60	0,26	0,14	403,75	9,42	1,3	adheze
8	14,12	25,46	359,50	2,60	0,26	0,14	476,85	11,02	1,3	adheze, odtržena část materiálu
9	12,85	25,32	325,36	2,60	0,26	0,14	544,45	8,88	1,7	adheze
10	12,85	25,30	325,11	2,60	0,26	0,14	526,70	14,46	1,6	adheze, odtržena část materiálu
11	12,42	25,53	317,08	2,60	0,26	0,14	625,85	12,40	2,0	adheze, odtržena část materiálu
12	13,19	25,19	332,26	2,60	0,26	0,14	562,70	11,79	1,7	adheze, odtržena část materiálu
Průměrná hodnota	13,40	25,38	340,09	2,60	0,26	0,14	480,72	9,93	1,4	
Směrodatná odchylka	0,67	0,13	17,20	0,00	0,00	0,00	90,17	2,26	0,30	7 x selhání

Borovice 0°, lepidlo Polsko

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,41	25,34	314,47	2,30	0,23	0,07	671,75	21,19	2,1	adheze
2	12,41	25,35	314,59	2,30	0,23	0,07	729,35	19,63	2,3	adheze
3	12,93	25,25	326,48	2,30	0,23	0,07	875,30	18,53	2,7	adheze
4	12,25	25,08	307,23	2,60	0,26	0,08	785,05	11,58	2,6	koheze
5	12,63	24,98	315,50	2,60	0,26	0,08	790,00	16,79	2,5	adheze
6	12,57	25,02	314,50	2,60	0,26	0,08	840,15	20,18	2,7	adheze
7	12,57	25,07	315,13	2,30	0,23	0,07	920,15	16,08	2,9	adheze
8	12,72	24,71	314,31	2,30	0,23	0,07	701,70	19,51	2,2	adheze
9	12,77	25,04	319,76	2,30	0,23	0,07	775,05	18,14	2,4	adheze
10	12,87	25,45	327,54	3,00	0,30	0,09	910,75	25,07	2,8	koheze
11	12,43	25,26	313,98	3,00	0,30	0,09	849,55	21,39	2,7	adheze
12	12,35	25,38	313,44	3,00	0,30	0,09	864,80	21,27	2,8	koheze
Průměrná hodnota	12,58	25,16	316,51	2,55	0,25	0,08	809,47	19,11	2,6	
Směrodatná odchylka	0,21	0,21	5,67	0,30	0,03	0,01	80,69	3,36	0,24	0 x selhání

Borovice 45°, lepidlo Polsko

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	13,23	25,49	337,23	2,30	0,23	0,07	665,15	13,11	2,0	koheze, odtržena část materiálu
2	12,75	25,63	326,78	2,30	0,23	0,07	610,00	15,98	1,9	adheze
3	12,79	25,53	326,53	2,30	0,23	0,07	803,60	25,63	2,5	adheze
4	13,07	25,85	337,86	3,00	0,30	0,09	754,55	18,03	2,2	adheze, odtržena část materiálu
5	13,30	25,73	342,21	3,00	0,30	0,09	749,85	17,79	2,2	koheze, odtržena část materiálu
6	12,41	25,85	320,80	3,00	0,30	0,09	751,25	14,78	2,3	adheze, odtržena část materiálu
7	13,09	25,89	338,90	2,30	0,23	0,07	788,90	14,84	2,3	adheze, odtržena část materiálu
8	13,16	25,97	341,77	2,30	0,23	0,07	860,65	25,00	2,5	koheze
9	12,97	25,82	334,89	2,30	0,23	0,07	774,80	16,23	2,3	koheze, odtržena část materiálu
10	13,26	25,58	339,19	2,00	0,20	0,06	771,45	17,96	2,3	adheze, odtržena část materiálu
11	12,92	25,79	333,21	2,00	0,20	0,06	683,40	12,62	2,1	adheze, odtržena část materiálu
12	12,94	25,63	331,65	2,00	0,20	0,06	770,35	12,99	2,3	adheze
Průměrná hodnota	12,99	25,73	334,23	2,40	0,24	0,07	748,66	17,08	2,2	
Směrodatná odchylka	0,25	0,15	6,69	0,38	0,04	0,01	66,98	4,29	0,19	8 x selhání

Borovice 90°, lepidlo Polsko

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	13,17	25,46	335,31	2,30	0,23	0,07	756,50	15,71	2,3	adheze, odtržena část materiálu
2	13,55	25,54	346,07	2,30	0,23	0,07	726,30	11,20	2,1	adheze, odtržena část materiálu
3	12,87	25,49	328,06	2,30	0,23	0,07	667,05	11,01	2,0	adheze
4	12,79	25,35	324,23	2,30	0,23	0,07	675,65	11,82	2,1	adheze
5	12,34	25,87	319,24	2,30	0,23	0,07	648,50	9,16	2,0	adheze, odtržena část materiálu
6	12,85	25,72	330,50	2,30	0,23	0,07	703,90	11,00	2,1	adheze, odtržena část materiálu
7	12,97	25,31	328,27	2,60	0,26	0,08	595,35	12,96	1,8	adheze, odtržena část materiálu
8	13,18	25,49	335,96	2,60	0,26	0,08	699,75	14,41	2,1	adheze, odtržena část materiálu
9	12,81	25,43	325,76	2,60	0,26	0,08	618,05	9,30	1,9	adheze, odtržena část materiálu
10	12,62	25,46	321,31	2,00	0,20	0,06	717,20	9,30	2,2	adheze, odtržena část materiálu
11	12,72	25,56	325,12	2,00	0,20	0,06	600,35	8,86	1,8	adheze, odtržena část materiálu
12	13,00	25,25	328,25	2,00	0,20	0,06	683,70	12,07	2,1	adheze, odtržena část materiálu
Průměrná hodnota	12,91	25,49	329,08	2,30	0,23	0,07	674,36	11,40	2,0	
Směrodatná odchylka	0,31	0,17	7,30	0,22	0,02	0,01	50,90	2,16	0,14	10 x selhání

Bříza 0°, lepidlo Polsko

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	11,99	24,87	298,19	1,60	0,16	0,05	738,20	36,59	2,5	adheze
2	12,25	25,12	307,72	1,60	0,16	0,05	743,75	30,06	2,4	koheze
3	13,87	24,82	344,25	1,60	0,16	0,05	896,60	35,59	2,6	koheze
4	12,98	24,91	323,33	2,30	0,23	0,07	829,30	26,32	2,6	koheze
5	12,30	25,00	307,50	2,30	0,23	0,07	895,50	26,52	2,9	koheze
6	12,79	24,90	318,47	2,30	0,23	0,07	870,85	24,96	2,7	adheze
7	12,63	24,74	312,47	2,60	0,26	0,08	780,85	29,52	2,5	adheze
8	12,62	24,56	309,95	2,60	0,26	0,08	944,20	31,86	3,0	koheze
9	12,48	24,82	309,75	2,60	0,26	0,08	912,90	30,51	2,9	koheze
10	13,38	24,51	327,94	3,00	0,30	0,09	920,65	27,84	2,8	koheze
11	12,88	24,58	316,59	3,00	0,30	0,09	888,85	25,50	2,8	koheze
12	12,87	24,32	313,00	3,00	0,30	0,09	897,70	22,92	2,9	koheze
Průměrná hodnota	12,75	24,76	315,69	2,38	0,23	0,07	859,95	29,02	2,7	
Směrodatná odchylka	0,51	0,23	11,89	0,53	0,05	0,02	70,13	4,19	0,21	0 x selhání

Bříza 45°, lepidlo Polsko

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,31	24,90	306,52	2,30	0,23	0,07	922,35	32,71	3,0	adheze
2	12,44	24,91	309,88	2,30	0,23	0,07	772,25	30,83	2,5	koheze
3	12,85	25,17	323,43	2,30	0,23	0,07	834,85	24,82	2,6	koheze, odtržena část materiálu
4	13,45	25,16	338,40	2,00	0,20	0,06	788,05	28,88	2,3	koheze
5	12,53	25,01	313,38	2,00	0,20	0,06	822,90	27,56	2,6	koheze
6	12,49	25,13	313,87	2,00	0,20	0,06	885,25	29,65	2,8	adheze
7	12,97	25,16	326,33	2,60	0,26	0,08	919,30	23,56	2,8	koheze, odtržena část materiálu
8	12,98	25,08	325,54	2,60	0,26	0,08	884,40	19,04	2,7	koheze, odtržena část materiálu
9	12,59	24,86	312,99	2,60	0,26	0,08	806,30	26,03	2,6	koheze
10	12,61	25,11	316,64	2,60	0,26	0,08	789,95	23,17	2,5	koheze, odtržena část materiálu
11	12,64	25,02	316,25	2,60	0,26	0,08	759,50	20,97	2,4	koheze, odtržena část materiálu
12	12,65	24,63	311,57	2,60	0,26	0,08	824,60	20,52	2,6	koheze, odtržena část materiálu
Průměrná hodnota	12,71	25,01	317,88	2,38	0,23	0,07	834,14	25,65	2,6	
Směrodatná odchylka	0,31	0,16	8,94	0,26	0,03	0,01	56,12	4,37	0,19	6 x selhání

Bříza 90°, lepidlo Polsko

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,21	24,78	302,56	2,60	0,26	0,08	671,75	9,09	2,2	adheze, odtržena část materiálu
2	12,31	25,18	309,97	2,60	0,26	0,08	731,25	12,51	2,4	adheze, odtržena část materiálu
3	12,47	24,76	308,76	2,60	0,26	0,08	896,05	25,09	2,9	adheze, odtržena část materiálu
4	13,98	25,01	349,64	2,00	0,20	0,06	509,45	9,96	1,5	adheze, odtržena část materiálu
5	12,98	24,78	321,64	2,00	0,20	0,06	874,15	24,99	2,7	adheze
6	13,04	25,10	327,30	2,00	0,20	0,06	819,30	17,73	2,5	adheze, odtržena část materiálu
7	12,72	24,47	311,26	3,00	0,30	0,09	788,60	25,90	2,5	koheze
8	12,11	24,75	299,72	3,00	0,30	0,09	545,45	14,07	1,8	koheze, odtržena část materiálu
9	12,54	24,45	306,60	3,00	0,30	0,09	806,30	24,87	2,6	koheze
10	12,88	24,72	318,39	1,60	0,16	0,05	756,20	12,50	2,4	adheze, odtržena část materiálu
11	12,64	24,76	312,97	1,60	0,16	0,05	750,10	17,66	2,4	adheze, odtržena část materiálu
12	12,47	24,84	309,75	1,60	0,16	0,05	708,85	22,13	2,3	koheze
Průměrná hodnota	12,70	24,80	314,96	2,30	0,23	0,07	738,12	18,04	2,3	
Směrodatná odchylka	0,50	0,22	13,40	0,56	0,06	0,02	117,71	6,37	0,39	8 x selhání

Buk 0°, lepidlo Polsko

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,76	24,35	310,71	3,00	0,30	0,09	844,50	20,45	2,7	koheze
2	12,58	24,95	313,87	3,00	0,30	0,09	896,05	25,08	2,9	adheze
3	12,49	24,94	311,50	3,00	0,30	0,09	940,90	23,37	3,0	koheze, odtržena část materiálu
4	12,14	24,81	301,19	2,60	0,26	0,08	861,70	19,97	2,9	koheze
5	13,03	24,94	324,97	2,60	0,26	0,08	993,50	22,86	3,1	koheze
6	12,78	25,15	321,42	2,60	0,26	0,08	793,30	23,47	2,5	koheze
7	12,34	24,79	305,91	2,00	0,20	0,06	777,25	22,31	2,5	koheze
8	12,43	24,92	309,76	2,00	0,20	0,06	798,00	22,02	2,6	adheze
9	12,93	24,92	322,22	2,00	0,20	0,06	995,45	21,79	3,1	adheze
10	12,91	24,97	322,36	3,00	0,30	0,09	912,35	21,86	2,8	koheze
11	12,33	24,82	306,03	3,00	0,30	0,09	820,15	27,90	2,7	adheze
12	12,03	25,03	301,11	3,00	0,30	0,09	960,00	20,60	3,2	koheze
Průměrná hodnota	12,56	24,88	312,49	2,65	0,26	0,08	882,76	22,64	2,8	
Směrodatná odchylka	0,32	0,19	8,44	0,43	0,04	0,01	78,34	2,19	0,23	1 x selhání

Buk 45°, lepidlo Polsko

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,60	25,01	315,13	3,00	0,30	0,09	815,15	32,12	2,6	koheze
2	12,57	24,79	311,61	3,00	0,30	0,09	972,20	23,43	3,1	koheze
3	12,78	24,78	316,69	3,00	0,30	0,09	925,40	27,82	2,9	adheze
4	12,78	24,87	317,84	2,60	0,26	0,08	943,40	27,61	3,0	koheze, odtržena část materiálu
5	12,45	24,76	308,26	2,60	0,26	0,08	766,15	31,51	2,5	koheze
6	12,44	24,45	304,16	2,60	0,26	0,08	866,10	27,18	2,8	koheze
7	13,21	24,86	328,40	3,00	0,30	0,09	834,85	19,86	2,5	koheze, odtržena část materiálu
8	12,49	24,84	310,25	3,00	0,30	0,09	830,40	24,91	2,7	koheze
9	12,81	24,94	319,48	3,00	0,30	0,09	848,70	27,20	2,7	koheze
10	13,51	24,79	334,91	2,30	0,23	0,07	877,50	22,50	2,6	koheze, odtržena část materiálu
11	12,11	24,73	299,48	2,30	0,23	0,07	875,00	24,85	2,9	koheze, odtržena část materiálu
12	13,05	24,68	322,07	2,30	0,23	0,07	757,85	15,86	2,4	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
Průměrná hodnota	12,73	24,79	315,58	2,73	0,27	0,08	859,39	25,40	2,7	
Směrodatná odchylka	0,38	0,14	9,95	0,31	0,03	0,01	65,56	4,61	0,23	5 x selhání

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	13,16	24,73	325,45	2,30	0,23	0,07	688,90	24,68	2,1	koheze
2	14,55	25,10	365,21	2,30	0,23	0,07	930,90	16,13	2,5	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
3	13,71	25,01	342,89	2,30	0,23	0,07	557,10	4,93	1,6	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
4	13,58	24,78	336,51	3,00	0,30	0,09	847,55	11,75	2,5	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
5	12,98	24,92	323,46	3,00	0,30	0,09	823,20	25,23	2,5	koheze
6	13,61	24,74	336,71	3,00	0,30	0,09	673,65	7,25	2,0	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
7	13,84	25,44	352,09	2,60	0,26	0,08	583,10	10,09	1,7	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
8	12,79	24,65	315,27	2,60	0,26	0,08	830,10	10,92	2,6	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
9	12,95	24,87	322,07	2,60	0,26	0,08	704,95	8,51	2,2	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
10	13,84	24,83	343,65	2,60	0,26	0,08	560,95	8,48	1,6	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
11	13,85	25,02	346,53	2,60	0,26	0,08	666,20	7,83	1,9	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
12	12,49	24,57	306,88	2,60	0,26	0,08	854,75	26,56	2,8	koheze
Průměrná hodnota	13,45	24,89	334,77	2,63	0,26	0,08	726,78	13,53	2,2	
Směrodatná odchylka	0,58	0,23	16,65	0,26	0,03	0,01	127,19	7,72	0,42	10 x selhání

Smrk 0°, lepidlo Polsko

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,82	24,84	318,45	2,00	0,20	0,06	919,90	19,43	2,9	adheze
2	12,82	25,01	320,63	2,00	0,20	0,06	826,30	23,17	2,6	adheze
3	13,04	24,81	323,52	2,00	0,20	0,06	802,50	21,10	2,5	adheze
4	13,16	25,10	330,32	2,60	0,26	0,08	970,55	23,56	2,9	adheze
5	12,46	24,83	309,38	2,60	0,26	0,08	944,00	19,92	3,1	adheze
6	12,46	25,10	312,75	2,60	0,26	0,08	841,80	21,50	2,7	adheze
7	13,44	24,99	335,87	2,30	0,23	0,07	1011,80	23,10	3,0	koheze
8	12,54	24,89	312,12	2,30	0,23	0,07	900,80	21,89	2,9	koheze
9	13,44	24,79	333,18	2,30	0,23	0,07	884,70	15,76	2,7	adheze, odtržena část materiálu
10	12,89	24,55	316,45	3,00	0,30	0,09	931,50	17,89	2,9	adheze
11	12,53	24,82	310,99	3,00	0,30	0,09	962,55	21,22	3,1	koheze
12	12,91	24,91	321,59	3,00	0,30	0,09	1020,40	13,68	3,2	adheze
Průměrná hodnota	12,88	24,89	320,58	2,48	0,24	0,08	918,07	20,19	2,9	
Směrodatná odchylka	0,35	0,15	8,89	0,39	0,04	0,01	69,97	3,06	0,22	1 x selhání

Smrk 45°, lepidlo Polsko

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,63	25,32	319,79	2,60	0,26	0,08	539,40	9,21	1,7	adheze, odtržena část materiálu
2	12,83	25,04	321,26	2,60	0,26	0,08	594,25	14,98	1,8	adheze, odtržena část materiálu
3	12,49	24,40	304,76	2,60	0,26	0,08	646,00	22,89	2,1	koheze, odtržena část materiálu
4	13,13	24,66	323,79	2,00	0,20	0,06	676,50	15,07	2,1	adheze, odtržena část materiálu
5	13,00	24,35	316,55	2,00	0,20	0,06	525,55	10,71	1,7	adheze, odtržena část materiálu
6	13,13	24,14	316,96	2,00	0,20	0,06	675,65	14,79	2,1	koheze, odtržena část materiálu
7	12,32	25,18	310,22	2,30	0,23	0,07	573,75	9,93	1,8	adheze, odtržena část materiálu
8	13,50	24,53	331,16	2,30	0,23	0,07	638,00	12,97	1,9	adheze, odtržena část materiálu
9	12,49	24,83	310,13	2,30	0,23	0,07	778,40	17,54	2,5	adheze
10	12,03	25,45	306,16	2,60	0,26	0,08	560,20	18,27	1,8	adheze, odtržena část materiálu
11	12,91	24,95	322,10	2,60	0,26	0,08	533,60	16,57	1,7	koheze, odtržena část materiálu
12	12,64	25,21	318,65	2,60	0,26	0,08	594,50	11,74	1,9	adheze
Průměrná hodnota	12,76	24,84	316,96	2,38	0,23	0,07	611,32	14,56	1,9	
Směrodatná odchylka	0,41	0,42	7,75	0,26	0,03	0,01	74,70	3,95	0,25	10 x selhání

Smrk 90°, lepidlo Polsko

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,97	25,43	329,83	2,00	0,20	0,06	373,00	9,31	1,1	adheze, odtržena část materiálu
2	12,95	25,44	329,45	2,00	0,20	0,06	460,20	9,02	1,4	adheze, odtržena část materiálu
3	12,66	25,51	322,96	2,00	0,20	0,06	505,60	10,12	1,6	adheze, odtržena část materiálu
4	12,34	25,38	313,19	2,60	0,26	0,08	379,90	6,55	1,2	adheze, odtržena část materiálu
5	13,99	25,53	357,16	2,60	0,26	0,08	418,40	8,56	1,2	adheze
6	12,75	25,49	325,00	2,60	0,26	0,08	292,95	6,16	0,9	adheze, odtržena část materiálu
7	13,97	25,33	353,86	2,60	0,26	0,08	440,55	10,20	1,2	adheze, odtržena část materiálu
8	12,03	25,47	306,40	2,60	0,26	0,08	402,05	8,34	1,3	adheze, odtržena část materiálu
9	12,86	25,52	328,19	2,60	0,26	0,08	413,15	11,07	1,3	adheze, odtržena část materiálu
10	12,38	25,64	317,42	2,60	0,26	0,08	366,60	9,83	1,2	adheze, odtržena část materiálu
11	12,67	25,26	320,04	2,60	0,26	0,08	367,70	8,15	1,1	adheze
12	12,93	25,49	329,59	2,60	0,26	0,08	504,25	15,20	1,5	adheze, odtržena část materiálu
Průměrná hodnota	12,88	25,46	327,92	2,45	0,24	0,07	410,36	9,38	1,3	
Směrodatná odchylka	0,59	0,10	14,84	0,27	0,03	0,01	61,25	2,33	0,18	10 x selhání

Borovice 0°, lepidlo 12087

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	13,46	25,00	336,50	3,00	0,30	0,06	1016,45	23,46	3,0	adheze, odtržena část materiálu
2	12,49	24,91	311,13	3,00	0,30	0,06	1116,65	21,65	3,6	adheze
3	13,57	24,87	337,49	3,00	0,30	0,06	1034,45	18,46	3,1	adheze
4	13,48	24,99	336,87	2,30	0,23	0,05	1000,95	19,92	3,0	koheze
5	13,53	24,77	335,14	2,30	0,23	0,05	1001,20	17,67	3,0	adheze
6	13,44	25,08	337,08	2,30	0,23	0,05	868,00	14,41	2,6	koheze
7	13,55	25,07	339,70	3,00	0,30	0,06	988,45	16,40	2,9	adheze
8	13,16	24,55	323,08	3,00	0,30	0,06	909,85	15,39	2,8	adheze
9	13,99	25,01	349,89	3,00	0,30	0,06	1033,35	15,88	3,0	adheze
10	13,12	25,03	328,39	2,60	0,26	0,05	1101,70	22,62	3,4	adheze
11	11,86	24,76	293,65	2,60	0,26	0,05	986,55	22,16	3,4	adheze
12	13,15	25,16	330,85	2,60	0,26	0,05	1007,30	13,69	3,0	adheze
Průměrná hodnota	13,23	24,93	329,82	2,73	0,27	0,06	1005,41	18,48	3,0	
Směrodatná odchylka	0,56	0,17	14,89	0,31	0,03	0,01	68,81	3,42	0,27	1 x selhání

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	13,07	25,39	331,85	3,00	0,30	0,06	799,60	13,60	2,4	koheze, odtržena část materiálu
2	13,19	25,81	340,43	3,00	0,30	0,06	885,20	18,05	2,6	koheze
3	13,87	25,64	355,63	3,00	0,30	0,06	765,85	13,32	2,2	adheze
4	13,76	25,70	353,63	2,60	0,26	0,05	425,55	10,88	1,2	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
5	13,81	25,13	347,05	2,60	0,26	0,05	761,70	12,52	2,2	koheze
6	12,83	25,65	329,09	2,60	0,26	0,05	829,80	19,96	2,5	koheze, odtržena část materiálu
7	13,46	25,91	348,75	2,60	0,26	0,05	769,70	14,30	2,2	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
8	12,63	25,47	321,69	2,60	0,26	0,05	808,20	14,10	2,5	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
9	12,75	26,08	332,52	2,60	0,26	0,05	718,20	9,60	2,2	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
10	12,98	25,40	329,69	3,00	0,30	0,06	761,40	12,38	2,3	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
11	12,99	25,78	334,88	3,00	0,30	0,06	687,50	11,62	2,1	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
12	12,83	25,84	331,53	3,00	0,30	0,06	771,10	12,17	2,3	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
Průměrná hodnota	13,18	25,65	338,07	2,80	0,28	0,06	748,65	13,54	2,2	
Směrodatná odchylka	0,44	0,26	10,84	0,21	0,02	0,00	113,62	2,91	0,36	9 x selhání

Borovice 90°, lepidlo 12087

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,82	25,47	326,53	3,00	0,30	0,06	733,15	8,86	2,2	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
2	12,87	25,49	328,06	3,00	0,30	0,06	791,60	12,61	2,4	adheze
3	13,04	25,14	327,83	3,00	0,30	0,06	694,40	11,17	2,1	adheze, odtržena část materiálu
4	12,47	24,69	307,88	3,00	0,30	0,06	657,00	9,17	2,1	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
5	13,92	25,40	353,57	3,00	0,30	0,06	683,90	8,62	1,9	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
6	13,37	25,10	335,59	3,00	0,30	0,06	600,55	8,31	1,8	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
7	13,15	25,12	330,33	3,00	0,30	0,06	745,90	10,01	2,3	adheze
8	13,15	25,65	337,30	3,00	0,30	0,06	548,20	7,41	1,6	adheze, odtržena část materiálu
9	13,90	24,87	345,69	3,00	0,30	0,06	763,35	10,20	2,2	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
10	12,79	25,82	330,24	3,00	0,30	0,06	632,65	8,43	1,9	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
11	13,20	25,41	335,41	3,00	0,30	0,06	609,40	7,72	1,8	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
12	13,20	25,12	331,58	3,00	0,30	0,06	771,65	12,23	2,3	adheze, odtržena část materiálu
Průměrná hodnota	13,16	25,27	332,55	3,00	0,30	0,06	685,98	9,56	2,1	
Směrodatná odchylka	0,43	0,32	11,09	0,00	0,00	0,00	77,58	1,71	0,24	10 x selhání

Bříza 0°, lepidlo 12087

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,87	25,03	322,14	2,30	0,23	0,05	1025,85	22,12	3,2	koheze
2	13,38	24,84	332,36	2,30	0,23	0,05	920,35	30,55	2,8	koheze
3	13,63	24,79	337,89	2,30	0,23	0,05	1128,05	25,48	3,3	koheze
4	13,14	24,95	327,84	2,00	0,20	0,04	1015,90	21,36	3,1	koheze
5	13,13	24,95	327,59	2,00	0,20	0,04	1055,50	22,03	3,2	koheze
6	13,12	24,95	327,34	2,00	0,20	0,04	1085,15	19,99	3,3	koheze
7	13,23	25,07	331,68	2,60	0,26	0,05	1066,85	22,27	3,2	koheze
8	13,09	24,82	324,89	2,60	0,26	0,05	1164,90	25,50	3,6	koheze
9	13,09	24,82	324,89	2,60	0,26	0,05	1080,15	22,81	3,3	koheze
10	12,80	24,90	318,72	2,30	0,23	0,05	1129,70	22,86	3,5	adheze
11	13,08	24,55	321,11	2,30	0,23	0,05	1070,75	22,24	3,3	adheze
12	12,99	25,01	324,88	2,30	0,23	0,05	1131,90	21,01	3,5	adheze
Průměrná hodnota	13,13	24,89	326,81	2,30	0,23	0,05	1072,92	23,19	3,3	
Směrodatná odchylka	0,22	0,14	5,31	0,22	0,02	0,00	65,71	2,82	0,22	0 x selhání

Bříza 45°, lepidlo 12087

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	13,94	25,07	349,48	2,30	0,23	0,05	991,80	19,85	2,8	koheze, odtržena část materiálu
2	14,05	24,86	349,28	2,30	0,23	0,05	908,20	21,91	2,6	koheze, odtržena část materiálu
3	13,92	24,90	346,61	2,30	0,23	0,05	1015,65	16,77	2,9	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
4	12,98	25,07	325,41	2,00	0,20	0,04	1057,70	28,11	3,3	adheze
5	13,84	25,04	346,55	2,00	0,20	0,04	969,10	31,15	2,8	koheze
6	12,90	24,46	315,53	2,00	0,20	0,04	1005,65	25,92	3,2	koheze
7	13,37	25,04	334,78	2,30	0,23	0,05	989,30	28,76	3,0	koheze
8	12,82	24,88	318,96	2,30	0,23	0,05	1021,70	16,90	3,2	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
9	13,81	24,77	342,07	2,30	0,23	0,05	833,15	27,65	2,4	koheze, odtržena část materiálu
10	13,99	25,17	352,13	2,30	0,23	0,05	991,55	21,51	2,8	koheze
11	12,92	25,08	324,03	2,30	0,23	0,05	942,80	23,45	2,9	koheze, odtržena část materiálu
12	14,12	24,21	341,85	2,30	0,23	0,05	891,60	16,54	2,6	koheze, odtržena část materiálu
Průměrná hodnota	13,56	24,88	337,37	2,23	0,22	0,05	968,18	23,21	2,9	
Směrodatná odchylka	0,52	0,28	13,01	0,14	0,01	0,00	63,55	5,10	0,25	9 x selhání

Bříza 90°, lepidlo 12087

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	14,24	24,28	345,75	2,30	0,23	0,05	1057,15	14,13	3,1	adheze, odtržena část materiálu
2	14,29	24,52	350,39	2,30	0,23	0,05	766,15	8,52	2,2	adheze, odtržena část materiálu
3	13,44	24,72	332,24	2,30	0,23	0,05	714,10	8,91	2,1	adheze, odtržena část materiálu
4	13,78	25,21	347,39	3,00	0,30	0,06	1098,95	18,47	3,2	adheze, odtržena část materiálu
5	14,45	24,83	358,79	3,00	0,30	0,06	712,70	7,94	2,0	adheze, odtržena část materiálu
6	13,39	24,58	329,13	3,00	0,30	0,06	832,30	8,59	2,5	adheze, odtržena část materiálu
7	12,89	24,88	320,70	2,60	0,26	0,05	929,80	11,43	2,9	adheze, odtržena část materiálu
8	12,78	24,99	319,37	2,60	0,26	0,05	849,50	10,79	2,7	adheze, odtržena část materiálu
9	12,62	25,06	316,26	2,60	0,26	0,05	807,10	21,43	2,6	adheze, odtržena část materiálu
10	12,70	25,38	322,33	2,30	0,23	0,05	1021,70	14,54	3,2	adheze
11	12,96	24,99	323,87	2,30	0,23	0,05	1012,30	21,35	3,1	adheze, odtržena část materiálu
12	13,05	24,83	324,03	2,30	0,23	0,05	965,80	13,22	3,0	adheze
Průměrná hodnota	13,38	24,86	332,63	2,55	0,26	0,05	897,30	13,28	2,7	
Směrodatná odchylka	0,66	0,30	14,29	0,30	0,03	0,01	134,89	4,89	0,43	10 x selhání

Buk 0°, lepidlo 12087

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,73	24,98	318,00	2,00	0,20	0,04	466,55	19,93	1,5	adheze
2	12,18	25,09	305,60	2,00	0,20	0,04	692,20	21,59	2,3	adheze
3	12,27	25,00	306,75	2,00	0,20	0,04	743,70	21,39	2,4	adheze
4	12,04	24,94	300,28	2,60	0,26	0,05	896,85	21,95	3,0	koheze
5	11,90	25,00	297,50	2,60	0,26	0,05	802,15	22,20	2,7	adheze
6	12,29	25,15	309,09	2,60	0,26	0,05	962,75	22,96	3,1	adheze
7	12,65	25,08	317,26	2,30	0,23	0,05	899,60	25,30	2,8	adheze
8	12,30	25,03	307,87	2,30	0,23	0,05	822,90	19,55	2,7	adheze
9	12,31	25,10	308,98	2,30	0,23	0,05	974,90	20,86	3,2	koheze
10	13,71	24,93	341,79	2,60	0,26	0,05	1083,45	21,81	3,2	adheze
11	12,91	24,98	322,49	2,60	0,26	0,05	1054,95	19,63	3,3	adheze
12	12,05	24,84	299,32	2,60	0,26	0,05	979,90	19,12	3,3	koheze
Průměrná hodnota	12,45	25,01	311,37	2,38	0,24	0,05	864,99	21,36	2,8	
Směrodatná odchylka	0,50	0,09	12,31	0,26	0,03	0,01	173,18	1,73	0,53	0 x selhání

Buk 45°, lepidlo 12087

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,90	24,86	320,69	3,00	0,30	0,06	968,30	21,35	3,0	adheze, odtržena část materiálu
2	12,86	24,91	320,34	3,00	0,30	0,06	952,20	17,68	3,0	adheze, odtržena část materiálu
3	12,71	25,06	318,51	3,00	0,30	0,06	866,10	14,79	2,7	adheze, odtržena část materiálu
4	12,74	24,70	314,68	2,60	0,26	0,05	982,40	25,14	3,1	adheze
5	12,32	24,67	303,93	2,60	0,26	0,05	963,85	25,12	3,2	koheze
6	12,71	24,84	315,72	2,60	0,26	0,05	904,60	19,74	2,9	adheze, odtržena část materiálu
7	12,72	25,07	318,89	2,60	0,26	0,05	908,45	24,23	2,8	koheze, odtržena část materiálu
8	12,71	24,65	313,30	2,60	0,26	0,05	925,65	28,22	3,0	adheze, odtržena část materiálu
9	12,61	24,99	315,12	2,60	0,26	0,05	918,70	19,26	2,9	koheze, odtržena část materiálu
10	12,98	25,03	324,89	2,60	0,26	0,05	977,15	18,90	3,0	adheze, odtržena část materiálu
11	12,19	24,96	304,26	2,60	0,26	0,05	853,35	25,19	2,8	adheze
12	12,16	24,99	303,88	2,60	0,26	0,05	993,75	26,02	3,3	koheze
Průměrná hodnota	12,63	24,89	314,36	2,70	0,27	0,06	934,54	22,14	3,0	
Směrodatná odchylka	0,27	0,15	7,06	0,18	0,02	0,00	45,83	4,07	0,16	8 x selhání

Buk 90°, lepidlo 12087

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	14,36	24,90	357,56	3,00	0,30	0,06	710,50	8,11	2,0	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
2	15,36	24,79	380,77	3,00	0,30	0,06	816,80	8,39	2,1	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
3	14,30	24,80	354,64	3,00	0,30	0,06	883,25	13,91	2,5	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
4	14,30	25,44	363,79	1,60	0,16	0,03	746,20	8,31	2,1	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
5	13,25	24,96	330,72	1,60	0,16	0,03	775,85	7,19	2,3	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
6	13,62	25,24	343,77	1,60	0,16	0,03	945,55	15,09	2,8	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
7	13,50	24,61	332,24	2,60	0,26	0,05	673,10	6,58	2,0	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
8	14,72	24,67	363,14	2,60	0,26	0,05	839,50	8,54	2,3	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
9	13,87	24,75	343,28	2,60	0,26	0,05	653,45	6,50	1,9	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
10	14,72	24,78	364,76	2,30	0,23	0,05	572,05	6,25	1,6	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
11	13,97	24,57	343,24	2,30	0,23	0,05	592,55	6,32	1,7	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
12	13,95	24,99	348,61	2,30	0,23	0,05	697,45	6,55	2,0	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
Průměrná hodnota	14,16	24,88	352,30	2,38	0,24	0,05	742,19	8,48	2,1	
Směrodatná odchylka	0,59	0,26	14,67	0,53	0,05	0,01	114,59	2,95	0,33	12 x selhání

Smrk 0°, lepidlo 12087

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,37	24,82	307,02	2,30	0,23	0,05	723,75	12,43	2,4	adheze
2	12,86	24,75	318,29	2,30	0,23	0,05	812,65	15,84	2,6	adheze
3	12,87	24,82	319,43	2,30	0,23	0,05	859,70	19,92	2,7	koheze
4	12,78	24,83	317,33	2,60	0,26	0,05	748,40	21,43	2,4	koheze
5	12,22	24,75	302,45	2,60	0,26	0,05	893,20	22,30	3,0	adheze
6	12,10	24,82	300,32	2,60	0,26	0,05	473,70	12,95	1,6	koheze
7	12,69	24,81	314,84	3,00	0,30	0,06	860,80	20,23	2,7	koheze
8	13,48	24,65	332,28	3,00	0,30	0,06	1087,90	21,03	3,3	adheze
9	13,49	24,89	335,77	3,00	0,30	0,06	1132,75	21,86	3,4	adheze, odtržena část materiálu
10	12,65	24,85	314,35	3,30	0,33	0,07	991,80	20,09	3,2	adheze
11	12,63	24,85	313,86	3,30	0,33	0,07	499,45	3,83	1,6	adheze
12	13,01	24,85	323,30	3,30	0,33	0,07	1125,25	18,33	3,5	adheze, odtržena část materiálu
Průměrná hodnota	12,76	24,81	316,58	2,80	0,28	0,06	850,78	17,52	2,7	
Směrodatná odchylka	0,43	0,06	10,63	0,40	0,04	0,01	218,80	5,45	0,63	2 x selhání

Smrk 45°, lepidlo 12087

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	12,98	24,94	323,72	2,30	0,23	0,05	757,25	16,32	2,3	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
2	14,37	24,70	354,94	2,30	0,23	0,05	581,40	9,54	1,6	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
3	14,27	25,02	357,04	2,30	0,23	0,05	588,90	8,43	1,6	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
4	14,26	24,98	356,21	2,60	0,26	0,05	856,65	16,71	2,4	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
5	13,63	24,95	340,07	2,60	0,26	0,05	547,65	8,14	1,6	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
6	13,64	25,29	344,96	2,60	0,26	0,05	488,65	8,22	1,4	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
7	13,85	25,12	347,91	3,00	0,30	0,06	545,15	10,78	1,6	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
8	13,86	24,98	346,22	3,00	0,30	0,06	792,15	14,70	2,3	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
9	13,53	24,62	333,11	3,00	0,30	0,06	702,70	14,99	2,1	koheze, odtržena část materiálu
10	12,24	25,00	306,00	3,00	0,30	0,06	835,60	15,11	2,7	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
11	13,17	24,72	325,56	3,00	0,30	0,06	806,00	13,23	2,5	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
12	13,16	25,02	329,26	3,00	0,30	0,06	494,50	7,66	1,5	koheze
Průměrná hodnota	13,58	24,95	338,82	2,73	0,27	0,06	666,38	11,99	2,0	
Směrodatná odchylka	0,62	0,19	15,60	0,31	0,03	0,01	139,11	3,52	0,46	11 x selhání

Smrk 90°, lepidlo 12087

Vzorek číslo	Přelep			Spotřeba lepidla		Cena	FH[N]	t[s]	Napětí [MPa]	Hodnocení lomu
	délka	šířka	plocha	mm	g					
1	13,61	25,31	344,47	2,60	0,26	0,05	375,15	6,81	1,1	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
2	13,34	25,26	336,97	2,60	0,26	0,05	525,50	9,29	1,6	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
3	14,11	25,42	358,68	2,60	0,26	0,05	480,35	10,52	1,3	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
4	14,06	25,44	357,69	2,60	0,26	0,05	543,50	8,53	1,5	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
5	13,96	25,43	355,00	2,60	0,26	0,05	420,80	7,96	1,2	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
6	13,69	25,55	349,78	2,60	0,26	0,05	481,45	6,41	1,4	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
7	13,55	25,52	345,80	3,00	0,30	0,06	387,85	5,69	1,1	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
8	13,98	25,38	354,81	3,00	0,30	0,06	670,30	10,41	1,9	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
9	13,53	25,30	342,31	3,00	0,30	0,06	339,95	7,16	1,0	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
10	13,86	25,34	351,21	3,00	0,30	0,06	400,60	7,47	1,1	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
11	13,35	25,38	338,82	3,00	0,30	0,06	410,30	6,04	1,2	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
12	13,12	25,39	333,12	3,00	0,30	0,06	560,65	9,80	1,7	slepení neporušeno, odtržena část materiálu
Průměrná hodnota	13,68	25,39	347,34	2,80	0,28	0,06	466,37	8,01	1,3	
Směrodatná odchylka	0,32	0,09	8,47	0,21	0,02	0,00	95,52	1,69	0,27	12 x selhání

Příloha 2: Potvrzení přijetí článku k publikaci v časopise Manufacturing Technology Journal.

Stránka č. 1 z 1

Milan Brožek - Portal Manufacturing technology - Review

Od: <editors@fvtm.ujep.cz>
Komu: <brozek@tf.czu.cz>
Datum: 23.3.2017 8:35
Věc: Portal Manufacturing technology - Review

Manufacturing Technology Articles Administration

This e-mail is sent from web portal of Manufacturing Technology journal.

*** **

Dear colleague,

After your corrections the reviewer **recommends** your article to publishing in the Manufacturing Technology journal indexed in Scopus database. The article waits on the finally inspection of editors.

Please login and watch process on portal: <http://journal.strojirenskatechnologie.cz/portal/>

Best Regards,

Martin Novak
Editor-in-Chief

Manufacturing Technology - Journal for Science, Research and Production, ISSN 1213-2489
Journal is indexed in SciVerse SCOPUS by Elsevier

A: FVTM UJEP, Kampus - budova H, Pesturova 3334/7, 400 01 Usti nad Labem, Czech Republic, Europe.

P: 00420 475 285 534

F: 00420 475 285 566

E: editors@fvtm.ujep.cz

W: <http://journal.strojirenskatechnologie.cz/> | indexed on: <http://www.scopus.com>

