

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra dřevěných výrobků a konstrukcí



Vliv ochranného prostředku na kvalitu lepeného spoje

Diplomová práce

Autor: Bc. Tomáš Beránek

Vedoucí práce: Ing. Jan Bomba, Ph.D.

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra dřevěných výrobků a konstrukcí

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Tomáš Beránek

Dřevařské inženýrství

Název práce

Vliv ochranného prostředku na kvalitu lepeného spoje

Název anglicky

Effect of protection equipment on the quality of the adhesive joint

Cíle práce

Cílem práce je prokázat vliv impregnační látky na pevnost lepených spojů. Dílčím cílem je porovnání různých impregnačních látek a různých druhů lepidel – PVAc a PUR.

Metodika

Zajištění materiálu pro výrobu zkušebních těles – BK řezivo 50 mm, impregnační látky, lepidla. Zhotovit dřevěné části zkušebních těles podle ČSN EN 205 v počtu 360. Části opatřit impregnační látkou a po jejím proschnutí slepit do zkušebních těles dle ČSN EN 205. Otestovat a vyhodnotit pevnost lepených spojů dle ČSN EN 204. Statistické zpracování výsledků a vyslovení závěrů. 2 impregnační látky použít na bázi vody a 1 na bázi rozpouštědel. Použít 2 lepidla PVAc D4 (jedno x dvoukomponentní) a 1 PUR C4.

Doporučený rozsah práce

40 – 50 stran textu, 10 – 20 stran příloh

Klíčová slova

PVAC disperze, polyvinylacetát, polyuretan, PUR, napouštědlo, lepidla, pevnost spoje,

Doporučené zdroje informací

ČSN EN 12765. Klasifikace reaktoplastických lepidel na dřevo pro nekonstrukční aplikace. Praha: Český normalizační institut, 2001. 8 s.

ČSN EN 204. Klasifikace termoplastických lepidel na dřevo pro nekonstrukční aplikace. Praha : Český normalizační institut, 2001. 8 s.

ČSN EN 205. Lepidla – Lepidla na dřevo pro nekonstrukční aplikace – Stanovení pevnosti lepeného spojení ve smyku při tahovém namáhání. Praha : Český normalizační institut, 2003. 16 s.

ČSN EN 923 + A1. Lepidla – termíny a definice. Praha : Český normalizační institut, 2008. 80 s.

EISNER, K., HAVLÍČEK, V., OSTEN, M.: Dřevo a plasty. Praha : SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1983. 384 s. ISBN 04-805-83.

KOMÁREK, Z.: Prehľad lepidiel. Alfa, vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, n.p., Bratislava 1987, 063-056-87 PLE

LIPTÁKOVÁ, E., SEDLIAČIK, M.: Chémia a aplikácia pomocných látok v drevárskom priemysle. Bratislava : ALFA, vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, 1989. 520s. ISBN 80-05-00116-9.

OSTEN, M.: Práce s lepidly a tmely. Praha : Grada Publishing, spol. s r.o., 1996. 136 s.

PESCHEL, P. a kol.: Dřevařská příručka – tabulky, technické údaje. Praha, Sobotáles, 2002. 318 s. ISBN 80-85920-84-0

SEDLIAČIK, J.: Procesy lepenia dreva, plastov a kovov. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2005. 221 s. ISBN 80-228-1500-4.

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Jan Bomba, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 9. 3. 2015

Ing. Jan Bomba, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 3. 2015

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 16. 04. 2015

"Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Vliv ochranného prostředku na kvalitu lepeného spoje vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jana Bomby, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby."

V Praze dne.....

Tomáš Beránek

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval Ing. Janu Bombovi, Ph. D., vedoucímu diplomové práce, za jeho pomoc a rady při zpracování této práce.

Dále bych chtěl poděkovat panu Krbilovi z firmy Akzo Nobel Wood Finishes and Adhesives za poskytnutí lepidel a impregnace a firmě Finnproduct s.r.o. za poskytnutí impregnací.

Abstrakt

Cílem této práce bylo prokázat vliv impregnační látky na pevnost lepených spojů. V práci byly použity dvě impregnace na bázi vody (Teknol aqua 1410-01 a Cetol WV 885 BPD+) a jedno na bázi rozpouštědel (Gori 605). Jako lepidla byly použity PVAC ADHESIVE 3384 (jednokomponentní PVAC lepidlo), EPI systém 1920/1993 (dvoukomponentní PVAC lepidlo) a PUR 1968. Zkušební tělesa byla zhotovena z bukového řeziva podle ČSN EN 205. Jednotlivé zkoušky proběhly podle ČSN EN 204 pro PVAC lepidla a podle ČSN EN 12765 pro PUR lepidla. Vliv impregnací na pevnost slepu byl prokázán, avšak u každého typu lepidla byl různý. U PUR byl prokázán kladný vliv na pevnost slepu pro všechny provedené zkoušky, u obou PVAC lepidel byl vliv u jednotlivých zkoušek různý.

Klíčová slova

PVAC, polyvinylacetát, polyuretan, PUR, impregnace, lepidla, pevnost spoje

Abstract

The aim of this thesis was to investigate the influence of impregnation agents on the strength of glued joints. Two water based impregnations (Teknol aqua 1410-01 and Cetol WV 885 BPD+) and one impregnation based on organic solvents (Gori 605) were used. To glue the joints, we used PVAC ADHESIVE 3384 (single component PVAC adhesive), EPI system 1920/1993 (two component adhesive) and PUR 1968. The specimens were made of beech timber according to the ČSN EN 205 norm. The tests were carried out according to the ČSN EN 204 norm for PVAC adhesives and according to the ČSN EN 12765 norm for PUR adhesives. The influence of the impregnation on the strength of the glued joints was shown, but varied among the used adhesive types. For all the tests, there was a positive influence on the strength of PUR glued joints. For the PVAC adhesive, the influence of the impregnation for each single test was different.

Keywords

PVAC, polyvinylacetate, polyurethane, PUR, impregnation, glues, bond strength

Obsah

1	Seznam tabulek, obrázků a grafů	- 10 -
2	Seznam použitých zkratk	- 12 -
3	Úvod.....	- 13 -
4	Cíl práce.....	- 14 -
5	Rozbor problematiky	- 15 -
5.1	Termoplastická lepidla	- 15 -
5.1.1	Rozdělení termoplastických lepidel.....	- 16 -
5.2	Polyvinylacetátová lepidla (PVAC).....	- 16 -
5.2.1	Vytvrzování PVAC lepidel.....	- 17 -
5.2.2	Použití a vlastnosti PVAC lepidel	- 17 -
5.3	Reaktoplastická lepidla	- 18 -
5.3.1	Rozdělení reaktoplastických lepidel	- 19 -
5.4	Polyuretanová lepidla (PUR)	- 20 -
5.4.1	Jednosložková PUR lepidla	- 21 -
5.4.2	Dvousložková PUR lepidla.....	- 21 -
5.4.3	Vlastnosti a použití PUR lepidel.....	- 22 -
5.5	Ochranné prostředky na dřevo	- 23 -
5.5.1	Rozdělení ochranných prostředků	- 23 -
5.5.2	Fungicidy	- 24 -
5.5.3	Insekticidy.....	- 25 -
5.6	Impregnace oken	- 26 -
5.7	Studie podobné s touto prací	- 27 -
5.7.1	Hakan Keskin, Musa Atar, M. Hakan Akyildiz.....	- 27 -
5.7.2	Yalcin Örs, Musa Atar, Hakan Keskin	- 28 -
6	Metodika	- 30 -

6.1	ČSN EN 205, Lepidla – Lepidla na dřevo pro nekonstrukční aplikace – Stanovení pevnosti lepeného spojení ve smyku při tahovém namáhání.....	- 30 -
6.2	ČSN EN 204, klasifikace termoplastických lepidel na dřevo pro nekonstrukční aplikace	- 32 -
6.3	ČSN EN 12765, Klasifikace reaktoplastických lepidel na dřevo pro nekonstrukční aplikace.	- 33 -
6.4	Použitá lepidla.....	- 35 -
6.4.1	PVAC ADHESIVE 3384.....	- 35 -
6.4.2	EPI systém 1920/1993	- 36 -
6.4.3	PUR 1968.....	- 39 -
6.5	Použité impregnace	- 40 -
6.5.1	GORI 605.....	- 40 -
6.5.2	TEKNOL AQUA 1410 – 01	- 41 -
6.5.3	Cetol WV 885 BPD +	- 41 -
6.6	Výroba zkušebních těles	- 43 -
6.7	Vlastní zkouška	- 45 -
6.7.1	Průběh zkoušky PVAC lepidel	- 45 -
6.7.2	Průběh zkoušky u PUR 1968	- 47 -
6.7.3	Zkušební stroj	- 47 -
7	Výsledky	- 49 -
7.1	Základní výpočty.....	- 49 -
7.2	Pevnost slepu lepidel bez impregnací	- 52 -
7.3	EPI systém 1920/1993.....	- 54 -
7.4	PVAC ADHESIV 3384.....	- 56 -
7.5	PUR 1968.....	- 58 -
7.6	Pevnost slepu u typu zkoušky 1	- 60 -
7.7	Pevnost slepu u typu zkoušky 3	- 62 -
7.8	Pevnost slepu u typu 5.....	- 63 -

7.9	Pevnost slepu pro jednotlivé impregnace.....	- 64 -
7.9.1	Gori 605	- 64 -
7.9.2	Teknol aqua 1410-01	- 65 -
7.9.3	Cetol WV 885 BPD+	- 66 -
8	Diskuze	- 67 -
9	Závěr	- 69 -
10	Literatura.....	- 71 -
11	Seznam příloh	- 74 -
12	Přílohy.....	- 76 -

1 Seznam tabulek, obrázků a grafů

1) Obrázky

- Obr. 5.1 Vznik vinylacetátu (Sedliačik, J. 2005)
- Obr. 5.2 Vznik polyvinylacetátu (Sedliačik, J. 2005)
- Obr. 5.3 Vliv teploty na pevnost lepených spojů dřeva PVAC lepidly (Osten,1996)
- Obr. 5.4 Vznik uretanu (Sedliačik, 2005)
- Obr. 5.5 Diizokianátová složka (Liptáková a Sedliačik, 1989)
- Obr. 5.6 Vazba vznikající reakcí diizokyanátu s OH skupinou (Liptáková a Sedliačik, 1989)
- Obr. 5.7 Znázornění vazby mezi diizokyanátem a dřevem (Liptáková a Sedliačik, 1989)
- Obr. 5.8 Máčení dílců v máčecí vaně (Soukup)
- Obr. 5.9 Flutovací tunel (tpeurookna)
- Obr. 6.1 Zkušební tělesa podle ČSN EN 205 (ČSN EN 205)
- Obr. 6.2 Připravené panely pro lepení souboru
- Obr. 6.3 Máčecí vana
- Obr. 6.4 Lisování sestav pomocí truhlářských svěrek
- Obr. 6.5 Rovný tvar zubu pilového kotouče (Böhm *et al.*, 2012)
- Obr. 6.6 Zkušební těleso
- Obr. 6.7 Namočená tělesa
- Obr. 6.8 Vaření zkušebních těles
- Obr. 6.9 Zkušební stroj UTS testsysteme 50
- Obr. 6.10 Upevnění zkušebního tělesa v čelistech zkušebního stroje

2) Tabulky

- Tab. 5.1 Klasifikace termoplastických lepidel podle ČSN EN 204 (ČSN EN 204)
- Tab. 5.2 Klasifikace reaktoplastických lepidel podle ČSN EN 12765 (ČSN EN 12765)
- Tab. 5.3 Průměrné pevnosti pro jednotlivá lepidla a stupně impregnace (Örs *et al.*, 2004)
- Tab. 6.1 Klasifikace termoplastických lepidel podle ČSN EN 204 (ČSN EN 204)
- Tab. 6.2 Minimální hodnoty pevností tenkých spojů (ČSN EN 204)
- Tab. 6.3 Klasifikace reaktoplastických lepidel podle ČSN EN 12765 (ČSN EN 12765)
- Tab. 6.4 Minimální hodnoty pevností tenkých spojů (ČSN 12765)
- Tab. 6.5 Popis lepidla 3384 (Technický list)

Tab. 6.6 Popis produktů 1920 a 1993 (Technický list)
Tab. 6.7 Informace o lepicí směsi (Technický list)
Tab. 6.8 Popis produktu PUR 1968 (Technický list)
Tab. 6.9 Popis produktu GORI 605 (Technický list)
Tab. 6.10 Popis produktu TEKNOL AQUA 1410 - 01 (Technický list)
Tab. 6.11 Popis produktu Cetol WWV 885 BPD + (Technický list)
Tab. 7.1 Pevnost slepu EPI systém 1920/1993
Tab. 7.2 Pevnost slepu EPI systém 1920/1993
Tab. 7.3 Pevnost slepu PVAC 3384
Tab. 7.4 Pevnost slepu PVAC 3384
Tab. 7.5 Pevnost slepu PUR 1968
Tab. 7.6 Pevnost slepu PUR 1968

3) Grafy

Graf 5.1 Pevnost slepu v závislosti na typu dřeviny, lepidla a impregnace
Graf 5.2 Pevnost slepu pro jednotlivá lepidla, stupeň impregnace, povrchové zpracování
Graf 7.1 Srovnání pevností lepidel pro typ zkoušky 1
Graf 7.2 Srovnání pevností slepu pro PVAC lepidla
Graf 7.3 Pevnost slepu PUR 1968 bez impregnace
Graf 7.4 Pevnost slepu pro EPI systém 1920/1993
Graf 7.5 Pevnost slepu pro PVAC ADHESIV 3384
Graf 7.6 Pevnost slepu pro PUR 1968
Graf 7.7 Pevnosti slepu pro typ zkoušky 1
Graf 7.8 Pevnosti slepu pro typ zkoušky 3
Graf 7.9 Pevnosti slepu pro typ zkoušky 5
Graf 7.10 Pevnost slepu při použití Gori 605
Graf 7.11 Pevnost slepu při použití Teknol aqua 1410-01
Graf 7.12 Pevnost slepu při použití Cetol WV 885 BPD+

2 Seznam použitých zkratk

PVAC	polyvinylacetátová lepidla
PF	fenolformaldehydová lepidla
UF	močovinoformaldehydová lepidla
MeF	melaminformaldehydová lepidla
RF	rezorcínformaldehydová lepidla
PUR	polyuretanová lepidla
MDI	polyizokyanátová lepidla

3 Úvod

Téma této diplomové práce je aktuální zejména kvůli rozšiřující se výrobě oken dílcovou metodou. Z toho důvodu bylo téma této práce zvoleno. Při klasickém lepení oken je rám impregnován po slepení a nejsou tak naimpregnovány lepené spoje. Rohové spoje v dolní části oken jsou nejvíce namáhané, protože je zde takzvaná přiznaná spára, do které se může postupem času dostávat voda, což může mít za následek napadení dřeva dřevokaznými houbami. U dílcové metody výroby oken jsou jednotlivé dílce impregnovány zvlášť a až potom jsou slepeny dohromady. U této metody jsou tedy naimpregnované i lepené spoje, což by mělo zvýšit životnost dřevěných oken. Zároveň musíme také vědět, jaký vliv bude mít impregnace na pevnost spoje, a proto je cílem této práce posoudit vliv různých impregnačních látek na pevnost lepeného spoje.

Postup od zhotovení zkušebních těles až po vlastní zkoušku a měření, které proběhne na zkušebním stroji, bude proveden podle zkoušky ČSN EN 205. Při posuzování pevnosti lepeného spoje budou jednotlivá zkušební tělesa lepena jednak pomocí polyvinylacetátových lepidel (PVAC) a jednak pomocí polyuretanových lepidel (PUR). Z PVAC lepidel bude použit EPI systém 1920/1993, což je dvoukomponentní PVAC lepidlo, a ADHESIVE 3384, tedy jednokomponentní PVAC lepidlo. Z polyuretanových lepidel bude na zkušební tělesa použito PUR 1968. Mezi impregnační látky, které budou v této práci využity, patří dvě na bázi vody, jsou to Cetol WV 885 BPD+ a TEKNOL AQUA 1410-01, a jedna na bázi rozpouštědla GORI 605-00. Naměřené hodnoty podle zmíněného postupu budou zpracovány ve výsledcích, a to pomocí matematických a statistických výpočtů. Výsledky budou dále vyhodnoceny pomocí programu STATISTICA 2012.

Tato diplomová práce je rozdělena do tří kapitol. První kapitola se zabývá rozborem problematiky práce, kde jsou popsány především typy použitých lepidel. Ve druhé a třetí kapitole je popsána praktická část práce, především pak metodika práce a výsledky měření.

4 Cíl práce

Hlavním cílem práce je prokázat vliv impregnační látky na pevnost lepených spojů.

Dílčí cíle jsou:

- Porovnání pevnosti slepu u různých druhů lepidel (jednokomponentní PVAC D4, dvoukomponentní PVAC D4, PUR C4) při použití různých druhů impregnací (dvě na bázi vody, jedno na bázi rozpouštědel).
- Porovnání vlivu jednotlivých impregnací na pevnost lepeného spoje.
- Porovnat, zda lepidla splňují všechny zkoušky podle příslušných norem pro svou třídu trvanlivosti, což je u PVAC D4 a u PUR C4.

5 Rozbor problematiky

V této kapitole jsou popsána a rozdělena termoplastická a reaktoplastická lepidla, a také ochranné prostředky na dřevo.

5.1 Termoplastická lepidla

U termoplastického lepidla je hlavní složkou termoplast. Termoplast je polymer nebo kopolymer, který působením tepla změkne a ochlazením ztuhne a toho lze dosáhnout opakovaně. Mnoho termoplastických materiálů lze převést na reaktoplast, například použitím vhodného chemického síťovacího činidla nebo ozáření (ČSN EN 923).

V následující tabulce je uvedena klasifikace termoplastických lepidel podle ČSN EN 204. Jsou zde uvedeny třídy trvanlivosti a příklady klimatických podmínek, podle kterých musí být lepidla klasifikována.

Tab. 5.1 Klasifikace termoplastických lepidel podle ČSN EN 204 (ČSN EN 204)

Třída trvanlivosti	Příklady klimatických podmínek a oblastí použití
D1	Interiér, kde vlhkost dřeva nepřekročí 15 %.
D2	Interiér s příležitostným krátkodobým působením tekoucí nebo kondenzované vody a/nebo občasou vysokou vlhkostí vzduchu za předpokladu, že nárůst vlhkosti dřeva nepřesáhne 18 %.
D3	Interiér s častým krátkodobým působením tekoucí nebo kondenzované vody a/nebo působením vysoké vlhkosti vzduchu. Exteriér chráněný před působením povětrnosti.
D4	Interiér s častým dlouhodobým působením tekoucí nebo kondenzované vody. Exteriér vystavený povětrnosti avšak opatřený přiměřenou povrchovou úpravou.

5.1.1 Rozdělení termoplastických lepidel

- **Polyvinylacetátová lepidla (PVAC)**

Hlavní složkou těchto lepidel je polyvinylacetát, který je rozpustný ve většině organických rozpouštědel (např. aceton, toluen, etylalkohol, etylacetát). Je nerozpustný v benzínu, vyšších alkoholech a glycerinu. Polyvinylacetát se připravuje ve formě disperzních a roztokových lepidel (Komárek, 1986).

- **Kaučuková lepidla**

Tato lepidla jsou buď vyráběna z přírodního, nebo syntetického kaučuku, popřípadě se mohou tyto kaučuky míchat. Mají dobrou adhezi k řadě materiálů, např. ke dřevu, kovům, betonu a ke gumám. K dalším výhodám patří pružnost spoje či odolnost vůči chemikáliím. Mezi kaučuková lepidla patří polychlorprenová (kontaktní), neoprenová a polychlorbutadienová lepidla (Osten, 1982).

- **Tavná lepidla**

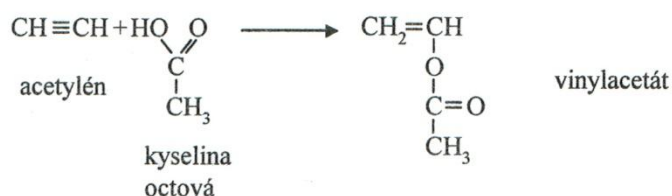
Tato lepidla patří mezi nejnovější druhy a svým složením, zpracováním a aplikací se liší od ostatních druhů lepidel. Před aplikací se musí zahřát na teplotu tání, přibližně 120 až 200 °C. Při poklesu teploty pod teplotu tání opět tuhnou. Výhodou těchto lepidel je, že po nanesení a provedení slepu za velmi krátkou dobu ztuhnou a vytvoří velmi pevný spoj. V dřevařském průmyslu se používají na olepování bočních ploch. Dodávají se v pevném stavu (Peschel et al, 2002).

5.2 Polyvinylacetátová lepidla (PVAC)

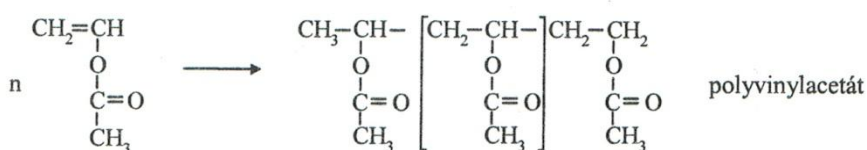
V normě ČSN EN 923 je PVAC lepidlo definováno jako termoplastický polymer ve formě disperze, pryskyřice nebo pevné látky, vyrobený polymerací vinylacetátu jako jediného nebo základního polymeru. Toto lepidlo se používá na lepení porézních materiálů, jako je dřevo a papír (ČSN EN 923).

Základní složkou polyvinylacetátu je vinylacetát, který vzniká reakcí acetylenu a kyseliny octové (obr. 5.1). Vinylacetát je bezbarvá kapalina štiplavého zápachu, která má bod varu přibližně 72 °C. Polyvinylacetát vzniká z monomeru vinylacetátu disperzním způsobem ve vodní suspenzi (obr. 5.2). Polyvinylacetát je bezbarvá hmota, která je poměrně stálá i za zvýšených teplot. V závislosti na střední molekulové hmotnosti měkne v rozmezí od 70 do 200 °C. Odolává chemikáliím, jako jsou oleje, petrolej a ethery. Rozpouští se v alkoholech, ketonech a v chlorovaných a aromatických

uhlovodících. Polyvinylacetát se používá zejména k výrobě disperzních lepidel, roztokových nátěrových hmot a latexů (Ducháček, 2006), (Černý, 1982), (Sedliačik, J. 2005).



Obr. 5.1 Vznik vinylacetátu (Sedliačik, J. 2005)



Obr. 5.2 Vznik polyvinylacetátu (Sedliačik, J. 2005)

Polyvinylacetátová lepidla na dřevo se používají ve formě disperzí. Disperze je směs vody s polymerem. Polymer není ve vodě rozpuštěn, ale je perfektně rozptýlen (dispergován) v podobě malých částic (0,1 až 1 μm). Pro zamezení usazování a shlukování částic obsahují disperze povrchově aktivní látky, zejména tenzidy a ochranné koloidy (např. polyvinylalkohol). Jelikož částice rozptylují světlo, je disperze obvykle mléčně bílá kapalina (LEAR, a. s.).

5.2.1 Vytvrzování PVAC lepidel

Během vytvrzování PVAC lepidel nedochází k žádné chemické reakci. Jedná se o fyzikální proces, při kterém dřevo z PVAC lepidla odebírá postupně vodu, a tím vzniká na jeho povrchu souvislý film (Sedliačik, J. 2005).

Otevřená doba lepidel je přibližně 4 – 8 min, avšak závisí na složení lepidla. Dále je otevřená doba závislá na nánosu lepidla a na druhu použitého materiálu, jelikož s rostoucím nánosem a vlhkostí materiálu se doba prodlužuje (Eisner et al, 1983).

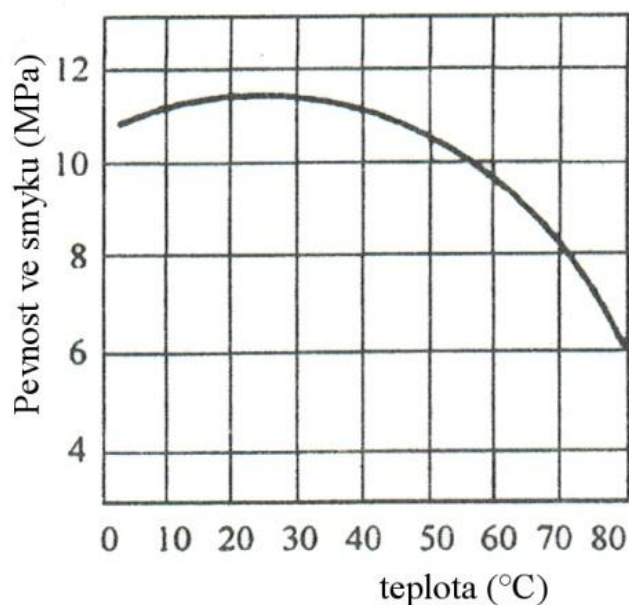
5.2.2 Použití a vlastnosti PVAC lepidel

PVAC lepidlo je nehořlavé a může být použito i za poměrně nízkých teplot. Teplota prostředí pro lepení by však neměla klesnout pod 10 °C. Optimální teplota prostředí pro lepení PVAC lepidly je přibližně 18 – 22 °C. Použití tohoto lepidla je velmi snadné a lepidlo při obrábění neotupuje nástroj. Nicméně se zvyšující teplotou

se zhoršují mechanické vlastnosti, jak je vidět na obr. 5.3. Nanášené množství lepidla je přibližně $180 - 200 \text{ g.m}^{-2}$ a nanáší se většinou na obě strany (Hakam et al, 2009).

PVAC lepidla se většinou používají na lepení v suchém prostředí (především v interiérech), i když mají dobrou odolnost vůči plísním. Lepidla, která patří do třídy trvanlivosti D4, však mohou být použita i v exteriérech. PVAC lepidla jsou mimo lepení dřeva vhodná i pro lepení jiných pórovitých látek, jako je papír, lepenka, korek, textilie či kůže (Sedliačik, J. 2005).

Lepený spoj PVAC lepidlem je velmi kvalitní z hlediska pevnosti ve smyku. Ale při teplotě přibližně $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ až $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ nastává pokles pevnosti spoje. Pokud teplota překročí $130 \text{ }^{\circ}\text{C}$, začínají se lepidla rozkládat a uvolňovat kyselinu octovou (Sedliačik, 2005).



Obr. 5.3 Vliv teploty na pevnost lepených spojů dřeva PVAC lepidly (Osten,1996)

5.3 Reaktoplastická lepidla

Jedná se o lepidla, jejichž hlavní složkou je reaktoplast, což je monomer, polymer nebo kopolymer, který se po vytvrzení změní na látku netavitelnou a nerozpustnou (ČSN EN 923).

V následující tabulce je uvedena klasifikace reaktoplastických lepidel podle ČSN EN 12765. V této klasifikaci jsou uvedeny třídy trvanlivosti a příklady klimatických podmínek a oblasti použití.

Tab. 5.2 Klasifikace reaktoplastických lepidel podle ČSN EN 12765 (ČSN EN 12765)

Třída trvanlivosti	Příklady klimatických podmínek a oblastí použití
C1	Interiér, kde vlhkost dřeva nepřekročí 15 %.
C2	Interiér s příležitostným krátkodobým působení tekoucí nebo kondenzované vody a/nebo občasnou vysokou vlhkostí vzduchu za předpokladu, že nárůst vlhkosti dřeva nepřesáhne 18 %.
C3	Interiér s častým krátkodobým působení tekoucí nebo kondenzované vody a/nebo působením vysoké vlhkosti vzduchu. Exteriér chráněný před působením povětrnosti.
C4	Interiér s častým dlouhodobým působením tekoucí nebo kondenzované vody. Exteriér vystavený povětrnosti avšak opatřený přiměřenou povrchovou úpravou.

5.3.1 Rozdělení reaktoplastických lepidel

- **Epoxidová lepidla**

Pomocí těchto lepidel lze lepit mnoho materiálů, např. kovy, sklo, porcelán nebo dřevo. Základní složkou jsou epoxidové pryskyřice, které vznikají reakcí vícemocných fenolů s epichlorhydrinem (Osten, 1982)

- **Fenolformaldehydová lepidla (PF)**

Fenolformaldehydová lepidla patří mezi nejstarší syntetická lepidla. Základní složkou pro výrobu jsou fenoly (fenol, krezol, xylenoly) a formaldehyd. Podle způsobu vytvrzování se dělí na jednosložková a dvousložková. Výhoda tohoto lepidla je, že je vodovzdorné, takže je vhodné na použití v exteriéru. Používá se na výrobu dřevotřískových desek nebo vodovzdorných překližek (Komárek, 1986).

- **Močovinoformaldehydová lepidla (UF)**

Tato lepidla vznikají kondenzací močoviny s formaldehydem. Používají se při výrobě třískových a vláknitých desek, dále na truhlářské překližky, laťovky atd. Vzhledem k nízké ceně je to nejpoužívanější lepidlo. Lepidlo však není voděodolné, proto se pro vylepšení přimíchává melaminformaldehydové lepidlo (Komárek, 1986).

- **Melaminformaldehydová lepidla (MEF)**

Tato lepidla jsou svým chemickým složením podobná UF lepidlům, jejich základními složkami jsou melamin a formaldehyd. Jejich nevýhodou je vysoká cena, a proto se většinou přimíchávají do UF lepidel (NIS).

MEF lepidla jsou zdravotně nezávadná, mají výbornou odolnost proti studené i vroucí vodě a částečně i proti povětrnostním vlivům. Svými vlastnostmi se přibližují fenolformaldehydovým lepidlům (Sedláčik, 2005).

- **Rezorcínformaldehydová lepidla (RF)**

Tato lepidla vznikají reakcí rezorcínu a formaldehydu. Lepený spoj je odolný vůči vodě, povětrnostním vlivům, slabým kyselinám a zásadám. Patří mezi nejlepší lepidla na lepení dřeva (Komárek, 1986).

- **Polyuretanová lepidla (PUR)**

Tato lepidla mohou být jednosložková a dvousložková. Vznikají adiční polymerizací polyizokyanátů s vícesytnými alkoholy. Používají se na lepení gumy, kovů, dřeva, keramiky nebo PVC folií (Komárek, 1986).

- **Polyizokyanátová lepidla (MDI)**

Nejčastější využití těchto lepidel je při lepení OSB desek. Mezi nevýhody těchto lepidel patří dobrá lepicí schopnost ke kovům, proto je nutné při lisování používat chemické separátory. Výhodou těchto lepidel je, že neuvolňují žádný formaldehyd (Böhm et al 2012).

- **Polyesterová lepidla**

Tato lepidla vznikají esterifikací dvojsytných alkoholů a nenasycených dikarboxylových kyselin. Používají se především na výrobu laminátů. Jsou vhodná na lepení sklolaminátů, dřeva, keramiky, betonu atd. (Osten, 1996).

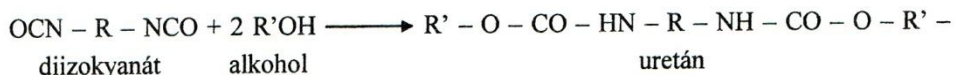
5.4 Polyuretanová lepidla (PUR)

V normě je PUR lepidlo definováno jako polymer, který je připravený reakcí polyizokyanátu a vícesytných alkoholů (polyolů), v jehož řetězci je opakující se uretanová skupina (ČSN EN 923).

PUR lepidla patří mezi polyadiční lepidla, která vznikají adiční polymerací polyizokyanátů s vícesytnými alkoholy nebo polyestery bohatými na hydroxylové skupiny. Výroba polyuretanu je založena na reakci izokyanátové skupiny

se sloučeninou, která má aktivní vodík (např. alkohol). Polyuretanová lepidla se dělí na jednosložková a dvousložková (Liptáková a Sedliačik, 1989).

Izokyanáty jsou velmi reaktivní sloučeniny, které jsou schopné reagovat s libovolnou sloučeninou obsahující pohyblivý vodík, např. s vodou, alkoholem, kyselinou nebo aminem (Černý, 1982).



Obr. 5.4 Vznik uretanu (Sedliačik, 2005)

5.4.1 Jednosložková PUR lepidla

Jednosložková lepidla jsou vyrobena ze sloučenin s aktivním vodíkem a izokyanátem, který je v tomto případě v nadbytku. Molekuly získaného polyuretanu proto obsahují volné izokyanátové skupiny. Tyto skupiny reagují se vzdušnou vlhkostí a podporují tak zesíťování molekul, což způsobuje vytvrzování (Sedliačik, 2005).

Tato lepidla začínají být používána ve velkém rozsahu například pro délkové nastavování lamel na miniozub pro lepené lamelové dřevo, a to především z důvodu snadné manipulace. Výhodou jednosložkových PUR lepidel je, že je lze použít i na dřevo s vyšší vlhkostí. Nevýhodou některých jednosložkových PUR lepidel může být náchylnost na nízký obsah vlhkosti dřeva. Problém může nastat, pokud rovnovážná vlhkost dřeva klesne pod 6 – 8 %. Vlivem snížení vlhkosti mají spoje tendenci se rozlepovat, proto by měli mít všichni výrobci těchto lepidel uvedeno v technických listech, že by se jednosložková polyuretanová lepidla neměla používat, pokud obsah vlhkosti dřeva klesne pod 8 % (Beaud et al, 2006).

5.4.2 Dvousložková PUR lepidla

Dvousložková lepidla jsou zpracována poměrně jednoduchou technologií. Poměr, kterým se mísí jednotlivé složky, je obvykle 1 : 1 nebo 1 : 3 (polyester : polyisokyanát). Základní složky těchto směsí jsou polyester nebo jiné polyhydroxy sloučeniny a polyisokyanát. Reakce obou složek probíhá i za normálních teplot. Tyto směsi mají i dostatečně dlouhé doby použití, které většinou bývají od 15 min do několika hodin. Skladbou základních složek se ovlivňuje tvrdost a pružnost spoje (Liptáková a Sedliačik, 1989).

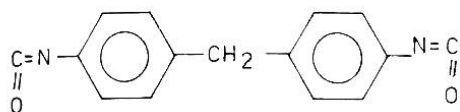
Dvousložková polyuretanová lepidla se vyrábějí jako rozpouštědlová a bezrozpouštědlová. Bezrozpouštědlové typy jsou na bázi polyesterových nebo polyetherových pryskyřic s koncovými OH skupinami a dvojfunkčních aromatických

izokyanátů, které jsou vhodné pro lepení dřeva, plastů a lehčených hmot. Rozpouštědlové typy jsou na bázi polyesterových pryskyřic a trojfunkčních izokyanátů, které se používají především na lepení kovů, plastů (tvrdý PVC, ABS kopolymer) a také k lepení dřeva (Osten, 1982).

5.4.3 Vlastnosti a použití PUR lepidel

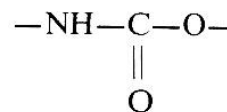
PUR lepidla mají široké komerční využití v textilním a automobilovém průmyslu, ve výrobě obalů, obuvi nebo nábytku. Polyuretany vynikají svou výbornou přilnavostí k povrchům, dále tím, že je spoj těchto lepidel pružný a má vysokou soudržnost. Za vlhka tvoří snadno vodíkové vazby s mnoha materiály, jako je textil, kovy, plasty, dřevo, sklo, písek, keramika nebo guma (Vick a Okkonen, 1998). Další předností těchto lepidel je, že se vytvrzují ve velkém rozmezí teplot a to včetně nízkých okolo 0 °C. Pevnostní vlastnosti a odolnost proti vlhkosti a vodě se vyrovnají fenolformaldehydovým lepidlům. Jak už bylo řečeno, využití tohoto lepidla je všestranné. Umožňuje dokonale lepit dřevo, což je dáno vysokou polaritou zejména diizokyanátové složky. Diizokyanát reaguje s OH skupinou dřeva, ze které se vodík přemístí na dusík, a vznikají vazby na obr. 5.6. Vazba mezi diizokyanátem a dřevem je znázorněna na obr. 5.7 (Liptáková a Sedláčik 1989).

Pokud lepidla obsahují organická rozpouštědla, jsou zápalná a mohou být toxická. Pro člověka jsou velmi nebezpečné izokyanátové skupiny, které lehko reagují s tkání. Proto je vhodné při používání těchto lepidel používat ochranné pomůcky (Sedláčik, J., 2005).

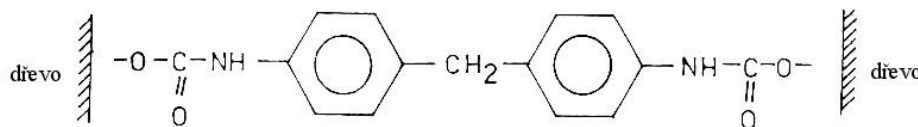


4,4'-diizokyanátdifenylnmetán

Obr. 5.5 Diizokianátová složka
(Liptáková a Sedláčik, 1989)



Obr. 5.6 Vazba vznikající reakcí diizokyanátu s OH skupinou (Liptáková a Sedláčik, 1989)



Obr. 5.7 Znázornění vazby mezi diizokyanátem a dřevem (Liptáková a Sedláčik, 1989)

Lepidla se přímo aplikují na jeden z povrchů, doporučený nános je 150 až 20 g.m⁻². Otevřená doba PUR lepidel je přibližně 90 minut. Doba vytvrzení je asi 60 -120 minut, záleží na typu a výrobci PUR lepidla. Základní pevnost pro manipulaci je asi po 6 – 10 min (ÖRS et al, 2004).

5.5 Ochranné prostředky na dřevo

Dřevo je přírodní organický materiál, který se skládá z celulosy, hemicelulos, ligninu a doprovodných látek. Tento materiál může být napaden biologickými škůdci, jako jsou bakterie, houby a hmyz. Využití dřeva je proto omezeno jeho citlivostí na organismy, které mohou poškodit jeho strukturu a zhoršovat jeho vlastnosti (Reinprecht, 2010).

Proto je účelem ochrany dřeva zabránit nežádoucímu rozkladu dřevní hmoty použitím účinného ochranného prostředku, a prodloužit tak jeho životnost (Uhlíř, 1993).

5.5.1 Rozdělení ochranných prostředků

Sedláčik (2005) rozděluje ochranné prostředky na dřevo následovně:

1. Pesticidy – proti biologickým škůdcům
 - a) Fungicidy – proti houbám a plísním
 - Anorganické
 - Organické
 - b) Insekticidy – proti hmyzu
 - Přírodní
 - Syntetické
 - c) Rodenticidy – proti hlodavcům
2. Látky proti atmosférickým vlivům
3. Retardéry hoření

5.5.2 Fungicidy

Fungicidy jsou organické nebo anorganické látky, které se používají na ochranu dřeva proti houbám. Princip jejich účinku závisí na chemickém složení, z něhož jsou všechny důležité biocidní vlastnosti odvozené. Některé fungicidy mohou mít současně baktericidní, insekticidní nebo jiné biocidní účinky, jako příklad lze uvést kyselinu boritou (Reinprecht, 2010).

Některé dřevokazné houby nejvíce využívají hlavní složky dřeva (celulosa, hemicelulosa, lignin) a některé žijí jen z doprovodných složek buněk (např. z jednoduchých cukrů, škrobů apod.) a nenarušují tak pevnost dřeva. Dřevokazné houby ale pro svůj růst potřebují vlhkost, vzduch a vhodnou teplotu. Pokud je vlhkost nižší než 20 % a teplota klesne pod 3 °C, tak se jejich růst zastavuje, ale při vhodných podmínkách se jejich růst opět obnovuje (Sedliačik, 2005).

5.5.2.1 Anorganické fungicidy

Anorganické fungicidy obsahují fungicidní účinné prvky (kationty a anionty), jako je měď, zinek, stříbro, kadmium, kobalt, nikl, rtuť, arsen, bor, fluor aj. (Reinprecht, 2008).

Většinou se aplikují ve formě vodných roztoků, popřípadě při aplikaci na surové dřevo v tuhé formě, např. ve formě past nebo prášků. V ochranných prostředcích se používají často jako směsi, aby se dosáhlo lepšího fungicidního účinku. Například, když se přidá do roztoku mědi 1 % kadmia, může se fungicidní účinnost mědi zvýšit až o 100 % (Reinprecht, 2008).

5.5.2.2 Organické fungicidy

Organické fungicidy se donedávna používaly pouze v organických rozpouštědlech. Organická rozpouštědla se ale postupně nahrazují vodnými nosnými médii, což je výhodné z ekologického a ekonomického hlediska (Reinprecht, 2008).

Nejvíce rozšířené organické fungicidy jsou impregnační oleje, které se vyrábějí z černouhelného dehtu. Černouhelný dehet vzniká při zplyňování nebo koksování černého uhlí. Nejznámější impregnační olej je kreosotový olej (Sedliačik, 2005).

5.5.3 Insekticidy

Insekticidy jsou látky, které jsou účinné proti hmyzu. To znamená, že ho buď usmrcují, nebo odpuzují. Používané insekticidy v ochraně dřeva mohou působit preventivně nebo likvidačně. U zdravého dřeva působí insekticidy preventivně tak, aby zabránily kladení vajíček a vývoji larev. U infikovaného dřeva hmyzem usmrcují všechny vývojové stádia hmyzu. Insekticidy rozdělujeme podle chemického složení na organické a anorganické, a podle fyziologického účinku na toxické a netoxické (Reinprecht, 2008).

5.5.3.1 Anorganické insekticidy

U nás se nejčastěji používají sloučeniny trojmocného bóru, jako je kyselina boritá a tetraboritan sodný. Tyto látky jsou vhodné z eko-toxikologického hlediska i v interiérech. Povrchové aplikace anorganických insekticidů mají preventivní účinek a při hloubkové aplikaci mají i účinek likvidační. Výhoda sloučenin boru je ta, že mají insekticidní i fungicidní účinek. A naopak jejich nevýhodou je snadná vyluhovatelnost ze dřeva (Reinprecht, 2008).

V minulosti byl často používán chlorid rtuťnatý a méně často sloučeniny fluoru (fluorid sodný a hydrogenfluorid draselný) a sloučeniny arsenu (Reinprecht, 2008).

5.5.3.2 Organické insekticidy

Insekticidní účinek mají i některé organické fungicidy, jako jsou kreosotový olej, chlórované naftaleny anebo kvartérní amoniové sloučeniny. Čistě insekticidní účinek mají chlorované uhlovodíky, organofosfáty, karbamáty, steroidy a některé heterocykly. Aplikují se stejně jako fungicidy buď ve vhodných organických rozpouštědlech anebo ve vodních emulzích (Reinprecht, 2008).

5.5.3.3 Přírodní insekticidy

Přírodní insekticidy jsou například pyretrum, což je získaná směs pyretroidů získaných extrakcí nebo lisováním z květů dalmátské chryzantémy (*Chrysanthemum cinerariaefolium*). Přírodní pyretriny jsou velice účinné a patří mezi nejrychleji účinkující látky používané na zneškodnění hmyzu. Nevýhoda je, že se vlivem UV záření rozkládají na neškodné látky. Dále sem patří roteton, který se získává výtahem z rostliny kožnatec (*derris*). Roteton není nebezpečný pro člověka, ale je nebezpečný při použití v blízkosti vodních ploch, protože působí na ryby stejně jako na hmyz. Další látkou, která patří do této skupiny, je nikotin. Nikotin patří do skupin alkaloidů,

získaných extrakcí z rostlin tabáku. Nikotin je v prostředí velmi stabilní a má dlouhodobý účinek, je vhodný například pro postřik (Sedliačik, 2005) (Pavela, 2006).

5.6 Impregnace oken

Okna se impregnují hlavně z důvodu ochrany proti houbám, plísním a hmyzu. Moderní metodou výroby oken je takzvaná dílcová metoda. Dílcová metoda má výhodu v tom, že se každý dílec okna před slepením impregnuje. Tím se ochranné látky dostanou nejen do povrchových vrstev, ale i do konstrukčních spojů oken (Oknotherm).

Jednotlivé dílce se do impregnace máčejí, což se může provádět ve flutovacích tunelech nebo v máčecí vaně, viz obr. 5.8. Flutovací tunel je zařízení, kde jsou po stranách tunelu trysky, které stříkají impregnaci na dílec zavěšený na dopravníku, viz obr. 5.9 (Soukup).



Obr. 5.8 Máčení dílců v máčecí vaně (Soukup)



Obr. 5.9 Flutovací tunel (tpeurookna)

Pokud se při výrobě oken nevyužívá dílcové metody, je impregnace prováděna až po slepení rámu. Pro impregnaci rámu se mohou používat máčecí vany nebo flutovací tunele, jako je to u dílcové metody. Nevýhodou je, že nejsou impregnované spoje. Další nevýhodou je problematické broušení rohů po zaschnutí impregnace.

5.7 Studie podobné s touto prací

5.7.1 Hakan Keskin, Musa Atar, M. Hakan Akyildiz

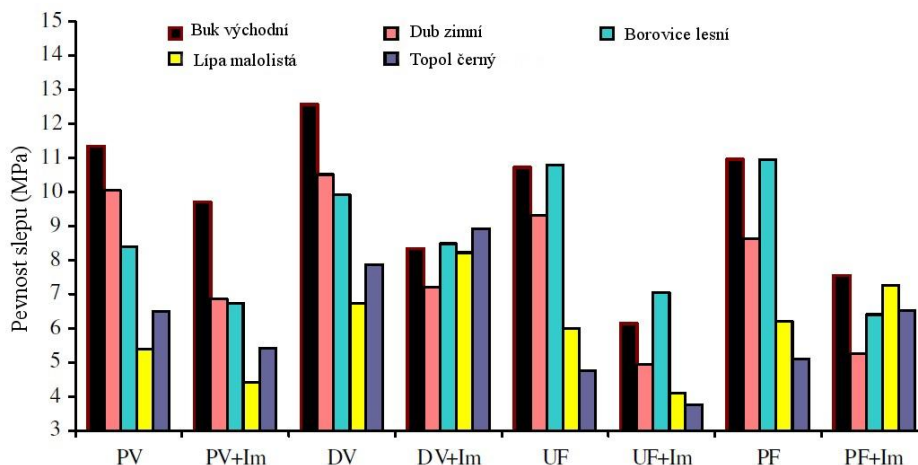
Tito autoři srovnávali ve své studii pevnosti PVAC lepidla, Desmodur-VTKA, fenol-formaldehydového a močovinoformaldehydového lepidla pro naimpregnované dřevo Vacsol Azure (Keskin *et al.*, 2009).

Cílem studie těchto autorů bylo určit pevnost buku východního (*Fagus orientalis*), dubu zimního (*Quercus petraea*), borovice lesní (*Pinus silvestris*), lípy malolisté (*Tilia cordata*) a topolu černého (*Populus nigra*), které jsou impregnovány pomocí Vacsol Azure a lepeny PVAC, D-VTKA, UF a PF lepidly (Keskin *et al.*, 2009).

Vacsol Azur je impregnace na bázi rozpouštědel, která má trojí funkční ochranu, obsahuje fungicidy (propiconazol a tebukonazol), insekticid, termicid a vodu odpuzující systém. Doporučuje se k ochraně dřeva proti napadení dřevokaznými škůdci a termity. Je hořlavý, dráždivý a škodlivý, a proto je u této impregnace nutná bezpečná manipulace (Keskin *et al.*, 2009).

Desmodur-VTKA (D-VTKA = desmidur-vinyl Trie Ketonol acetát) je lepidlo vhodné pro montážní lepení v dřevozpracujícím průmyslu. Jedná se o jednosložkové lepidlo na bázi polyuretanu. Doporučuje se aplikace lepidla na jeden z povrchů a to přibližně 180 g/m². Lepený povrch musí být čistý, suchý a bez prachu (Keskin *et al.*, 2009).

Zkušební tělesa byla vyrobena dle stejného postupu jako v této diplomové práci, a tedy rozměry jsou 150 x 20 x 10 mm a průměrná vlhkost zkušebních těles je 12 %. Výroba zkušebních těles i vlastní zkouška probíhala podle EN 204 a EN 205 (Keskin *et al.*, 2009).



Graf 5.1 Pevnost slepu v závislosti na typu dřeviny, lepidla a impregnace (Keskin *et al.*, 2009)

Z grafu 5.1 je patrné, že impregnace má negativní vliv na lepené spoje. U všech použitých lepidel je vidět, že při použití Vacsol Azur pevnost klesá oproti zkušební tělesům, u kterých není impregnace použita (Keskin *et al.*, 2009).

5.7.2 Yalcin Örs, Musa Atar, Hakan Keskin

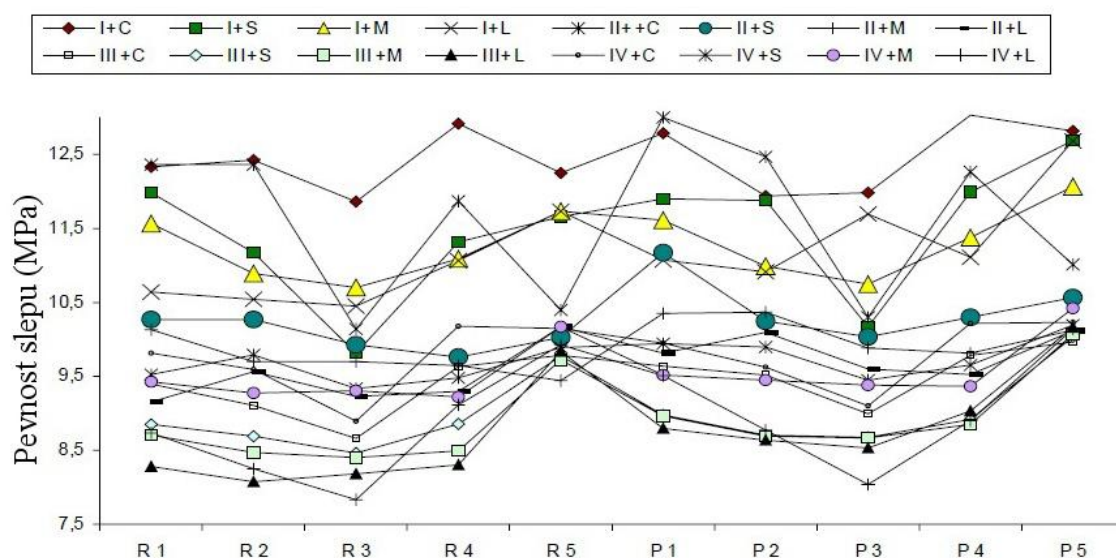
V této studii byla zkušební tělesa vyrobena z buku východního (*Fagus orientalis*), dubu zimního (*Quercus petraea*), borovice lesní (*Pinus silvestris*) a cedru libanonského (*Cedrus libani*). Zkušební tělesa byla následně impregnována Imersol-Aqua třemi způsoby a to krátkodobě, střednědobě a dlouhodobě. Poté byla některá tělesa obroušena a některá broušena nebyla. Pro lepení zkušebních těles byla použita tato lepidla: polyvinylacetát, Klebit 303, Kleiberit 305, Super-Lackleim 308 a polyuretan (diphenylmethan-4,40-isocyanate). Zkouška probíhala podle normy EN 205 (Örs *et al.*, 2004).

U zkušebních těles, která nebyla broušena po impregnaci, byla nejvyšší pevnost slepu získána u buku impregnovaného metodou krátkodobého máčení a pojeného pomocí Klebit 303, zatímco nejnižší hodnota pevnosti slepu byla u borovice impregnované dlouhodobým způsobem a pojené Klebit 303, U broušených zkušebních těles po impregnaci, byla nejvyšší pevnost slepu u buku, který byl impregnován krátkodobým ponořením a pojený polyuretanem, zatímco nejnižší pevnost byla u cedru, který byl impregnován dlouhodobým máčením a pojený Super-Lackleim 308 (Örs *et al.*, 2004).

Tab. 5.3 Průměrné pevnosti pro jednotlivá lepidla a stupně impregnace (Örs et al., 2004)

Dřevina	Stupeň impregnace	proces broušení, druh lepidla									
		bez broušení					s broušením				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
I	C	12.330	12.421	11.861	12.913	12.252	12.786	11.938	11.981	13.028	12.815
	S	11.986	11.168	9.815	11.313	11.654	11.901	11.874	10.169	11.990	12.690
	M	11.567	10.890	10.698	11.088	11.734	11.615	10.990	10.750	11.375	12.070
	L	10.638	10.541	10.451	11.068	11.735	11.074	10.913	11.698	11.110	12.685
II	C	12.359	12.363	10.140	11.873	10.396	12.997	12.472	10.299	12.261	11.011
	S	10.271	10.269	9.928	9.759	10.029	11.170	10.244	10.037	10.296	10.562
	M	10.132	9.697	9.702	9.644	9.445	10.349	10.367	9.881	9.813	10.127
	L	9.150	9.566	9.232	9.301	10.170	9.817	10.094	9.603	9.525	10.116
III	C	9.400	9.110	8.662	9.630	9.783	9.636	9.517	8.992	9.787	9.969
	S	8.853	8.692	8.461	8.856	9.774	8.977	8.703	8.674	8.922	10.033
	M	8.706	8.472	8.405	8.494	9.720	8.967	8.694	8.672	8.854	10.069
	L	8.278	8.078	8.181	8.302	9.837	8.798	8.639	8.531	9.034	10.164
IV	C	9.814	9.596	8.896	10.179	10.150	9.950	9.622	9.102	10.218	10.230
	S	9.524	9.793	9.334	9.481	9.888	9.939	9.894	9.449	9.651	10.191
	M	9.429	9.273	9.302	9.219	10.168	9.515	9.452	9.385	9.370	10.421
	L	8.737	8.251	7.832	9.118	9.927	9.511	8.777	8.038	8.903	10.143

I – buk, II – dub, III – borovice, IV – cedr, 1 = Klebit 303, 2 = Kleiberit 305, 3 = Super-Lackleim 308, 4 = PVAC, 5 = PUR, C – kontrolní tělesa, S – krátkodobě impregnovaná tělesa, Střednědobě impregnovaná tělesa, L- dlouhodobě impregnovaná tělesa.



Graf 5.2 Pevnost slepu pro jednotlivá lepidla, stupeň impregnace, povrchové zpracování (Örs et al., 2004), R – tělesa bez broušení, P – tělesa s broušením.

Z grafu 5.2 vyplývá, že hodnoty pevností jsou u impregnovaných zkušebních těles nižší než u kontrolních zkušebních těles. Lze tedy říci, že v této studii bylo potvrzeno, že impregnace Imersol-Aqua má negativní vliv na pevnost lepeného spoje.

6 Metodika

Pevnost lepených spojů byla určena podle příslušných norem. Zhotovení zkušebních těles a měření proběhlo podle ČSN EN 205.

Podstata zkoušky je uvedena v ČSN EN 205: *„Symetricky slepený jednoduše přeplátovaný spoj dvou symetricky slepených dřevěných adherendů se kondicionuje za předepsaných podmínek a namáhá se tahovou silou, působící rovnoběžně ve vláknitou strukturou adherendu až do porušení“*.

Protokol o zkoušce by měl obsahovat údaje o lepidlech, údaje o zkušebních tělesech, výsledky zkoušky a údaje o třídě trvanlivosti (ČSN EN 205)

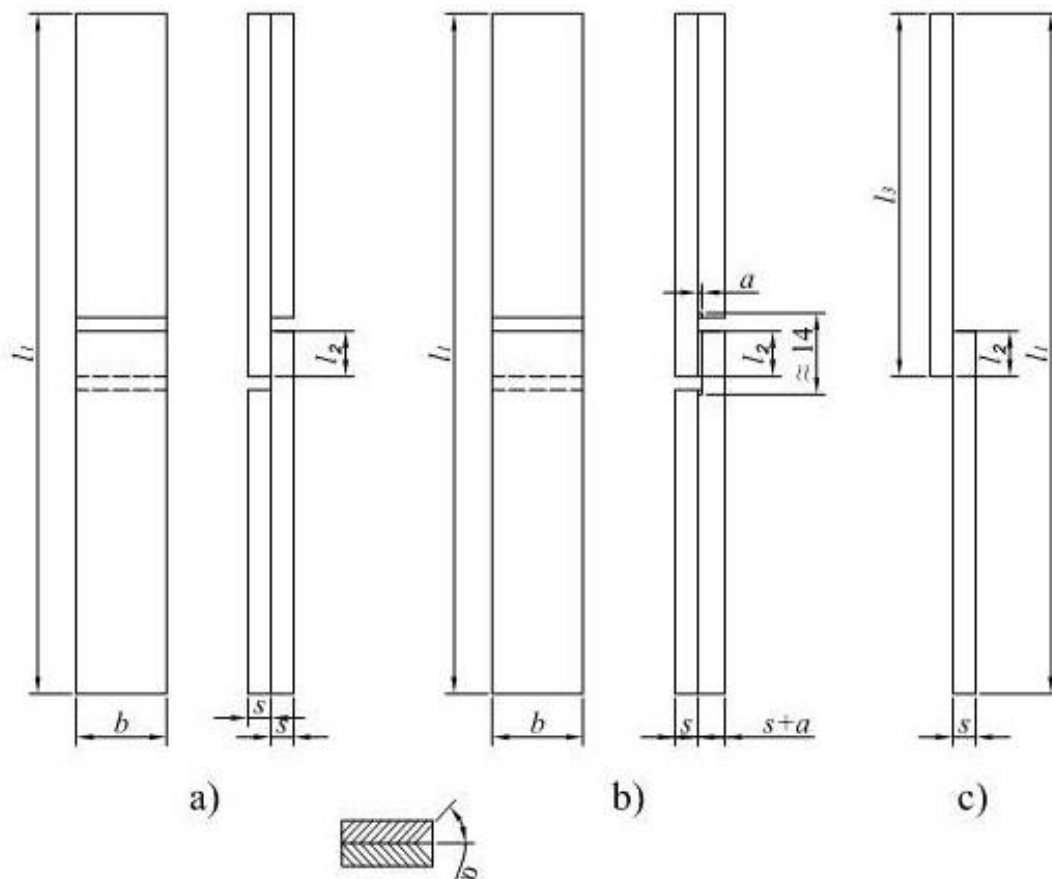
Třídy trvanlivosti jsou určeny podle normy ČSN EN 204 pro termoplastická lepidla a podle normy ČSN EN 12765 pro reaktoplastická lepidla.

6.1 ČSN EN 205, Lepidla – Lepidla na dřevo pro nekonstrukční aplikace – Stanovení pevnosti lepeného spojení ve smyku při tahovém namáhání.

Předmětem této normy je popis zkoušky lepidel na dřevo a dřevité materiály týkající se jejich odolnosti vůči horké a studené vodě. Používá se pro hodnocení pevnosti slepu s tenkou nebo silnou vrstvou lepidla. Tato norma není vhodná pro použití lepidel na konstrukční použití a výrobě dřevotřísky, vláknitých desek a překližky (ČSN EN 205).

Příprava těles

V normě jsou uvedeny dva způsoby přípravy zkušebních těles, jeden pro zkoušku s tenkou vrstvou lepidla a jeden pro zkoušky se silnou vrstvou lepidla. Dále je uvedeno, že pro interiérové zkoušky a u rychle tuhoucích lepidel mohou být použity zkušební tělesa jednoduše přeplátovaná, viz obr. 6.1 (ČSN EN 205).



Legenda

$l_1 = 150 \pm 5$ mm: celková délka tělesa

$b = 20,0 \pm 0,2$ mm: šířka zkušební tělesa (šířka zkoušeného povrchu)

$l_2 = 10,0 \pm 0,2$ mm: délka přelepu (délka zkoušeného povrchu)

$s = 5,0 \pm 0,1$ mm: tloušťka panelů

$\alpha = 30^\circ$ až 90° mm: úhel mezi letokruhy a lepenými povrchy

$a = 1,0 \pm 0,1$ mm: tloušťka silné vrstvy lepidla

$l_3 = 80 \pm 2$ mm: délka panelu pro přípravu zkušební tělesa

Obr. 6.1 Zkušební tělesa podle ČSN EN 205 (ČSN EN 205)

- a) Zkušební tělesa s tenkou vrstvou lepidla
- b) Zkušební tělesa se silnou vrstvou lepidla
- c) Zkušební tělesa jednoduše přelátovaná pro zkoušení v interiéru

6.2 ČSN EN 204, klasifikace termoplastických lepidel na dřevo pro nekonstrukční aplikace

Předmětem normy je zařazení termoplastických lepidel na dřevo pro nekonstrukční aplikace do 4 tříd trvanlivosti, a to do D1 až D4 viz tab. 6.1 (ČSN EN 204).

Tab. 6.1 Klasifikace termoplastických lepidel podle ČSN EN 204 (ČSN EN 204)

Třída trvanlivosti	Příklady klimatických podmínek a oblastí použití
D1	Interiér, kde vlhkost dřeva nepřekročí 15 %.
D2	Interiér s příležitostným krátkodobým působení tekoucí nebo kondenzované vody a/nebo občasnou vysokou vlhkostí vzduchu za předpokladu, že nárůst vlhkosti dřeva nepřesáhne 18 %.
D3	Interiér s častým krátkodobým působení tekoucí nebo kondenzované vody a/nebo působením vysoké vlhkosti vzduchu. Exteriér chráněný před působením povětrnosti.
D4	Interiér s častým dlouhodobým působením tekoucí nebo kondenzované vody. Exteriér vystavený povětrnosti avšak opatřený přiměřenou povrchovou úpravou.

Požadavky

Střední hodnota pevnosti slepu při hodnocení podle EN 205 u tenkých vrstev slepu musí odpovídat hodnotám v tab. 6.2. U silných vrstev slepu nesmí být střední hodnota pevnosti slepu nižší než 80 % z těchto hodnot (ČSN EN 204).

Tab. 6.2 Minimální hodnoty pevností tenkých spojů (ČSN EN 204)

Střídání podmínek		Pevnost slepu v N/mm ² Třídy trvanlivosti			
Pořadové číslo	Doba expozice a typ prostředí	D1 ³⁾	D2 ³⁾	D3 ³⁾	D4 ³⁾
1	7 dní ¹⁾ , normální ²⁾	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 10
2	7 dní, normální 3 hodiny, ve vodě (20 ± 5) °C 7 dní, normální	-	≥ 8	-	-
3	7 dní, normální 4 dny, ve vodě (20 ± 5) °C	-	-	≥ 2	≥ 4
4	7 dní, normální 4 dny, ve vodě (20 ± 5) °C 7 dní, normální	-	-	≥ 8	-
5	7 dní, normální 6 hodin, ve vařící vodě 2 hodiny, ve vodě (20 ± 5) °C	-	-	-	≥ 4
<p>POZNÁMKY 1 Mezi lepením a zkoušením může být čas prodloužen, pokud to doporučí výrobce lepidla 2 Číslo použité při označování třídy trvanlivosti neznamená pořadí. Dané lepidlo může být zařazeno do více trvanlivosti</p>					
<p>¹⁾ 1 den = 24 hodin ²⁾ (20 ± 2) °C a (65 ± 5) % relativní vlhkosti nebo (23 ± 2) °C a (50 ± 5) % relativní vlhkosti - = zkouška se nevyžaduje ³⁾ Při klasifikaci lepidla musí být v průměru dosaženo všech minimálních hodnot uvedených ve sloupcích tříd trvanlivosti D1 až D4 (např. pro D4 se vyžadují pořadová čísla expozice 1,3 a 5)</p>					

6.3 ČSN EN 12765, Klasifikace reaktoplastických lepidel na dřevo pro nekonstrukční aplikace.

Předmětem normy je zařazení termoplastických lepidel na dřevo pro nekonstrukční aplikace do 4 tříd trvanlivosti, a to do C1 až C4 viz tab. 6.3 (ČSN EN 12765).

Tab. 6.3 Klasifikace reaktoplastických lepidel podle ČSN EN 12765 (ČSN EN 12765)

Třída trvanlivosti	Příklady klimatických podmínek a oblastí použití
C1	Interiér, kde vlhkost dřeva nepřekročí 15 %.
C2	Interiér s příležitostným krátkodobým působení tekoucí nebo kondenzované vody a/nebo občasnou vysokou vlhkostí vzduchu za předpokladu, že nárůst vlhkosti dřeva nepřesáhne 18 %.
C3	Interiér s častým krátkodobým působení tekoucí nebo kondenzované vody a/nebo působením vysoké vlhkosti vzduchu. Exteriér chráněný před působením povětrnosti.
C4	Interiér s častým dlouhodobým působením tekoucí nebo kondenzované vody. Exteriér vystavený povětrnosti avšak opatřený přiměřenou povrchovou úpravou.

Požadavky

Střední hodnota pevnosti slepu při hodnocení podle EN 205 u tenkých vrstev slepu musí odpovídat hodnotám v tab. 6.4. U silných vrstev slepu nesmí být střední hodnota pevnosti slepu nižší než 80 % z těchto hodnot (ČSN EN 12765).

Tab. 6.4 Minimální hodnoty pevností tenkých spojů (ČSN 12765)

Střídání podmínek		Pevnost slepu v N/mm² Třídy trvanlivosti			
Pořadové číslo	Doba expozice a typ prostředí	C1³⁾	C2³⁾	C3³⁾	C4³⁾
1	7 dní ¹⁾ , normální ²⁾	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 10
2	7 dní , normální 1 den, ve vodě (20 ± 5) °C	-	≥ 7	≥ 7	≥ 7
3	7 dní , normální 3 hodiny, ve vodě (20 ± 5) °C 7 dní, normální	-	-	≥ 4	-
4	7 dní , normální 3 hodiny, ve vařící vodě 2 hodiny, ve vodě (20 ± 5) °C	-	-	-	≥ 4
POZNÁMKY 1 Mezi lepením a zkoušením může být čas prodloužen, pokud to doporučí výrobce lepidla 2 Číslo použité při označování třídy trvanlivosti neznamená pořadí. Dané lepidlo může být zařazeno do více trvanlivostí ¹⁾ 1 den = 24 hodin ²⁾ (20 ± 2) °C a (65 ± 5) % relativní vlhkosti nebo (23 ± 2) °C a (50 ± 5) % relativní vlhkosti - = zkouška se nevyžaduje ³⁾ Při klasifikaci lepidla musí být v průměru dosaženo všech minimálních hodnot uvedených ve sloupcích tříd trvanlivosti C1 až C4 (např. pro C4 se vyžadují pořadová čísla expozice 1,3 a 4)					

6.4 Použitá lepidla

Pro tuto práci byly použity 3 druhy lepidel:

- PVAC lepidlo jednokomponentní PVAC ADHESIVE 3384
- PVAC lepidlo dvoukomponentní EPI systém 1920/1993
- PUR lepidlo PUR 1968

6.4.1 PVAC ADHESIVE 3384

Toto jednokomponentní PVAC lepidlo je vhodné pro aplikace, které vyžadují vysokou odolnost proti vodě. Používá se pro lepení oken, dveří, venkovního nábytku, interiérových doplňků do koupelen a všude, kde je využívána vysoká odolnost proti vlhkosti a vysoká tepelná odolnost. Při manipulaci s tímto lepidlem je doporučeno používat ochranné brýle a rukavice (Technický list).

Tab. 6.5 Popis lepidla 3384 (Technický list)
Popis produktu 3384

Typ	Polyvinylacetátová disperze
Dodávané jako	Tekutina bílé barvy
Viskozita (v čase výroby)	3000–9000 mPas
pH (v čase výroby)	2,8–3,2
Skladovatelnost	Při 20 °C 6 měsíců, při 30°C 2,5 měsíce
Podmínky skladování	Skladovat při teplotách od 15 °C do 25 °C. Pokud lepidlo zmrzne, nemůže být dále použito vzhledem k nevratným změnám jeho vlastností. Pokud není nádoba s lepidlem náležitě uzavřena, může se na povrchu vytvořit škraloup. Vždy skladovat v uzavřené nádobě.
Obsah formaldehydu	Neobsahuje formaldehyd, splňuje IOS MAT 0003.
Hustota	Přibližně 1100 kg/m ³
Vlastnosti lepeného spoje	Dobrá tepelná odolnost a voděodolnost, splňuje požadavky dle EN 204 třída D4 Spoj dosahuje odolnosti D4 po 7–14 dnech po lepení.
Odbarvení dřeva	Produkt dřevo nezabarvuje. Nicméně železo, pocházející např. z nanášecího zařízení, může společně s kyselinou tříslovou obsaženou v některých druzích dřeva (zejména dubu) způsobit zbarvení.
Nanášené množství	Jednostranné: 60–200 g/m ²

Otevřená doba	8 min
Vlhkost dřeva pro lepení	5–14 %, optimální 7–10 %
Lisovací čas při 20 °C	30–45 min
Tlak	0,1–1 Mpa
Teplota dřeva	Pro dosažení uvedených lisovacích časů nesmí být teplota dřeva nižší než 20 °C.
Lepení impregnovaného dřeva	Ve většině případů může být použito, avšak vhodnost použití musí být stanovena pro každý případ zvlášť
Aplikace	Dveře, okna, výr. laťovek, spárovek

6.4.2 EPI systém 1920/1993

EPI systém je dvoukomponentní lepidlo, používá se PVAC lepidlo Adhesive 1920 a tvrdilo Hardener 1993. Toto lepidlo je vhodné pro lepení dřeva na dřevo a pro překližky, které se používají na podlahy, ale také pro ostatní lepení. Tímto lepidlem lze přilepit dřevo i na hliník (Technický list).

PVAC Adhesive 1920 není klasifikováno jako nebezpečné. Ve výrobku by tedy neměly být žádné složky v koncentracích, podle kterých by mohl být klasifikován jako zdraví škodlivý nebo nebezpečný pro životní prostředí (Technický list).

Tvrdidlo Hardener 1993 je klasifikováno jako nebezpečné, resp. zdraví škodlivé. U tvrdidla je podezření na karcinogenní účinky a je zdraví škodlivé při vdechování. Dále dráždí oči, kůži a dýchací orgány. Nebezpečná složka je zde difenylmethan –4,4-diisokyanát (Technický list).

Tab. 6.6 Popis produktů 1920 a 1993 (Technický list)

Popis produktů	1920	1993
Produkt	EPI lepidlo	Izokyanátové tužidlo
Dodávané jako	Kapalina	Kapalina
Barva	Bílá	Hnědá
Viskozita	4000–9000 mPas	150–45 mPas
pH	5,5–7,5	
Doba skladování	20 °C 5 měsíců 30 °C 2 měsíce	20 °C 12 měsíců 30 °C 6 měsíců
Podmínky skladování	Doporučená teplota skladování je 15–20 °C. Může být krátkodobě vystavené teplotám pod 0 °C. Pokud zmrzne, nemůže být dále použito vzhledem k nevratným změnám jeho vlastností. Pokud není nádoba náležitě uzavřena, může se na povrchu vytvořit škráloup. Vždy skladovat v uzavřené nádobě.	Doporučená teplota skladování je 15–20 °C. Může být krátkodobě vystavené teplotám pod 5 °C. Pokud zmrzne, nemůže být dále použito vzhledem k nevratným změnám jeho vlastností. Pokud není nádoba náležitě uzavřena, může se na povrchu vytvořit škráloup. Vždy skladovat v uzavřené nádobě.
Hustota	1200 Kg/m ³	1240 kg/m ³

Tab. 6.7 Informace o lepicí směsi (Technický list)

Informace o lepicí směsi	
Aplikace	Překližky na podlahy
Vlastnosti spoje	Dobrá tepelná odolnost a voděodolnost, splňuje požadavky dle EN 204 třída D4
Obsah formaldehydu	Neobsahuje formaldehyd
Lisovací lepidla	10–110 °C
Lisovací čas	Při 20 °C 30–40 min Při 110 °C 2,5 min
Tlak	0,5–1,5 Mpa
Otevřená doba	Při 20 °C 15 min
Poměr míchání	100 : 15-10, lepidlo: tvrdidlo
Nanášené množství	165–250 g/m ²
Vlhkost dřeva	7–12 %
Teplota dřeva	Pro dosažení uvedených lisovacích časů nesmí být teplota dřeva nižší než 20 °C.
Vytvrzení	Další zpracování je možné provést po 2–6 hodinách, ale nejlepších výsledků je dosaženo po 24 hodinách.

6.4.3 PUR 1968

PUR 1968 je velmi rychlé jednokomponentní polyuretanové lepidlo na lepení dveří, oken, nábytku, dřevěných podlah, dřeva s kovem a dřeva s tvrdými plasty. Je vhodné i pro lepení těžko lepitelných materiálů, například pro lepení dřeva s vysokou vlhkostí a pro lepení při nízkých teplotách (Technický list).

PUR 1968 je klasifikováno jako nebezpečné, je zde podezření na karcinogenní účinky. Dále je zdraví škodlivé při vdechování, dráždí oči, dýchací orgány a kůži. Při práci s tímto lepidlem je vhodné dodržovat hygienická nařízení. Jelikož lepidlo obsahuje izokyanát, je nutné používat rukavice a brýle. V prostoru, kde se lepidlo používá, by měla být zajištěna dobrá ventilace (Technický list).

Tab. 6.8 Popis produktu PUR 1968 (Technický list)

Popis produktu PUR 1968	
Základní materiál	Izokyanát MDI – základ pre-polymer
Barva	Transparentní bílá
Hustota	1160 kg/m ³
Skupenství	Tekuté
Viskozita	200–4000 mPas
Skladovatelnost	6 měsíců v utěsněném balení při 20 °C
Skladovací teplota	Nesmí být vystaveno teplotám pod 5 °C nebo nad 30 °C.
Obsah vlhkosti dřeva	Lepidlo vytvrzuje reakcí s vodou; přičemž vlhkost dřeva může být 8–22 %. Nejlepší pevnosti je dosaženo při vlhkosti 10-12 %.
Nános lepidla	100 – 300 g/m ² pro jednostrannou nebo oboustrannou aplikaci
Čas sestavení	25 minut (při 20 °C a 65 % relativní vlhkosti; vlhkost dřeva 8-10 %; nános 200 g/m ²)
Příprava	Materiál musí být čistý a zbaven nečistot. Dřevo musí být čerstvě hoblováno.
Lisovací čas	35 minut při teplotě 20 °C, relativní vlhkosti vzduchu 65 % a vlhkosti dřeva 12 %
Lisovací tlak	0,4–0,8 MPa = 4–8 kg/cm ²

6.5 Použité impregnace

V této práci byly použity 3 druhy impregnací:

- Dvě na bázi vody - Teknol aqua 1410-01 a Cetol WV 885 BPD +
- Jedna na bázi rozpouštědel - Gori 605

6.5.1 GORI 605

GORI 605 je impregnační látka na bázi rozpouštědla a je vhodná pro venkovní použití (např. okna a dveře). Obsahuje látky, které zabraňují degradaci dřeva. Tato impregnační látka je vhodná na nové a neošetřené dřevo (Technický list).

Dřevo, které je ošetřeno touto impregnací, by se nemělo používat v blízkosti vodních toků. Povrch dřeva by měl být opatřen konečnou povrchovou úpravou. Pokud je dřevo ošetřeno konzervační látkou, která je považována za biocidní, je nutné dodržovat pokyny v souladu s Evropskou směrnicí o biocidních produktech. Osoba, která zodpovídá za prodej ošetřených předmětů pomocí GORI 605, by měla označit předměty materiálovým listem GORI 605. Označení musí být jasně viditelné a snadno čitelné (Technický list).

Tab. 6.9 Popis produktu GORI 605 (Technický list)

Popis produktu GORI 605	
Pojivo	Syntetické pojivo
Obsah pevných látek	Cca 55 g/l
Bod vzplanutí	61 °C
Teoretická spotřeba	Přibližně 11 kg/m ³ . Závisí na kvalitě dřeva, rozměrech, množství jádrového dřeva a použitém postupu.
Těkavá organická sloučenina	730 g/l
Doba schnutí	Po impregnaci musí dřevo schnout ve větrané a vytápěné místnosti. Jednotlivé vrstvy dřevěných ploch by se měly prokládat.
Příprava povrchu	Povrch musí být suchý a čistý, vlhkost dřeva musí být pod 20%.
Podmínky pro aplikaci	Při práci a schnutí barvy má být teplota vzduchu, povrchu a barvy nad + 5 °C při relativní vlhkosti pod 80 %. Zároveň má být teplota nejméně 3°C pod rosným bodem vzduchu v místnosti.
Nanášení	Štětce, máčení a flow coat nebo vakuová impregnace.
Skladování	Skladujeme v hermeticky uzavřených nádobách v suchu a chladu.

6.5.2 TEKNOL AQUA 1410 – 01

Teknol aqua 1410–01 je konzervační látka na dřevo vhodná pro polévání nebo máčení. Tato impregnace je na bázi vody a obsahuje látky zabraňující degradaci dřeva. Používá se především na okna a venkovní dveře, dále ji lze použít na sruby a jiné surové dřevo. Dřevo určené do exteriéru je vhodné opatřit vrchním nátěrem (Technický list).

Jako u GORI 605 se nesmí impregnované dřevo používat v blízkosti vodních toků a u ošetřených předmětů musí být také materiálový list (Technický list).

Tab. 6.10 Popis produktu TEKNOL AQUA 1410 - 01 (Technický list)

Popis produktu TEKNOL AQUA 1410 - 01	
Pojivo	Syntetické pojivo
Obsah pevných látek	Cca 50 g/l
Těkavá organická sloučenina	Cca 10g/l
Teoretická spotřeba	8–11 m ² /l Může se lišit v závislosti na kvalitě dřeva a způsobu nanášení.
Příprava povrchu	Dřevo má být suché a čisté. Obsah vlhkosti u oken a dveří by měl být cca 13 % a neměl by překročit 15 %. Pro bednění by obsah vlhkosti měl být 18 ± 2 %.
Aplikace	Nanášení provádíme štětcem, máčením nebo poléváním. Nebo můžeme i ručním či automatizovaným postříkem. Barvu nanášíme neředěnou.
Doba sušení	Stanoveno při teplotě 20 °C a relativní vlhkosti 50 %: Suché umožňující manipulaci: 1–2 hodiny Suché umožňující nový povlak: 2–3 hodiny Dobu sušení lze zkrátit pomocí speciálních sušících systémů.
Podmínky skladování	Optimální teplota pro skladování je 10 – 25 °C.

6.5.3 Cetol WV 885 BPD +

Cetol WV 885 BPD + je impregnace na vodní bázi, která je vhodná k ochraně proti zamodránání a hnilobě u staticky nenamáhaných stavebních prvků bez kontaktu se zemí, jako jsou okna, dveře a okenice (Technický list).

Na zaschlou impregnaci mohou být dále aplikovány všechny lazurovací a krycí systémy na vodní i rozpouštědlové bázi. Pokud není vyžadována speciální ochrana proti

dřevokazným houbám, může být impregnace vynechána. Nedoporučuje se používat tento produkt v systémech bělavých transparentních odstínů (např. opálově bílá), protože může způsobit zamodránání (Technický list).

Cetol WV 885 BPD + je klasifikován jako škodlivý pro vodní organismy. Ve vodním prostředí může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky (Technický list).

Tab. 6.11 Popis produktu Cetol WWV 885 BPD + (Technický list)

Popis produktu Cetol WV 885 BPD +	
Účinná látka	BAUA registrační číslo N – 40654 0,6 g/100 g Jodpropinyl-butylcarbamát 0,9 g/100 g Propiconazol 0,3 g/100 g Tebuconazol Účinné látky jsou notifikovány a odpovídají požadavkům a zkouškám dle EN 599 na ochranu proti zamodránání a dřevokazným houbám.
Nanášené množství	Zkoušky proběhly při naneseném množství 120–160 ml/m ²
Odstín	Bezbarví
Typ pojiva	Akrylátový polymer
Zpracování	Máčení, polévání, natírání. Impregnace se neředí.
Spotřeba	50–16 ml/m ² , podle způsobu aplikace, druhu a absorpčních vlastnostech dřeva.
Teplota zpracování	Optimální teplota 15–25 °C
Doba schnutí	Při teplotě 20 °C a relativní vlhkosti vzduchu 50 % je impregnace zaschlá proti prachu po 60 minutách. Na další zpracování je připravená po 4–6 hodinách.
Skladování	Impregnace, která je v máčecí vaně se musí dobře zakrýt a pravidelně promíchávat. Minimální trvanlivost v originální uzavřené nádobě je 2 roky, při teplotě uskladnění 5–30 °C. Po uplynutí doby trvanlivosti může být produkt ještě použitelný, ale jeho vlastnosti se mohou lišit od nového materiálu.
Základní pravidla	Vlhkost dřeva by měla být asi 12–15 %. Podklad musí být suchý a čistý.

6.6 Výroba zkušebních těles

Zkušební tělesa byla zhotovena podle normy ČSN EN 205, která uvádí dvě možnosti výroby zkušebních těles pro zkoušky s tenkou vrstvou lepidla a jednu možnost pro zkoušku se silnou vrstvou lepidla. V tomto případě byla zkušební tělesa zhotovena pro zkoušku s tenkou vrstvou lepidla, viz obr. 6.1 a). Zkušebních těles bylo celkem zhotoveno 504. Tento počet zkušebních těles byl spočítán tak, aby po měření na zkušebním stroji bylo 10 platných vzorků pro každou zkoušku.

Pro tuto práci byla zkušební tělesa zhotovena z bukového řeziva tloušťky 50 mm. Bukové řezivo bylo před rozřezáním vysušeno na vlhkost, kterou udává norma, což je 12 ± 2 %. Po vysušení bylo řezivo příčně kráceno na přířezy o délce přibližně 500 mm. Následně byly přířezy rozřezány podélně na panely (obr. 6.2), o tloušťce přibližně 8 mm, šířce 50 mm a délce 500 mm tak, aby byl odklon vláken v rozmezí 30° a 90° .



Obr. 6.2 Připravené panely pro lepení souboru

Před slepením sestav byl každý panel ofrézován na tloušťkovací frézce. Frézování bylo však provedeno ne dříve než 24 hodin před slepením a to na tloušťku $5 \pm 0,1$ mm. Po rovinném frézování byly některé panely impregnovány a některé hned slepeny.

Impregnování probíhalo jednoduchým způsobem v máčecí vaně obr. 6.3. Jednotlivé panely byly samostatně namáčeny a po namočení se nechaly okapat a následně uschnout. Po uschnutí impregnace byly slepeny z jednotlivých panelů sestavy.



Obr. 6.3 Máčecí vana

Lepidlo bylo nanášeno pomocí štětce. U PVAC lepidel byly natřeny obě strany, které byly k sobě lepeny, u PUR lepidel byla natřena pouze jedna strana. Lisování proběhlo pomocí truhlářských svěrek a lisovacích příložek pro lepší rozložení tlaku, viz obr. 6.4.



Obr. 6.4 Lisování sestav pomocí truhlářských svěrek

Po uschnutí lepidla byly svěrky povoleny a jednotlivé sestavy byly rozřezány, nejprve podélně na šířku $20 \pm 0,2$ mm a následně byly zkráceny na 150 ± 5 mm. Do zkrácených těles byly následně udělané drážky pomocí pilového kotouče, který má rovné zuby, viz obr. 6.5. Drážky byly zhotoveny podle obr. 6.1, tak aby délka přelepu byla $10 \pm 0,2$ mm, což je vlastně délka zkoušeného povrchu.



Obr. 6.5 Rovný tvar zubu pilového kotouče (Böhm *et al.*, 2012)



Obr. 6.6 Zkušební těleso

6.7 Vlastní zkouška

Zkouška byla provedena podle normy ČSN EN 204 (pro PVAC lepidla) pro třídu trvanlivosti D4 a podle normy ČSN EN 12765 (pro PUR lepidlo) pro třídu trvanlivosti C4. Před roztržením na zkušebním stroji byla u všech těles změřena plocha slepu pomocí posuvného měřítka a hodnoty byly zapsány do tabulky.

6.7.1 Průběh zkoušky PVAC lepidel

Zkouška byla provedena podle ČSN EN 204 pro třídu trvanlivosti D4, takže byly provedeny zkoušky 1,3 a 5 podle tab. 6.2. Tyto zkoušky byly provedeny u PVAC ADHESIV 3384 a EPI systém 1920/1993.

Nejprve byla provedena zkouška s pořadovým číslem 1. To znamená, že byla zkušební tělesa po slepení kondicionována 7 dní za standardních podmínek a poté byla roztržena tahovou silou na zkušebním stroji. U zkoušky nesmí pevnost slepu klesnout pod 10 N/mm^2 .

Dále následuje zkouška s pořadovým číslem 3. U této zkoušky byla zkušební tělesa po 7 dnech kondicionování za standardních podmínek vložena na 4 dny do vody, která měla teplotu $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Zkušební tělesa byla vložena do kádě s vodou a byla zajištěna proti vymořování pomocí plastové mřížky a PET lahve s vodou, viz obr. 6.7. Po 4 dnech ve vodě byla opatrně osušena a roztržena tahovou silou na zkušebním stroji. U této zkoušky nesmí pevnost slepu klesnout pod 4 N/mm^2 .



Obr. 6.7 Namočená tělesa

Poslední zkouškou u PVAC lepidel byla zkouška s pořadovým číslem 5. U této zkoušky byla zkušební tělesa po 7 dnech kondicionování vložena na 6 hodin do vařící vody a následně ještě na 2 hodiny do vody o teplotě 20 ± 2 °C. Vaření zkušebních těles probíhalo v hrnci pomocí elektrického vařiče, viz obr. 6.8. Obr. 6.8 Vaření zkušebních těles. Tělesa byla namáčena v kádi s vodou u předchozí zkoušky. Nakonec byla zkušební tělesa roztržena tahovou silou na zkušebním stroji. U této zkoušky nesmí klesnout pevnost pod 4 N/mm^2 .



Obr. 6.8 Vaření zkušebních těles

6.7.2 Průběh zkoušky u PUR 1968

Zkouška byla provedena podle normy ČSN EN 12765 pro třídu trvanlivosti C4, tedy zkoušky 1,2 a 4 podle tab. 6.4. Tato zkouška byla vyhotovena u lepidla PUR 1968.

Nejprve byla provedena zkouška s pořadovým číslem 1, kdy byla zkušební tělesa po slepení kondicionována 7 dní za standardních podmínek. Poté byla zkušební tělesa roztržena tahovou silou na zkušebním stroji. U této zkoušky nesmí pevnost slepu klesnout pod 10 N/mm^2 .

Dále následuje zkouška s pořadovým číslem 2. U této zkoušky byla zkušební tělesa po 7 dnech kondicionování vložena na 1 den do vody o teplotě $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Následně byla tělesa roztržena tahovou silou na zkušebním stroji. U této zkoušky nesmí pevnost slepu klesnout pod 7 N/mm^2 .

Poslední zkouškou byla u PUR lepidel zkouška s pořadovým číslem 4. V tomto případě byla zkušební tělesa po 7 dnech kondicionování vložena na 3 hodiny do vařící vody a následně ještě vložena do vody o teplotě $20 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$. poté byla zkušební tělesa roztržena tahovou silou zkušebním stroji. U této zkoušky nesmí pevnost slepu klesnout pod 7 N/mm^2 .

Vaření ve vodě a vkládání těles do vody proběhlo stejně jako u PVAC lepidel.

6.7.3 Zkušební stroj

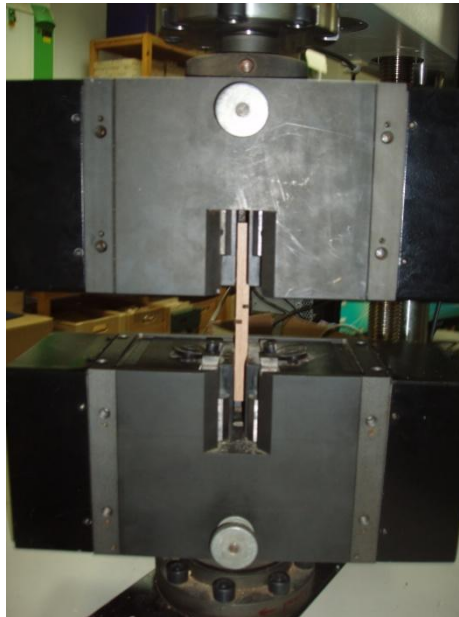
Podle normy má být použit zkušební stroj s konstantní rychlostí posuvu popsany v ISO 5893 (ČSN EN 205).

Pro tuto diplomovou práci byl použit stroj s konstantní rychlostí posuvu UTS testsysteme 50%, viz obr. 6.9. Rozsah měření na tomto stroji je $0 - 50\,000 \text{ N}$ s relativní chybou $0,002 \%$. Rychlost posuvu pro termoplastická lepidla byla 50 mm/min a pro reaktoplastická lepidla byla použita rychlost posuvu 10 mm/min .



Obr. 6.9 Zkušební stroj UTS testsysteme 50

Zkušební tělesa byla upnuta do čelistí zkušebního stroje tak, jak je uvedeno v normě. To znamená, že konce zkušebních těles jsou upevněny v čelistech přibližně 40 – 50 mm, viz obr. 6.10.



Obr. 6.10 Upevnění zkušebního tělesa v čelistech zkušebního stroje

7 Výsledky

V této kapitole jsou vyhodnoceny naměřené hodnoty pro jednotlivé zkoušky. Hodnoty jednotlivých zkoušek jsou uvedeny vždy v tabulkách, kde jsou zaneseny pouze hodnoty průměrů, směrodatných odchylek, variačních koeficientů a jsou zde také maximální a minimální hodnoty. Kompletní tabulky s hodnotami pro všechny vzorky jsou umístěny v přílohách této práce.

Vyhodnocení naměřených hodnot proběhlo pomocí statistických metod a pomocí programu STATISTICA 12.

Pro každou zkoušku bylo zhotoveno 14 zkušebních těles, ze kterých bylo vybráno 10 platných hodnot pomocí Dixonova testu. U zkušebních těles, kde byla zjištěna při měření nějaká chyba (např. málo proříznutá drážka), byly naměřené hodnoty hned vyřazeny.

7.1 Základní výpočty

V této kapitole jsou popsány základní statistické a matematické výpočty, které byly použity v této práci, jako jsou aritmetický průměr, variační koeficient, směrodatná odchylka, atd.

1) Pevnost slepu

Pevnost slepu vypočteme podle vzorce:

$$\tau = \frac{F_{max}}{A} = \frac{F_{max}}{l_2 \cdot b} [N/mm^2], \quad (7.1)$$

kde F_{max} je největší vynaložená síla v N;
 A je slepená zkušební plocha v mm^2 ;
 l_2 je délka slepené zkušební plochy v mm;
 b šířka slepené zkušební plochy v mm (ČSN EN 205).

2) Aritmetický průměr

Aritmetický průměr se vypočte ze zjištěných hodnot za n -členný soubor podle vzorce (Cihelský a Souček, 2009):

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i. \quad (7.2)$$

3) Směrodatná odchylka

Směrodatná odchylka se vypočte podle vzorce:

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} . \quad (7.3)$$

Směrodatná odchylka je počítána ve stejných jednotkách jako zkoumaný statistický znak a může nabývat pouze kladné hodnoty. Vyjadřuje rozptyl hodnot kolem střední hodnoty (průměru), to vypovídá o tom, jak se hodnoty od střední hodnoty liší (Hindls *et al.*, 2007).

4) Variační koeficient

Variační koeficient se vypočte podle vzorce:

$$V_x = \frac{s_x}{\bar{x}} \cdot 100 [\%] . \quad (7.4)$$

Variační koeficient je mírou relativní variability a je definován jako poměr směrodatné odchylky a aritmetického průměru. Variační koeficient je bezrozměrné číslo, takže se udává v % (Hindls *et al.*, 2007).

Variační koeficient udává, z kolika procent se v průměru odchylojí jednotlivé hodnoty od aritmetického průměru (Cihelský a Souček, 2009).

5) Dixonův test

Tento test se používá pro vyloučení odlehlých výsledků. Nejprve se z hodnot vypočítá variační rozpětí R . Dále se z jednotlivých hodnot (v tomto případě pevnost slepu) sestaví variační řada podle velikosti od nejmenší po největší a potom se podle vzorce spočítá hodnota a srovná se s tabulkovou hodnotou (Cihelský a Souček, 2009):

$$R = (x_{max} - x_{min}), \quad (7.5)$$

$$Q_1 = \frac{x_2 - x_1}{R} ; Q_2 = \frac{x_n - x_{(n-1)}}{R}. \quad (7.6)$$

6) Analýza rozptylu

Analýza rozptylu (*ANOVA*) je souhrnný název pro skupinu metod, jejichž hlavní myšlenkou je rozklad celkové variability na složky, které lze přisoudit jednotlivým příčinám variability. V praxi používá buď jako samostatná technika, nebo jako postup umožňující analýzu zdrojů variability v lineárních statistických modelech. Tato metoda se využívá při zjišťování závislosti mezi kvantitativní vysvětlovanou proměnnou a vysvětlující proměnnou (faktor), zjišťuje se tedy, zda a jakou měrou ovlivňuje daný faktor vysvětlovanou proměnnou.

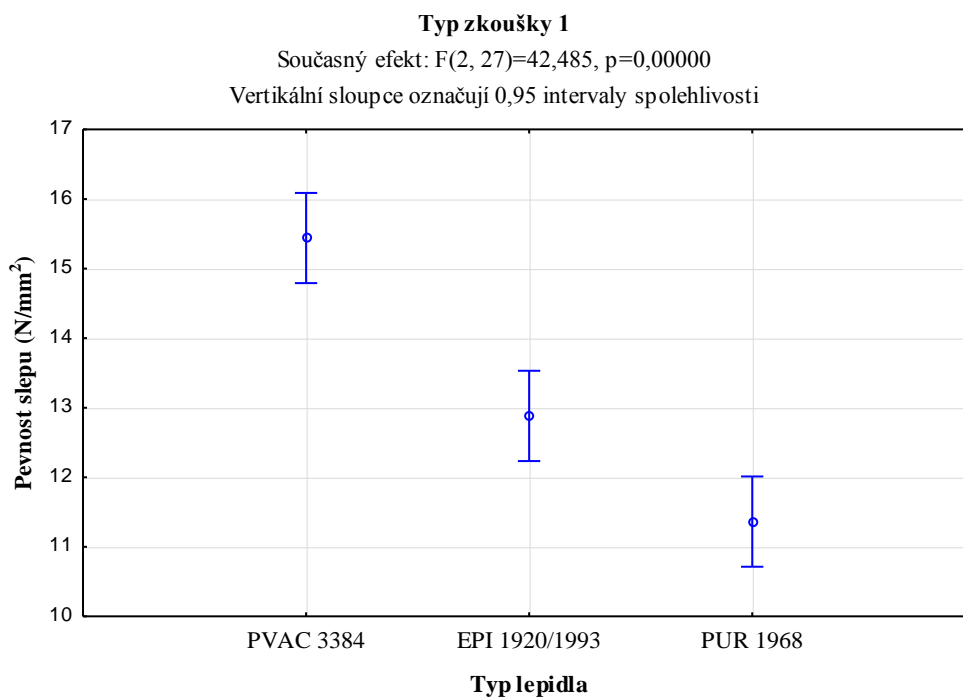
Podle počtu faktorů a počtu vysvětlovaných proměnných, lze ANOVU členit následovně:

- Jednofaktorová analýza rozptylu – zkoumá vliv jednoho faktoru na jednu či více vysvětlovaných proměnných,
- Vícefaktorová analýza rozptylu – zkoumá vliv více faktorů na jednu či více vysvětlovaných proměnných,
- Jednorozměrná analýza rozptylu (*ANOVA*) – předpoklad jediné vysvětlované proměnné,
- Vícerozměrná analýza rozptylu (*MANOVA*) – zkoumá vliv jednoho či více faktorů na několik vysvětlovaných proměnných současně.

Anovu lze chápat ze statistického hlediska jako speciální případ regresní analýzy. Pokud třídíme podle jednoho faktoru, zkoumáme jeho vliv na výsledek experimentu, jedná se o jednofaktorovou Anovu (Hebák *et al.*, 2004).

7.2 Pevnost slepu lepidel bez impregnací

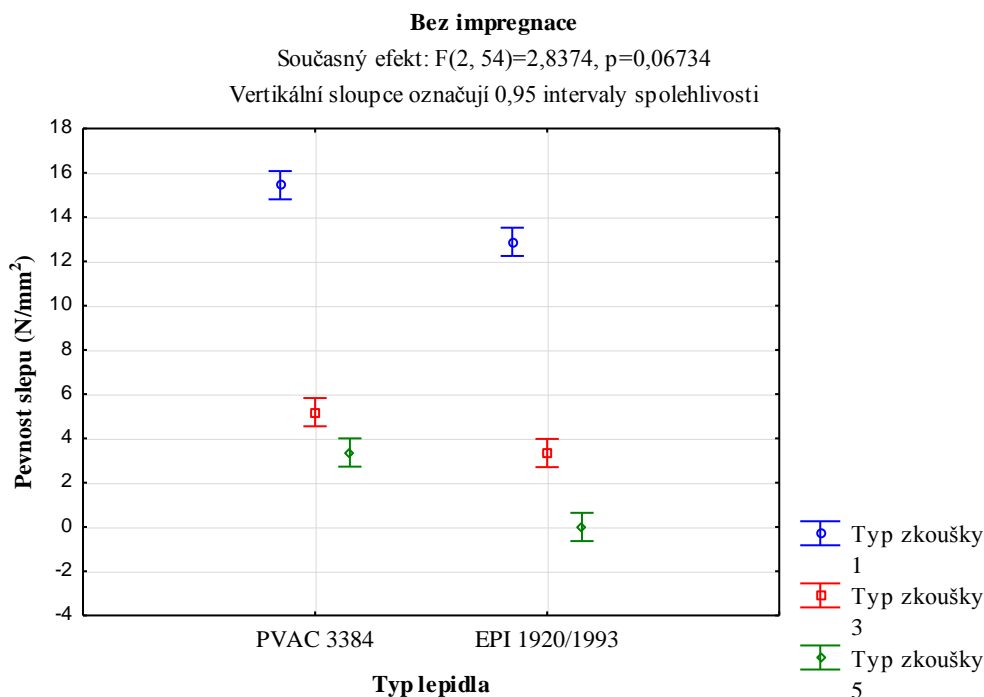
V této kapitole jsou srovnány pevnosti slepu jednotlivých lepidel bez použití impregnace. Dále je zde uvedeno srovnání pevností slepu s normou, a jejich následné vyhodnocení, zda lepidla této normě vyhovují či nikoliv.



Graf 7.1 Srovnání pevností lepidel pro typ zkoušky 1

Na grafu 7.1 jsou znázorněny pevnosti slepu pro všechna lepidla bez impregnace pro typ zkoušky 1. Tento graf je udělán pouze pro typ zkoušky 1, protože tato zkouška probíhá u PVAC i PUR lepidel stejně. Ostatní zkoušky se od sebe liší.

Je patrné, že všechna lepidla vyhovují normě, jelikož je jejich pevnost vyšší než 10 N/mm^2 . Z grafu dále vyplývá, že nejvyšší pevnost má PVAC 3384 a nejnižší naopak PUR 1968.



Graf 7.2 Srovnání pevností slepu pro PVAC lepidla

Na grafu 7.2 je zobrazeno srovnání pevnosti slepu pro PVAC lepidla a to pro všechny zkoušky, které byly udělány podle ČSN EN 204. Je patrné, že lepidlo PVAC 3384 bez impregnace vykazuje lepší pevnostní vlastnosti než EPI 1920/1993. PVAC 3384 vyhovuje podle normy u typu zkoušek 1 a 3. U typu zkoušky 5 je průměrná hodnota těsně pod hranicí 4 N/mm². Lepidlo tedy normě nevyhovuje.

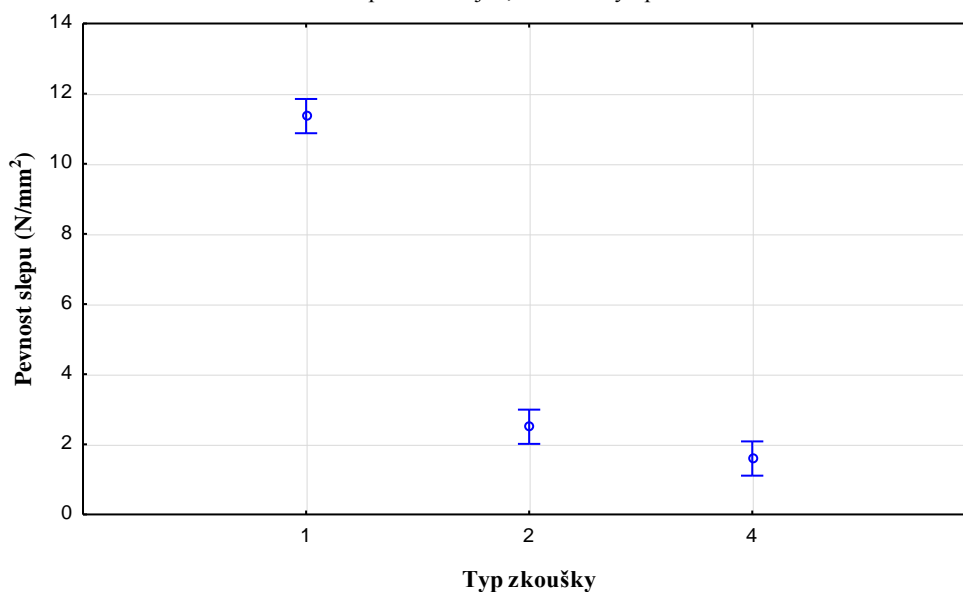
EPI 1920/1993 vyhovuje normě pouze u zkoušky typu 1. U zkoušky typu 3 je hodnota těsně pod 4 N/mm² a lepidlo tedy nevyhovuje. U zkoušky typu 5 se zkušební tělesa během provádění zkoušky rozpadla nebo následně na zkušebním stroji nebyla naměřena žádná hodnota. Lepidlo normě tedy nevyhovuje.

Na grafu 7.3 je vidět, že PUR 1968 vyhovuje pouze u zkoušky typu 1. U zkoušky typu 2 má být hodnota pevnosti $\geq 7 \text{ N/mm}^2$, této hodnoty však lepidlo nedosahuje. V případě zkoušky typu 4 je situace obdobná, hodnota pevnosti má být $\geq 4 \text{ N/mm}^2$, avšak této hodnoty lepidlo nedosahuje. Lepidlo tedy nevyhovuje příslušné normě.

PUR 1968 bez impregnace

Současný efekt: $F(2, 27)=514,36$, $p=0,0000$

Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



Graf 7.3 Pevnost slepu PUR 1968 bez impregnace

7.3 EPI systém 1920/1993

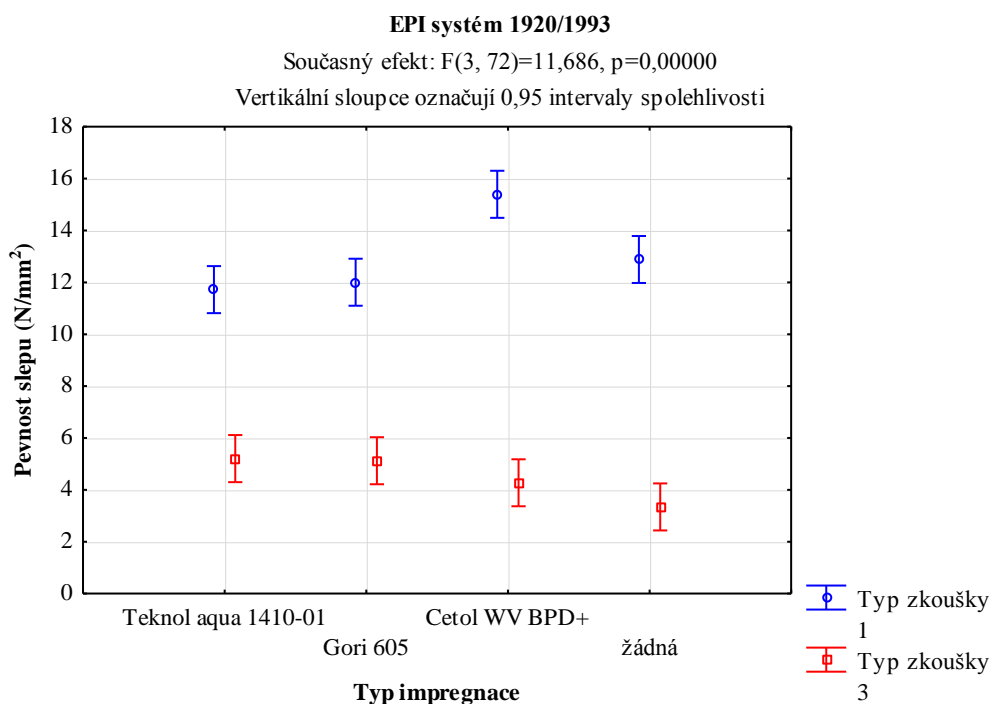
Hodnoty, které jsou uvedeny v tabulkách 7.1 a 7.2, jsou spočítány pro deset platných zkušebních těles. Jak je vidět v následujících tabulkách, zkoušku s pořadovým číslem 5 nebudeme hodnotit, jelikož se většina zkušební těles po vyndání z vařící vody rozpadla nebo následně nebylo na zkušebním stroji nic naměřeno.

Tab. 7.1 Pevnost slepu EPI systém 1920/1993

EPI systém 1920/1993						
Typ impregnace	žádná			Teknol aqua 1410-01		
Typ zkoušky	1	3	5	1	3	5
Průměrná hodnota (N/mm ²)	12,88	3,34	0,00	11,72	5,21	0,00
Maximální hodnota (N/mm ²)	14,16	5,75	0,00	13,52	6,27	0,00
Minimální hodnota (N/mm ²)	11,64	1,67	0,00	9,41	4,12	0,00
Směrodatná odchylka (N/mm ²)	0,91	1,18	0,00	1,51	0,93	0,00
Variační koeficient (%)	7,09	35,31	0,00	12,89	17,77	0,00

Tab. 7.2 Pevnost slepu EPI systém 1920/1993

EPI systém 1920/1993						
Typ impregnace	Cetol WV 885 BPD +			GORI 605		
Typ zkoušky	1	3	5	1	3	5
Průměrná hodnota (N/mm ²)	15,39	4,27	0,00	12,01	5,12	0,00
Maximální hodnota (N/mm ²)	17,74	5,75	0,00	13,66	6,67	0,00
Minimální hodnota (N/mm ²)	10,91	2,67	0,00	9,00	3,15	0,00
Směrodatná odchylka (N/mm ²)	2,09	1,00	0,00	1,66	1,19	0,00
Variační koeficient (%)	13,59	23,31	0,00	13,81	23,27	0,00



Graf 7.4 Pevnost slepu pro EPI systém 1920/1993

Jak je vidět na grafu 7.4, u typu zkoušky 1 vyhovuje lepidlo podle normy pro všechny použité impregnace, jelikož jsou všechny hodnoty pevností větší než 10 N/mm². Od referenčních zkušebních těles, což jsou tělesa, kde nebyla použita žádná impregnace, se hodnoty pevnosti slepu odlišují nejvíce při použití Cetol WV 885 BPD+. Největší vliv na pevnost slepu má tedy impregnace Cetol WV 885 BPD+, při použití této impregnace je pevnost vyšší oproti referenčním vzorkům přibližně o 19,5 %. U Gori 605 jsou hodnoty pevností nižší přibližně o 6,5 % a u Teknol aqua 1410-01 jsou nižší přibližně o 9 %.

U typu zkoušky 3 mají být hodnoty pevnosti ≥ 4 N/mm². Jak je vidět na grafu 7.4, hodnoty pevností oproti referenčním zkušebním tělesům jsou u jednotlivých impregnací vyšší. U referenčních zkušebních těles je průměrná hodnota pod hranicí 4 N/mm² a lepidlo tedy nevyhovuje. Avšak při použití tří uvedených impregnací, hodnoty

pevností stouply nad hranici 4 N/mm² a lepidlo tedy vyhovuje. U Cetol WV 885 BPD+ jsou hodnoty pevností oproti hodnotám referenčních zkušebních těles vyšší přibližně o 27 %. U Teknol aqua 1410-01 a Gori 605 jsou hodnoty pevností vyšší přibližně o 54 %.

Z grafu 7.4 tedy vyplývá, že vliv impregnace na pevnost slepu je statisticky významný ($p = 0,000$). U zkoušky typu 1 stoupla pevnost oproti referenčním zkušebním tělesům pouze u jedné z impregnací (Cetol WV 885 BPD+) a u ostatních dvou poklesla. U zkoušky typu 3 mají všechny tři impregnace kladný vliv na pevnost lepeného spoje.

7.4 PVAC ADHESIV 3384

Hodnoty uvedené v tabulkách 7.3 a 7.4 jsou spočítány pro deset platných zkušebních těles.

Tab. 7.3 Pevnost slepu PVAC 3384

PVAC ADHESIVE 3384						
Typ impregnace	bez impregnace			Teknol aqua 1410-01		
Typ zkoušky	1	3	5	1	3	5
Průměrná hodnota (N/mm ²)	15,44	5,19	3,36	10,68	2,56	0,00
Maximální hodnota (N/mm ²)	17,13	6,36	4,28	12,87	4,03	0,00
Minimální hodnota (N/mm ²)	13,88	4,20	3,15	9,19	0,87	0,00
Směrodatná odchylka (N/mm ²)	1,24	0,59	1,17	1,24	0,95	0,00
Variační koeficient (%)	8,00	11,36	34,79	11,61	37,00	0,00

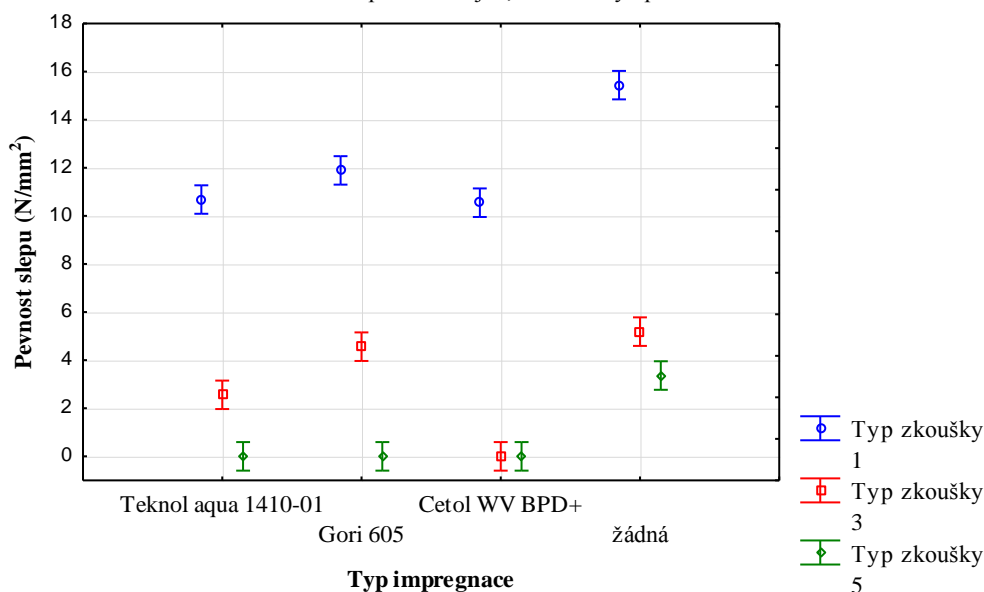
Tab. 7.4 Pevnost slepu PVAC 3384

PVAC ADHESIVE 3384						
Typ impregnace	Cetol WV 885 BPD +			GORI 605		
Typ zkoušky	1	3	5	1	3	5
Průměrná hodnota (N/mm ²)	10,55	0,00	0,00	11,89	4,56	0
Maximální hodnota (N/mm ²)	11,65	0,00	0,00	13,48	6,82	0
Minimální hodnota (N/mm ²)	8,63	0,00	0,00	10,20	3,02	0
Směrodatná odchylka (N/mm ²)	0,87	0,00	0,00	1,21	1,33	0
Variační koeficient (%)	8,21	0,00	0,00	10,16	29,25	0

PVAC ADHESIV 3384

Současný efekt: $F(6, 108)=12,470, p=0,00000$

Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



Graf 7.5 Pevnost slepu pro PVAC ADHESIV 3384

Z grafu 7.5 je vidět, že nejvyšší pevnost slepu pro všechny typy zkoušek je u referenčních zkušebních těles.

U typu zkoušky 1, pevnost slepu vyhovuje normě pro všechny použité impregnace a to i pro referenční zkušební tělesa. Nejvyšší pevnosti slepu pro PVAC 3384 dosahují referenční vzorky. Nejnižší pevnost je při použití Teknol aqua 1410-01 a Cetol WV 885 BPD+, je zde pokles oproti referenčním zkušebním tělesům přibližně o 30 %. Hodnoty pevností u těchto dvou impregnací se pohybují těsně nad hranicí 10 N/mm². Při použití Gori 605 hodnota pevnosti klesla oproti referenčním vzorkům přibližně o 22 %.

U typu zkoušky 3 vyhovuje pevnost slepu normě pouze u referenčních zkušebních těles a u těles, kde byla použita impregnace Gori 605, avšak nejvyšší pevnost je u referenčních zkušebních těles. Pokles pevnosti při použití Gori 605 je oproti referenčním zkušebním tělesům přibližně o 12 %. Při použití Teknol aqua 1410-01 je pevnost slepu pod hranicí 4 N/mm² a lepidlo pro tuto impregnaci nevyhovuje. Pokles pevnosti oproti referenčním zkušebním tělesům je přibližně o 50 %. Při použití Cetol WV 885 BPD+ se zkušební tělesa během zkoušky rozpadla, nebo následně nebylo na zkušebním stroji nic naměřeno.

U typu zkoušky 5 byly naměřeny hodnoty pevností pouze pro referenční zkušební tělesa. Při použití jednotlivých impregnací se většina zkušebních těles při průběhu zkoušky rozpadla a na zbytku nebylo zkušebním strojem nic naměřeno.

Z grafu 7.5 je tedy patrné, že nevhodnější použití PVAC 3384 je na dřevo, které není ošetřeno žádnou z uvedených impregnací.

7.5 PUR 1968

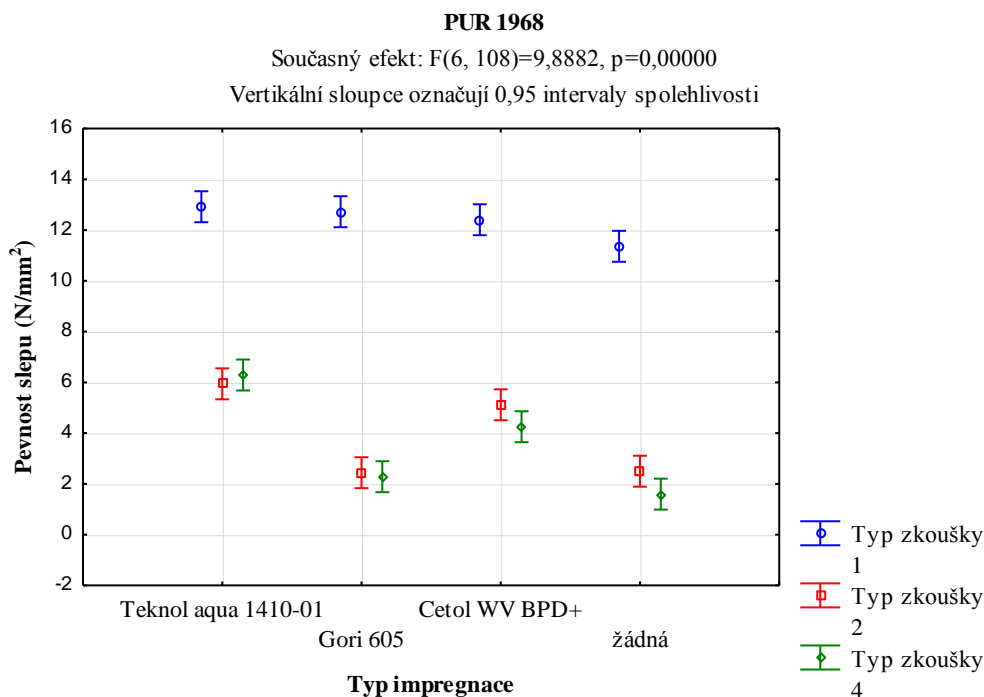
Hodnoty uvedené v tabulkách 7.5 a 7.6 jsou spočítány pro deset platných zkušebních těles.

Tab. 7.5 Pevnost slepu PUR 1968

PUR 1968						
Typ impregnace	žádná			Teknol aqua 1410-01		
Typ zkoušky	1	2	4	1	2	4
Průměrná hodnota (N/mm ²)	11,36	2,50	1,60	12,92	5,94	6,29
Maximální hodnota (N/mm ²)	12,15	3,81	2,40	14,17	7,82	7,66
Minimální hodnota (N/mm ²)	10,32	1,24	0,53	11,20	4,14	5,30
Směrodatná odchylka (N/mm ²)	0,58	0,87	0,66	0,83	1,20	0,79
Variační koeficient (%)	5,12	34,68	41,45	6,44	20,22	12,58

Tab. 7.6 Pevnost slepu PUR 1968

PUR 1968						
Typ impregnace	Cetol WV 885 BPD +			GORI 605		
Typ zkoušky	1	2	4	1	2	4
Průměrná hodnota (N/mm ²)	12,41	5,12	4,25	12,72	2,44	2,28
Maximální hodnota (N/mm ²)	14,83	5,84	6,40	13,98	3,23	3,93
Minimální hodnota (N/mm ²)	10,70	4,00	2,46	11,28	1,31	0,58
Směrodatná odchylka (N/mm ²)	1,14	0,67	1,24	0,97	0,66	1,12
Variační koeficient (%)	9,22	13,17	29,16	7,59	27,25	49,03



Graf 7.6 Pevnost slepu pro PUR 1968

Jak je vidět na grafu 7.6, u typu zkoušky 1 vyhovuje lepidlo podle normy pro všechny použité impregnace, jelikož jsou všechny hodnoty pevností větší než 10 N/mm^2 . Oproti referenčním zkušebním tělesům se hodnoty pevností zvětšily u všech použitých impregnací. Nejvíce se zvýšily hodnoty pevností oproti referenčním zkušebním tělesům u Teknol aqua 1410-01, a to přibližně o 13,7 %. U Gori 605 jsou hodnoty pevností vyšší přibližně o 12 % a u Cetol WV 885 BPD+ jsou hodnoty pevností vyšší přibližně o 9,2 %. U zkoušky typu 1 mají všechny impregnace kladný vliv na pevnost lepeného spoje.

U zkoušky typu 2 má být hodnota pevnosti slepu $\geq 7 \text{ N/mm}^2$, této hodnoty však nebylo dosaženo u referenčních zkušebních těles a ani u zkušebních těles, kde byla použita impregnace. Na grafu 7.6 je vidět, že pevnosti slepu jsou u Teknol aqua 1410-01 a Cetol WV 885 BPD+ vyšší oproti referenčním zkušebním tělesům. U Teknol aqua 1410-01 je pevnost slepu vyšší přibližně o 137 % a Cetol WV 885 BPD+ je pevnost vyšší o 104 %. Naopak hodnota pevnosti oproti referenčním vzorkům je nižší u Gori 605, a to přibližně o 2,4 %. U zkoušky typu 2 je tedy zřejmé, že kladný vliv na pevnost lepeného spoje mají impregnace na bázi vody a naopak negativní vliv na pevnost má impregnace na bázi rozpouštědla.

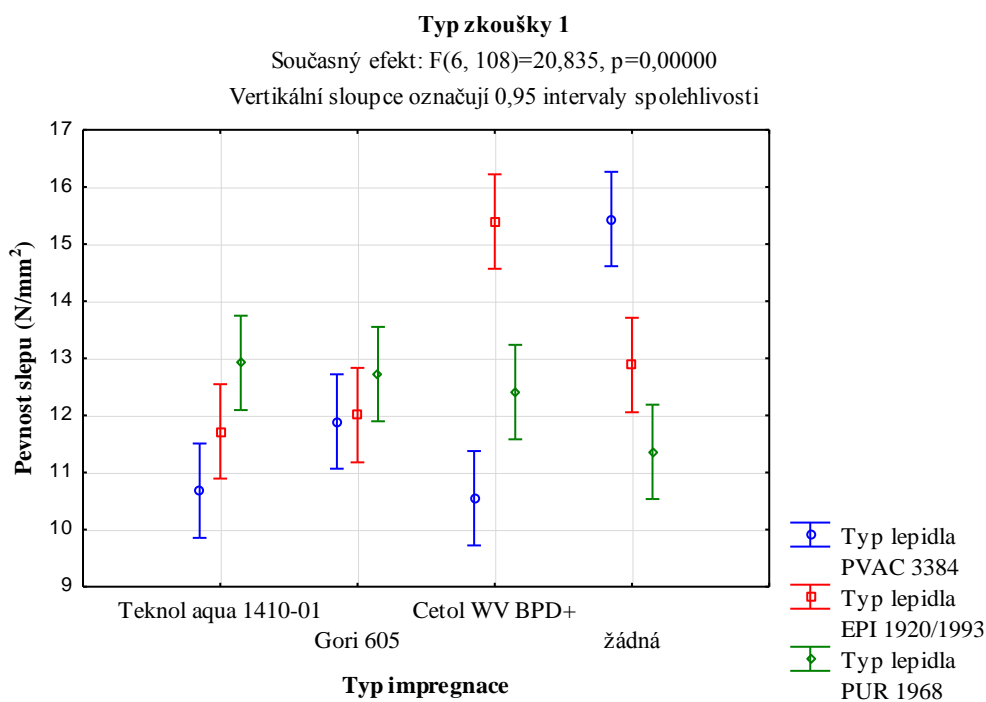
U zkoušky typu 4 má být hodnota pevnosti slepu $\geq 4 \text{ N/mm}^2$. Této hodnoty je dosaženo pouze při použití Teknol aqua 1410-01 a Cetol WV 885 BPD+. U referenčních zkušebních těles a při použití Gori 605 je hodnota pevnosti pod touto

hranicí. Z grafu 7.6 je ale vidět, že hodnoty pevností jsou oproti referenčním zkušebním tělesům vyšší u všech použitých impregnací. Nejvyšší pevnost je u Teknol aqua 1410-01, oproti referenčním zkušebním tělesům je vyšší přibližně o 293 %, takže je zde pevnost přibližně 3krát vyšší. U Cetol WV 885 BPD+ je pevnost vyšší přibližně o 165 % a u Gori 605 je pevnost vyšší přibližně o 42,5 %. U zkoušky typu 4 je vliv všech impregnací kladný.

Je tedy patrné, že impregnace mají u všech zkoušek kladný vliv, který je statisticky významný ($p = 0,000$).

7.6 Pevnost slepu u typu zkoušky 1

Na grafu 7.7 jsou zobrazeny pevnosti lepidel s impregnacemi i bez impregnace pro zkoušky typu 1 podle norem.



Graf 7.7 Pevnosti slepu pro typ zkoušky 1

Z grafu 7.7 je patrné, že nejvyšší pevnost vykazují lepidla PVAC 3384 bez použití impregnace a EPI 1920/1993 s použitím Cetol WV 885 BPD+. Naopak nejnižší pevnost je u lepidla PVAC 3384, kde jsou použity impregnace Teknol aqua 1410-01 a Cetol WV 885 BPD+. Z grafu 7.7 je také vidět, že u PUR 1968 je nejnižší hodnota pevnosti u referenčních zkušebních těles, tedy tam, kde není použita žádná impregnace. Hodnoty pevností u PUR 1968, kde jsou použity jednotlivé impregnace, jsou tedy vyšší než u referenčních zkušebních těles. Nejvyšší hodnota pevnosti je při použití Teknol aqua 1410-01, kde se zvýší pevnost přibližně o 13,7 %.

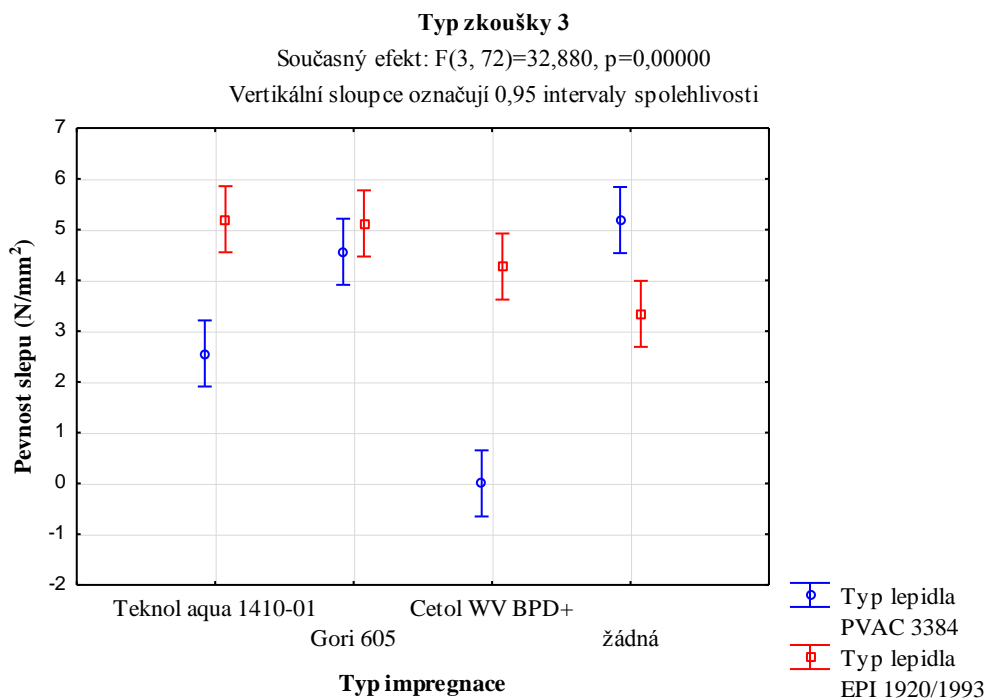
Z grafu 7.7 je tedy zřejmé, že pokud na dřevo není použita žádná impregnace, je podle uvedených hodnot nejvhodnější použít lepidlo PVAC 3384 a naopak nejméně vhodné je PUR 1968. Pokud je dřevo naimpregnováno Cetolem WV 885 BPD+, je podle grafu nejvhodnější použít lepidlo EPI 1920/1993 a naopak nejméně výhodné je PVAC 3384. Pokud dřevo ošetříme přípravkem Gori 605, je nejvhodnější, podle hodnot pevností z grafu 7.7, použít lepidlo PUR 1968, avšak hodnoty pevností se od PVAC 3384 a EPI 1920/1993 významně neliší. Pokud je naimpregnováno dřevo pomocí Teknol aqua 1410-01, je nejvhodnější lepidlo PUR 1968, naopak nejméně vhodné je PVAC 3384.

V této kapitole byla srovnána všechna lepidla, jelikož pro typ zkoušky 1, podle příslušných norem, je průběh u PVAC a PUR lepidel stejný. U dalších typů zkoušek budou srovnány pouze PVAC lepidla.

Výsledky měření pevnosti slepu u typu zkoušky 1 pro všechna lepidla jsou statisticky významná ($p = 0,000$).

7.7 Pevnost slepu u typu zkoušky 3

Na grafu 7.8 jsou zobrazeny pevnosti lepidel s impregnacemi i bez impregnace pro zkoušky typu 3 podle norem.

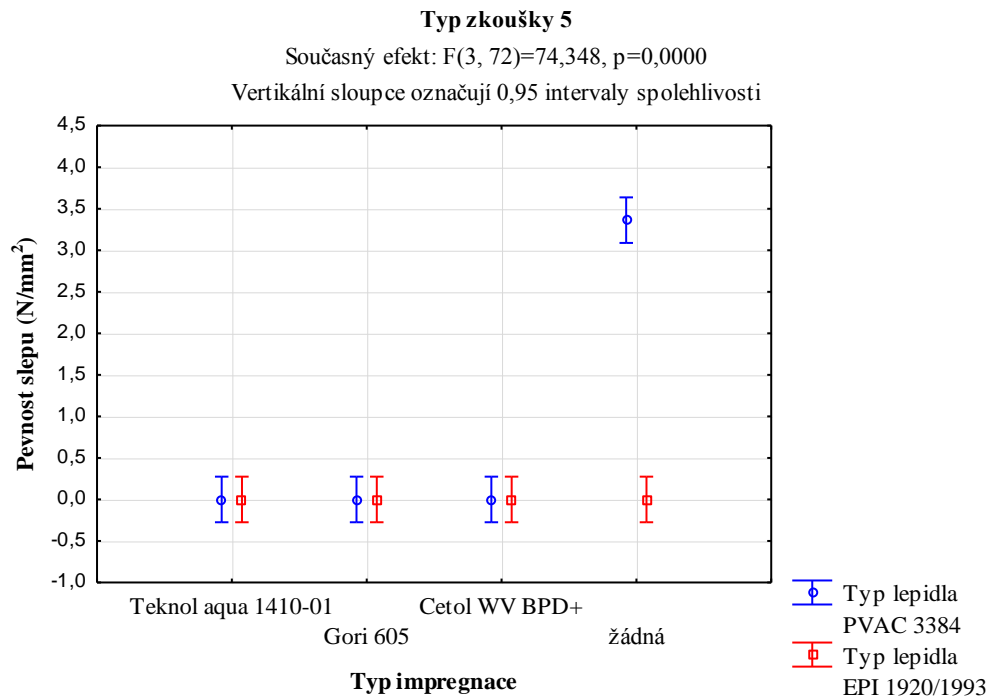


Graf 7.8 Pevnosti slepu pro typ zkoušky 3

Na grafu 7.8 je znázorněno srovnání pevností PVAC 3384 a EPI 1920/1993 u typu zkoušky 3. Hodnota pevností má být podle normy $\geq 4 \text{ N/mm}^2$, této hodnoty však není dosaženo pro všechny použité impregnace. PVAC 3384 vyhovuje normě pouze u referenčních zkušebních těles a při použití GORI 605. U Cetolu WV 885 BPD+ se většina těles během zkoušky rozpadla nebo nebylo na zkušebním stroji nic naměřeno. V případě použití impregnace Teknol aqua 1410-01 je hodnota pevnosti pod hranicí 4 N/mm^2 . EPI 1920/1993 vyhovuje normě u všech použitých impregnací, ale nevyhovuje pro referenční zkušební tělesa, u kterých je hodnota pevnosti těsně pod hranicí 4 N/mm^2 . Nejvyšší pevnost je u Gori 605 a Teknol aqua 1410-01, hodnota pevností je při použití těchto dvou impregnací přibližně stejná.

Výsledky měření pevnosti slepu u typu zkoušky 3 pro všechna lepidla jsou statisticky významná ($p = 0,000$).

7.8 Pevnost slepu u typu 5



Graf 7.9 Pevnosti slepu pro typ zkoušky 5

Z grafu 7.9 vyplývá, že u typu zkoušky 5 pro EPI 1920/1993 nebyly naměřeny žádné hodnoty, a tedy lepidlo nevyhovuje. Pro PVAC 3384 byla naměřena hodnota pouze pro zkušební tělesa, která nebyla ošetřena žádnou impregnací. Z grafu 7.9 je tedy patrné, že na lepidlo PVAC 3384 mají impregnace negativní vliv. Výsledky zkoušky typu 5 jsou na 5% hladině významnosti statisticky významné.

7.9 Pevnost slepu pro jednotlivé impregnace

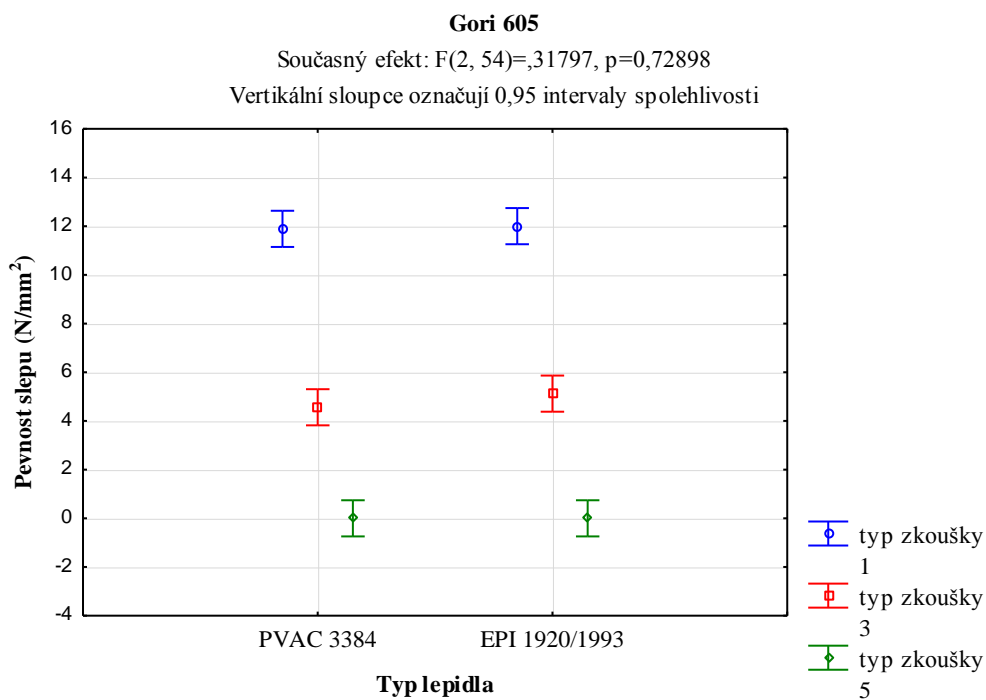
V této kapitole jsou srovnána PVAC lepidla pro jednotlivé druhy impregnací.

7.9.1 Gori 605

Na grafu 7.10 je zobrazeno srovnání pevností slepu PVAC 3384 a EPI 1920/1993 pro impregnaci Gori 605. Je patrné, že je norma splněna pouze u zkoušek typu 1 a 3 (pro obě lepidla), u zkoušky typu 5 se pro obě lepidla zkušební tělesa při průběhu zkoušky rozpadla nebo následně nebylo na zkušebním stroji nic naměřeno.

Dále je na grafu 7.10 vidět, že se hodnoty pevností slepu jednotlivých lepidel významně neliší. Může se tedy říct, že impregnace má na obě lepidla stejný vliv.

Výsledky měření pevnosti slepu pro impregnaci Gori 605 jsou statisticky nevýznamné, jelikož p-hodnota ($p = 0,72898$) je vyšší než hladina významnosti $\alpha = 0,05$.

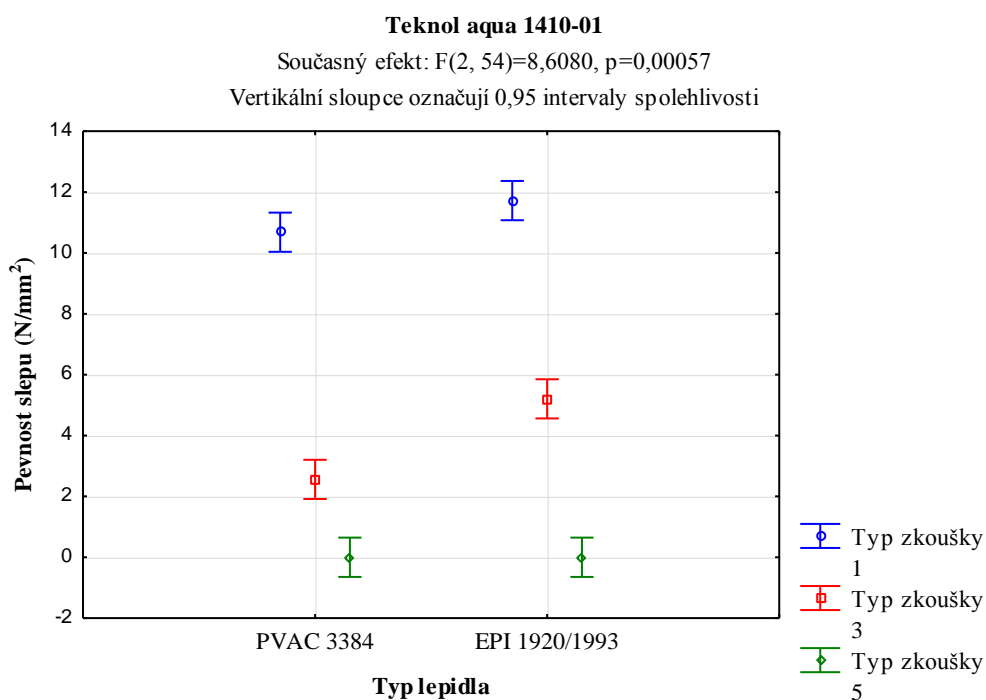


Graf 7.10 Pevnost slepu při použití Gori 605

7.9.2 Teknol aqua 1410-01

Na grafu 7.11 je znázorněno srovnání pevností slepu PVAC 3384 a EPI 1920/1993 pro impregnaci Teknol aqua 1410-01. Z grafu 7.11 je vidět, že EPI 1920/1993 vykazuje při použití Teknol aqua 1410-01 lepší pevnostní vlastnosti. Velký rozdíl pevností je u zkoušky typu 3, kde u EPI 1920/1993 vyhovuje hodnota pevnosti normě a naopak u PVAC 3384 hodnota pevnosti nevyhovuje. Pro typ zkoušky 5 nevyhovuje ani jedno lepidlo, všechna zkušební tělesa se během zkoušky buď rozpadla, nebo nebylo na zkušebním stroji nic naměřeno. Při používání Teknol aqua 1410-01 je tedy vhodnější použít lepidlo EPI 1920/1993.

Výsledky měření pevnosti slepu pro impregnaci Teknol aqua 1410-01 jsou statisticky významné.

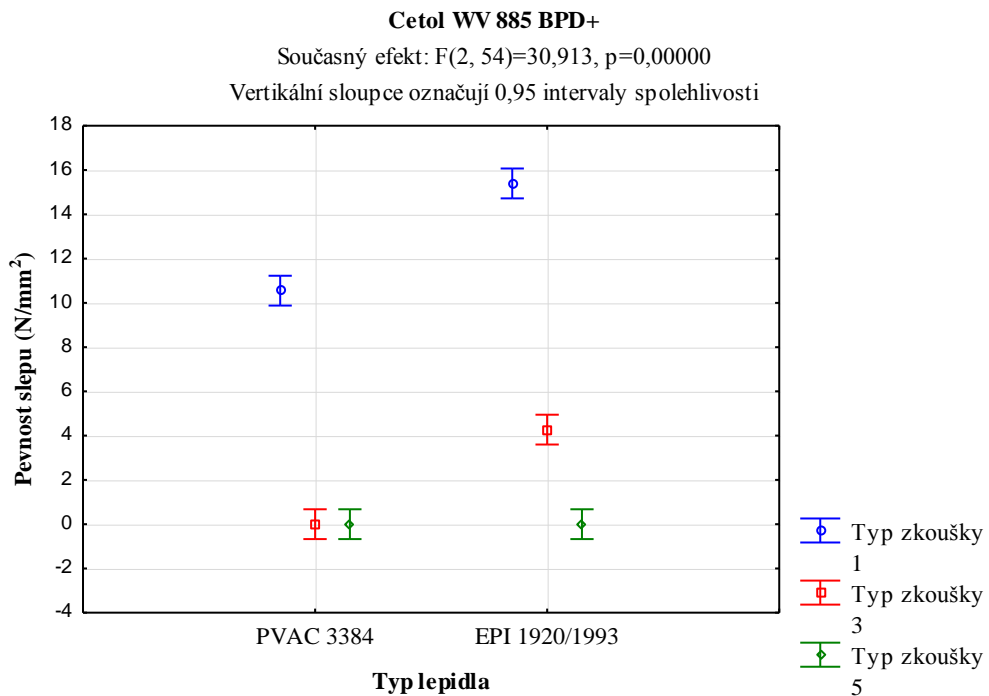


Graf 7.11 Pevnost slepu při použití Teknol aqua 1410-01

7.9.3 Cetol WV 885 BPD+

Na grafu 7.12 je zobrazeno srovnání PVAC 3384 a EPI 1920/1993 při použití Cetol WV 885 BPD+. Z grafu 7.12 je na první pohled patrné, že EPI 1920/1993 vykazuje lepší vlastnosti než PVAC 3384. Pro typ zkoušky 5 nebyly naměřeny žádné hodnoty ani u jednoho z lepidel. U typu zkoušky 3 je vidět, že při použití PVAC 3384 nebyly naměřeny žádné hodnoty, naopak u EPI 1920/1993 je průměrná hodnota těsně nad hranicí 4 N/mm^2 . Lepidlo EPI 1920/1993 tedy vyhovuje pro zkoušky typu 1 a 3. PVAC 3384 vyhovuje pouze pro typ zkoušky 1.

Výsledky měření pevnosti slepu pro impregnaci Cetol WV 885 BPD+ jsou statisticky významná ($p = 0,000$).



Graf 7.12 Pevnost slepu při použití Cetol WV 885 BPD+

8 Diskuze

Pro zkoušky, které byly provedeny v této diplomové práci, byly zvoleny tři druhy lepidel a tři druhy impregnací. Byla použita dvě lepidla PVAC (jednokomponentní a dvoukomponentní) a jedno lepidlo PUR. Impregnace byly použity dvě na bázi vody a jedna na bázi rozpouštědel.

Z výsledků je zřejmé, že pokud není použita žádná impregnace, je lepidlo PVAC 3384 nejvhodnější pro všechny typy zkoušek. U zkoušky typu 5 jsou však hodnoty těsně pod hranicí 4 N/mm^2 a lepidlo tak nevyhovuje normě. U EPI 1920/1993, pokud není použita žádná impregnace, je z výsledků zřejmé, že vyhovuje normě pouze u zkoušky typu 1.

Zajímavé je, že pokud je u lepidla PVAC 3384 použita impregnace, hodnoty pevností jsou horší než u referenčních zkušebních těles. Nejhorší vliv má impregnace Cetol WV 885 BPD+. Všechny impregnace, které byly použity, mají tedy negativní vliv na pevnost lepeného spoje PVAC 3384. Negativní vliv může být způsobený tím, že impregnace uzavře povrch materiálu a lepidlo tak nemá vhodnou přilnavost.

V případě využití lepidla EPI 1920/1993 je zřejmé, že u zkoušky typu 1 je nejvyšší pevnost, pokud byla použita impregnace Cetol WV 885 BPD+. U ostatních impregnací se hodnoty u typu zkoušky 1 příliš neliší. U zkoušky typu 3 je nejvyšší hodnota pevnosti při použití Teknol aqua 1410-01 a Gori 605. Zkouška typu 5 byla pro všechna měření nulová.

U PUR 1968 je patrné, že použité impregnace mají kladný vliv na pevnost lepeného spoje. Nejvyšší naměřené hodnoty pevností jsou u Teknol aqua 1410-01.

V rešerši jsou popsány dvě práce podobné této diplomové práci, jedna od Örs *et al.* a druhá od Keskin *et al.*. Örs *et al.* ve studii použili 3 typy impregnování (krátkodobé, střednědobé a dlouhodobé) impregnací Imersol-Aqua a 5 typů lepidel, 4 PVAC a jedno PUR. Výsledkem této studie je, že impregnace mají negativní vliv na pevnost lepeného spoje. Ve studii, kterou napsali Keskin *et al.*, je použita impregnace na bázi rozpouštědel Vacsol Azure. Jako lepidla jsou zde použita PVAC, Desmodur-VTKA, UF, PF. Výsledkem této studie je, že impregnace má negativní vliv na pevnost lepeného spoje.

Studie Keskina ukazuje, že impregnace na bázi rozpouštědla Vacsol Azure má negativní vliv na všechna lepidla. Po srovnání výsledků pevností u Vacsol Azure a Gori 605 (impregnace na bázi rozpouštědla použita v této diplomové práci) lze říci, že

jsou podobné u PVAC lepidel, kdy bylo zjištěno, že Gori 605 má negativní účinek na pevnost lepeného spoje. Výsledky měření pevnosti slepu byly v tomto případě statisticky významné a to na 5% hladině významnosti. Rozdíl ve výsledcích je ale při použití PUR 1968, kde má Gori 605 kladný účinek a Vacsol Azure má negativní vliv na použití PUR lepidla.

Studie Örse ukazuje, že impregnace na bázi vody Imersol-Aqua má negativní vliv na všechna použitá lepidla. V případě této diplomové práce byly použity dvě impregnace na bázi vody, Teknol aqua 1410-01 a Cetol WV 885 BPD+. Při použití lepidla PVAC 3384 a impregnací na bázi vody je výsledek podobný jako u Örse, vyšlo zde, že impregnace mají negativní vliv na pevnost lepeného spoje. Při použití EPI 1920/1993 vyšlo v této práci, že negativní vliv má z impregnací na bázi vody pouze Teknol aqua 1410-01 a naopak kladný vliv má Cetol WV 885 BPD+. Při použití PUR 1968 vyšlo, že obě impregnace na bázi vody mají kladný vliv na pevnost lepeného spoje. Podobný výsledek je tedy u PVAC 3384 u všech impregnací, u EPI 1920/1993 pro Teknol aqua 1410-01 a u PUR pro všechny impregnace. Všechny výše uvedené výsledky měření pevnosti slepu vyšly v této diplomové práci na 5% hladině významnosti statisticky významné.

9 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo prokázat vliv impregnačních látek na pevnost lepených spojů, především pak porovnání pevnosti slepu u různých druhů lepidel a při použití různých druhů impregnací a dále porovnání, zda jednotlivá lepidla splňují všechny zkoušky dle příslušných norem.

U lepidel, kde nebyla použita impregnace, bylo zjištěno, že vyhovují normě pouze pro některé typy zkoušek. Celkově však normě nevyhovuje ani jedno z lepidel. U PVAC 3384 bez použití impregnace bylo zjištěno, že vyhovuje pouze u zkoušek typu 1 a 3, u zkoušky typu 5 lepidlo nevyhovuje. U EPI systém 1920/1993 bez použití impregnace bylo zjištěno, že lepidlo vyhovuje jen u typu zkoušky 1, u zkoušek typu 3 a 5 naměřené hodnoty normě nevyhovují. Lepidlo PUR 1968 bez impregnace vyhovuje pouze v případě zkoušky typu 1, u zkoušek typu 2 a 4 lepidlo nevyhovuje normě.

Impregnace Teknol aqua 1410-01 má kladný vliv na pevnost slepu, pokud jsou zkušební tělesa lepena pomocí PUR 1968 u všech typů zkoušek a pomocí EPI systém 1920/1993 u zkoušky typu 3. Pokud je použito lepidlo PVAC 3384, má impregnace Teknol aqua 1410-01 negativní vliv na pevnost slepu. Impregnace Cetol WV 885 BPD+ kladně ovlivňuje pevnost slepu, pokud je použit PUR 1968 a to u všech typů zkoušek, a při použití EPI systém 1920/1993 a to u zkoušek typu 1 a 3. U PVAC 3384 má impregnace záporný vliv na pevnost lepeného spoje. Impregnace Gori 605 má kladný vliv na pevnost lepeného spoje při použití PUR 1968 a to pro všechny typy zkoušek, a pokud je použito lepidlo EPI systém 1920/1993 a to pouze u zkoušky typu 3. Při použití PVAC 3384 má impregnace Gori 605 záporný vliv na pevnost lepeného spoje.

Z výsledků je patrné, že všechny použité impregnace v této diplomové práci mají negativní vliv na pevnost lepeného spoje při použití PVAC 3384. U PVAC 3384 je zřejmé, že u zkoušky typu 5 byly naměřeny hodnoty pevnosti pouze u referenčních zkušebních těles. U EPI 1920/1993 byly hodnoty pevnosti pro zkoušku typu 5 všude nulové.

Při srovnání zkoušky typu 1 pro všechna použitá lepidla, je největší pevnost u referenčních zkušebních těles lepených PVAC 3384 a zkušebních těles lepených EPI 1920/1993 a impregnovaných Cetol WV 885 BPD+. Všechna lepidla byla srovnána pouze u zkoušky typu 1, protože u této zkoušky je stejný průběh pro PVAC lepidla a PUR lepidla. Pro ostatní zkoušky jsou srovnány pouze PVAC lepidla (PVAC 3384

a EPI 1920/1993). Pokud srovnáme typ zkoušky 3 je zřejmé, že největší pevnost slepu je u referenčních zkušebních těles lepených PVAC 3384 a u zkušebních těles lepených EPI 1920/1993 a impregnovaných Teknol aqua 1410-01.

Z výše uvedeného vyplývá, že cíle této diplomové práce bylo dosaženo. Bylo zjištěno, že použité impregnace mají vliv na pevnost lepeného spoje, avšak vliv je u každého z lepidla, které bylo použito, jiný.

10 Literatura

1) Knihy

- Böhm, M., Reisner, J., Bomba, J. *Materiály na bázi dřeva*. 1. Vydání, Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra zpracování dřeva, 2012, 183 s., ISBN 978-80-213-2251-6
- Cihelský, L., Souček, E. *Základy statistiky*. 1. Vydání, Praha: Vysoká škola finanční a správní, o.p.s., 2009, 164 s., ISBN 978-80-740-8013-5.
- Černý, F. *Chemická technologie polymerů*. 1. Vydání, Praha: SNTL, 1982. 304 s. ISBN 04- 609 – 82
- Ducháček, V. *Polymery – výroba, vlastnosti, zpracování, použití*. 2. Vydání, Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2006. ISBN 80-7080-617-6.
- Eisner, K., Berger, V. *Lepidla v dřevařském průmyslu*. 1. Vydání, Praha: SNTL, 1958. 196 s.
- Eisner, K., Havlíček, V.; Osten, M. *Dřevo a plasty*, 1. Vydání, Praha: SNTL, 1983,
- Hebák, P., Hustopecký, J., Jarošová, E., Pecáková, I. *Vícerozměrné statistické metody*. Vyd. 1. Praha: Informatorium, 2004, 3 sv. ISBN 8073330253.
- Hindls, R., Hronová, S., Seger, J., Fischer, J. *Statistika pro ekonomy*. 8. vyd. Praha: Professional publishing, 2007, 415 s. ISBN 9788086946436.
- Komárek, Z. *Prehľad lepidel*. 1. Vydání, Bratislava: ALFA, 1987,
- Liptáková, E.; Sedliačik, M. *Chémia a aplikácia pomocných látok v drevárskom priemysle*. 1. Vydání, Bratislava: ALFA, 1989. 520 s. ISBN 80 – 05 – 00116 – 9
- Osten, M. *Práce s lepidly a tmely*, 2. přepracované vydání Praha: SNTL, 1982. 288 s.
- Osten, M. *Práce s lepidly a tmely*, 3. Přepracované vydání Praha : Grada Publishing, spol. s r.o., 1996. 136 s. ISBN 80 – 7169 – 338 – 3
- Pavela, R.. *Rostlinné insekticidy: hubíme hmyz bez chemie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1019-6.
- Peschel, P. a kol. *Dřevařská příručka: tabulky, technické údaje*. 1. Vydání, Praha: Sobotáles, 2002, ISBN 80-85920-84-0

- PESCHEL, P., Nutsch, W., Nennewitz, I., Seifert, G. *Dřevarařská příručka: tabulky, technické údaje*. 1. Vydání, Praha: Sobotáles, 2002, 320 s. ISBN 80-85920-84-0.
- Reinprecht, L. *Ochran dřeva*. 1. Vydání, Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2008, 453 s., ISBN 978 – 80 – 228 – 1863 – 6
- Sedliačik, J. *Procesy lepenia dreva, plastov a kovov*. 1. Vydání, Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2005, 221 s. ISBN 80 – 228 – 1500 – 4
- Uhlíř, A. *Technologie výroby nábytku II*. 1. Vydání, Praha: nakladatelství Informatorium, 1993, 251 s., ISBN 80 – 85427 – 32 – X
- Technické listy výrobků od výrobců

2) Odborné články

- Beaud, F., P. Niemz a A. Pizzi. Structure–property relationships in one-component polyurethane adhesives for wood: Sensitivity to low moisture content. *Journal of Applied Polymer Science* 2006, vol. 101, issue 6, s. 4181 DOI: 10.1002/app.24334
- Keski, Hakan, Musa Atar a M. Hakan Akyildiz. Bonding strengths of poly(vinyl acetate), Desmodur-VTKA, phenol–formaldehyde and urea–formaldehyde adhesives in wood materials impregnated with Vacsol Azure. *Materials*. 2009, vol. 30, issue 9, s. 3789-3794, DOI: 10.1016/j.matdes.2009.01.032.
- ÖRS, Yalçın, Musa ATAR a Hakan KESKIN. Bonding strength of some adhesives in wood materials impregnated with Imersol-Aqua. *International Journal of Adhesion and Adhesives* [online]. 2004, vol. 24, issue 4, s. 287-294 [cit. 2015-02-13]. DOI: 10.1016/j.ijadhadh.2003.10.007.
- Reinprecht, L. Fungicides for Wood Protection–World Viewpoint and Evaluation/Testing in Slovakia. *Fungicides 2010*, DOI: 10.5772/13233
- Vick, Charles, Okkonen, Arnold, Strength and durability of one-part polyurethane adhesive bonds to wood. *Forest Products Journal*. 1998, vol. 48, issue 11-12, s. 71-76,

3) Internetové zdroje

- NIS – Nábytkářský informační systém . [online]. [cit.10.2.2015]. Dostupné z: <http://www.n-i-s.cz/cz/aglomerovane-materialy/page/190/#>.
- Soukup, J. *Dilcova metoda výroby oken v praxi*. [online]. [cit.13.2.2015]. Dostupné z:

<http://www.soukup.cz/UserFiles/files/D%C3%ADlcov%C3%A1%20metoda%20v%20praxi.pdf>

- Technické listy použitých lepidel a impregnací
- Tpeurookna, *Povrchová úprava tp eurookna*. [online]. [cit.13.2.2015]. Dostupné z: <http://www.tpeurookna.cz/rs/povrchova-uprava/>
- LEAR, a. s., *Základy teorie lepení* [online]. [cit. 13.2.2015]. Dostupné z: http://www.abclepidla.cz/Files/file/files/Teorie_lepeni.pdf 12.1.2015
- Reinprecht, L. *Chemická ochrana dřeva* [online]. Publikováno 28. 8. 2008 [cit. 13. 2. 2015]. Dostupné z: <http://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/materialy-a-vyroby/lepidla-natery-tmely/chemicka-ochrana-dreva>
- Oknotherm, *Výroba oken a dveří u Oknotherm* [online]. [cit.13.2.2015]. Dostupné z: <http://www.oknotherm.cz/o-firme/vyroba-oken-dveri>

4) Normy

- ČSN EN 205. Lepidla - Lepidla na dřevo pro nekonstrukční aplikace - Stanovení pevnosti lepeného spojení ve smyku při tahovém namáhání. Praha: Český normalizační institut, 2003. 16 s.
- ČSN EN 204. Klasifikace termoplastických lepidel na dřevo pro nekonstrukční aplikace. Praha: Český normalizační institut, 2001. 8 s.
- ČSN EN 12765. Klasifikace reaktoplastických lepidel na dřevo pro nekonstrukční aplikace. Praha: Český normalizační institut, 2001. 8 s.
- ČSN EN 923 + A1. Lepidla - termíny a definice. Praha: Český normalizační institut, 2008. 80 s.

11 Seznam příloh

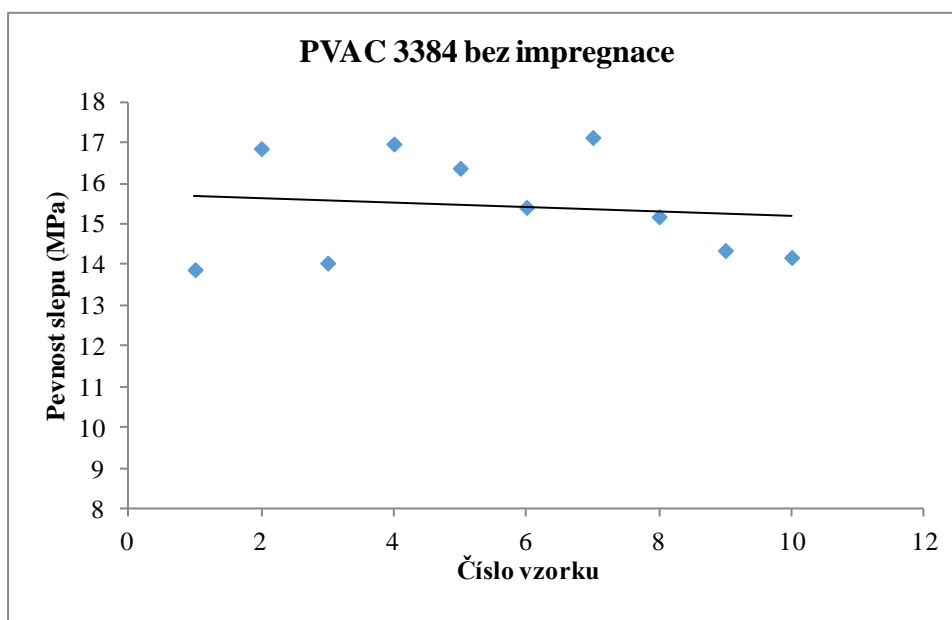
Příloha 1	Pevnost slepu pro PVAC 3384 bez impregnace u typu zkoušky 1	- 76 -
Příloha 2	Pevnost slepu pro PVAC 3384 a Teknol aqua 1410-01 u typu zkoušky 1	- 77 -
Příloha 3	Pevnost slepu pro PVAC 3384 a Gori 605 u typu zkoušky 1	- 78 -
Příloha 4	Pevnost slepu pro PVAC 3384 a Cetol WV BPD+ u typu zkoušky 1	- 79 -
Příloha 5	Pevnost slepu pro PVAC 3384 bez impregnace u typu zkoušky 3	- 80 -
Příloha 6	Pevnost slepu pro PVAC 3384 a Teknol aqua 1410-01 u typu zkoušky 3	- 81 -
Příloha 7	Pevnost slepu pro PVAC 3384 a Gori 605 u typu zkoušky 3	- 82 -
Příloha 8	Pevnost slepu pro PVAC 3384 a Cetol WV 885 BPD+ u typu zkoušky 3	- 83 -
Příloha 9	Pevnost slepu pro PVAC 3384 bez impregnace u typu zkoušky 5	- 84 -
Příloha 10	Pevnost slepu pro PVAC 3384 a Teknol aqua 1410-0 u typu zkoušky 5	- 85 -
Příloha 11	Pevnost slepu pro PVAC 3384 a Gori 605 u typu zkoušky 5	- 86 -
Příloha 12	Pevnost slepu pro PVAC 3384 a Cetol WV 885 BPD+ u typu zkoušky 5	- 87 -
Příloha 13	Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 bez impregnace u typu zkoušky 1	- 88 -
Příloha 14	Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 a Teknol aqua 1410-01 u typu zkoušky 1	- 89 -
Příloha 15	Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 a Cetol WV BPD+ u typu zkoušky 1	- 90 -
Příloha 16	Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 a Gori 605 u typu zkoušky 1	- 91 -
Příloha 17	Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 bez impregnace u typu zkoušky 3	- 92 -
Příloha 18	Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 a Teknol aqua 1410-01 u typu zkoušky 3	- 93 -
Příloha 19	Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 a Gori 605 u typu zkoušky 3	- 94 -
Příloha 20	Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 a Cetol WV 885 BPD+ u typu zkoušky 3	- 95 -
Příloha 21	Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 bez impregnace u typu zkoušky 5	- 96 -
Příloha 22	Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 a Teknol aqua 1410-01 u typu zkoušky 5	- 97 -
Příloha 23	Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 a Gori 605 u typu zkoušky 5	- 98 -
Příloha 24	Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 a Cetol WV 885 BPD+ u typu zkoušky 5	- 99 -
Příloha 25	Pevnost slepu pro PUR 1968 bez impregnace u typu zkoušky 1	- 100 -
Příloha 26	Pevnost slepu pro PUR 1968 a Teknol aqua 1410-01 u typu zkoušky 1	- 101 -
Příloha 27	Pevnost slepu pro PUR 1968 a Cetol WV BPD+ u typu zkoušky 1	- 102 -
Příloha 28	Pevnost slepu pro PUR 1968 a Gori 605 u typu zkoušky 1	- 103 -
Příloha 29	Pevnost slepu pro PUR 1968 bez impregnace u typu zkoušky 2	- 104 -
Příloha 30	Pevnost slepu pro PUR 1968 a Teknol aqua 1410-01 u typu zkoušky 2	- 105 -
Příloha 31	Pevnost slepu pro PUR 1968 a Gori 605 u typu zkoušky 2	- 106 -
Příloha 32	Pevnost slepu pro PUR 1968 a Cetol WV 885 BPD+ u typu zkoušky 2	- 107 -
Příloha 33	Pevnost slepu pro PUR 1968 bez impregnace u typu zkoušky 4	- 108 -
Příloha 34	Pevnost slepu pro PUR 1968 a Teknol aqua 1410-01 u typu zkoušky 4	- 109 -
Příloha 35	Pevnost slepu pro PUR 1968 a Gori 605 u typu zkoušky 4	- 110 -

Příloha 36 Pevnost slepu pro PUR 1968 a Cetol WV 885 BPD+ u typu zkoušky 4.....-	111 -
Příloha 37 Pevnost slepu pro typ zkoušky 1	112 -

12 Přílohy

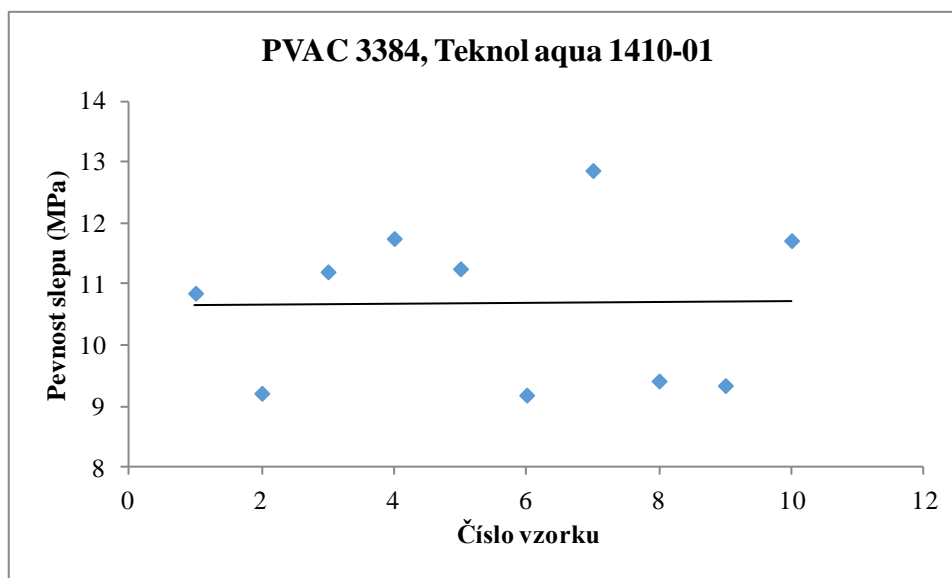
Příloha 1 Pevnost slepu pro PVAC 3384 bez impregnace u typu zkoušky 1

Typ zkoušky: 1	PVAC 3384 , REFERENČNÍ				Pevnost slepu (N/mm ²)
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	
	l ₂	b	plocha		
1	9,94	19,84	197,21	2 738	13,88
2	10,04	19,99	200,70	3 383	16,86
3	9,95	20,12	200,19	2 812	14,05
4	9,99	20,15	201,30	3 416	16,97
5	9,79	20,15	197,27	3 230	16,37
6	9,97	19,97	199,10	3 069	15,41
7	9,97	19,85	197,90	3 390	17,13
8	9,95	20,09	199,90	3 035	15,18
9	9,98	19,97	199,30	2 861	14,36
10	10,05	20,05	201,50	2 858	14,18
Průměrná hodnota	9,96	20,02	199,44	3 079,2	15,44
Maximální hodnota	10,05	20,15	201,50	3 416	17,13
Minimální hodnota	9,79	19,84	197,21	2 738	13,88
Směrodatná odchylka	0,07	0,11	1,49	247,28	1,24
Variační koeficient (%)	0,68	0,54	0,75	8,03	8,00



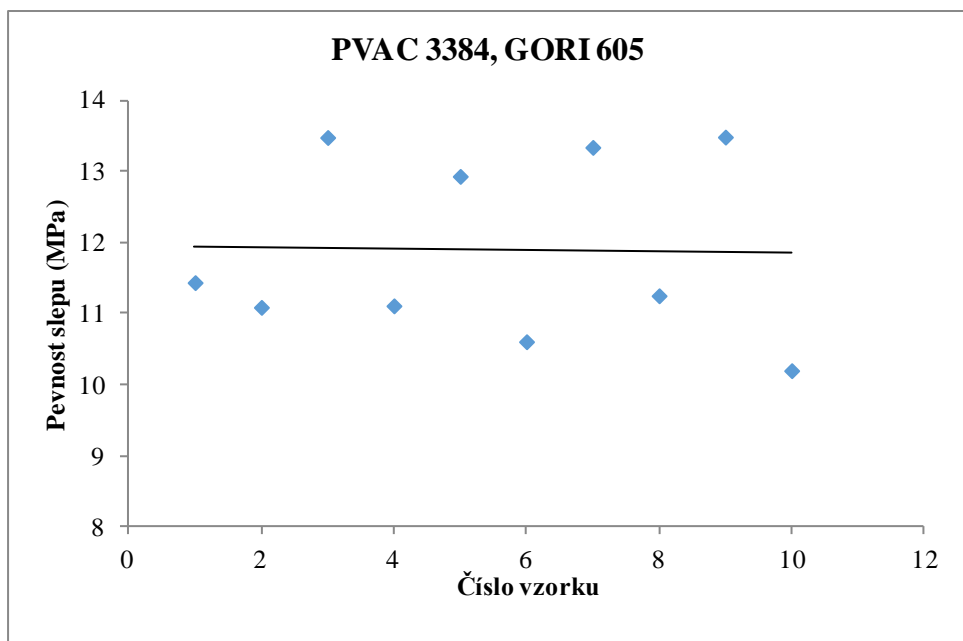
Příloha 2 Pevnost slepu pro PVAC 3384 a Teknol aqua 1410-01 u typu zkoušky 1

Typ zkoušky: 1	PVAC 3384 , Teknol aqua 1410-01				Pevnost slepu (N/mm ²)
	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	
	l ₂	b	plocha		
1	9,96	20,18	200,99	2 182	10,86
2	9,97	20,11	200,50	1 848	9,22
3	9,91	20,09	199,09	2 231	11,21
4	9,97	20,11	200,50	2 356	11,75
5	9,97	19,89	198,30	2 232	11,26
6	9,98	20,09	200,50	1 842	9,19
7	9,91	20,15	199,69	2 569	12,87
8	9,99	19,97	199,50	1 879	9,42
9	9,98	20,16	201,20	1 880	9,34
10	9,79	20,19	197,66	2 316	11,72
Průměrná hodnota	9,94	20,09	199,79	2 133,5	10,68
Maximální hodnota	9,99	20,19	201,20	2 569	12,87
Minimální hodnota	9,79	19,89	197,66	1 842	9,19
Směrodatná odchylka	0,06	0,09	1,11	242,81	1,24
Variační koeficient (%)	0,58	0,45	0,55	11,38	11,61



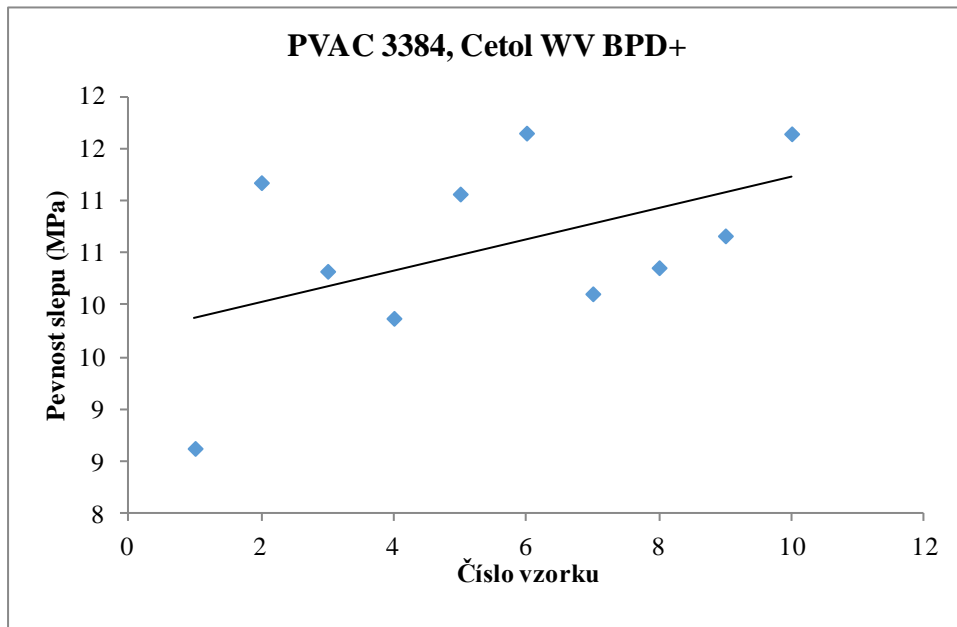
Příloha 3 Pevnost slepu pro PVAC 3384 a Gori 605 u typu zkoušky 1

Typ zkoušky: 1	PVAC 3384 , GORI 605				
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	Pevnost slepu (N/mm ²)
	l ₂	b	plocha		
1	9,96	20,18	200,99	2 299	11,44
2	9,91	20,09	199,09	2 208	11,09
3	9,92	20,11	199,49	2 689	13,48
4	9,87	20,16	198,98	2 211	11,11
5	9,97	20,01	199,50	2 580	12,93
6	9,98	20,14	201,00	2 132	10,61
7	9,97	20,06	200,00	2 668	13,34
8	9,93	20,18	200,39	2 255	11,25
9	9,95	20,19	200,89	2 709	13,48
10	9,95	20,14	200,39	2 044	10,20
Průměrná hodnota	9,94	20,13	200,07	2 379,5	11,89
Maximální hodnota	9,98	20,19	201,00	2 709	13,48
Minimální hodnota	9,87	20,01	198,98	2 044	10,20
Směrodatná odchylka	0,03	0,06	0,73	241,12	1,21
Variační koeficient (%)	0,32	0,28	0,37	10,13	10,16



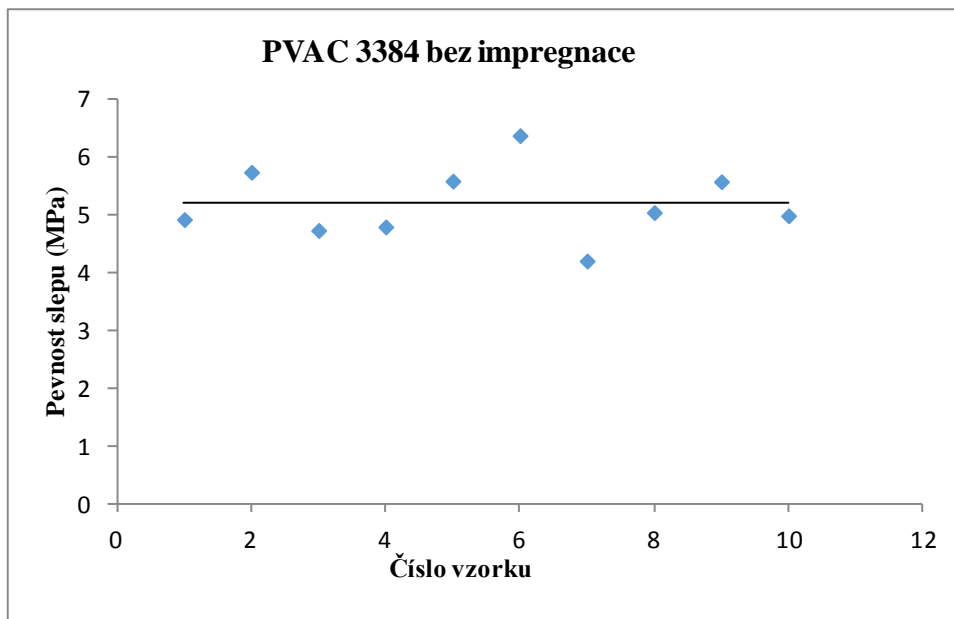
Příloha 4 Pevnost slepu pro PVAC 3384 a Cetol WV BPD+ u typu zkoušky 1

Typ zkoušky: 1	PVAC 3384 , CETOL WV BPD+				
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	Pevnost slepu (N/mm ²)
	l ₂	b	plocha		
1	9,85	20,18	198,77	1 715	8,63
2	9,99	20,10	200,80	2 244	11,18
3	9,94	20,10	199,79	2 063	10,33
4	9,99	19,98	199,60	1 971	9,87
5	9,98	20,11	200,70	2 221	11,07
6	9,85	20,06	197,59	2 302	11,65
7	9,95	20,17	200,69	2 029	10,11
8	9,97	20,06	200,00	2 072	10,36
9	9,97	20,21	201,49	2 149	10,67
10	9,98	20,12	200,80	2 338	11,64
Průměrná hodnota	9,95	20,11	200,02	2 110,4	10,55
Maximální hodnota	9,99	20,21	201,49	2 338	11,65
Minimální hodnota	9,85	19,98	197,59	1 715	8,63
Směrodatná odchylka	0,05	0,06	1,09	174,99	0,87
Variační koeficient (%)	0,51	0,32	0,55	8,29	8,21



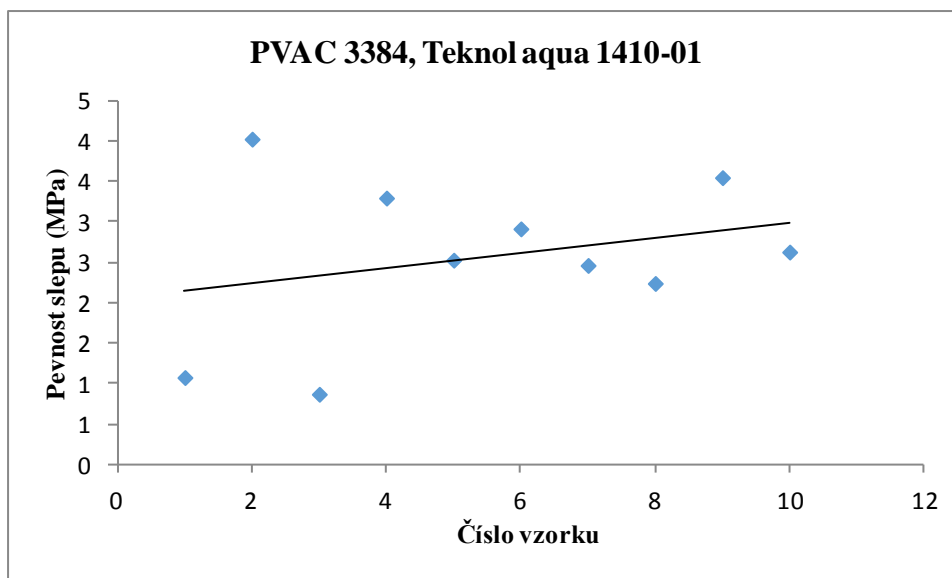
Příloha 5 Pevnost slepu pro PVAC 3384 bez impregnace u typu zkoušky 3

Typ zkoušky: 3	PVAC 3384 , REFERENČNÍ				
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	Pevnost slepu (N/mm ²)
	l ₂	b	plocha		
1	9,90	20,06	198,59	976	4,91
2	9,85	20,14	198,38	1 137	5,73
3	10,03	20,04	201,00	950	4,73
4	10,01	19,95	199,70	956	4,79
5	9,92	19,86	197,01	1 099	5,58
6	9,91	20,12	199,39	1 269	6,36
7	9,91	20,24	200,58	842	4,20
8	9,92	20,18	200,19	1 008	5,04
9	9,81	20,19	198,06	1 103	5,57
10	9,79	20,02	196,00	976	4,98
Průměrná hodnota	9,91	20,08	198,89	1 031,6	5,19
Maximální hodnota	10,03	20,24	201,00	1 269	6,36
Minimální hodnota	9,79	19,86	196,00	842	4,20
Směrodatná odchylka	0,07	0,11	1,51	114,97	0,59
Variační koeficient (%)	0,73	0,55	0,76	11,14	11,36



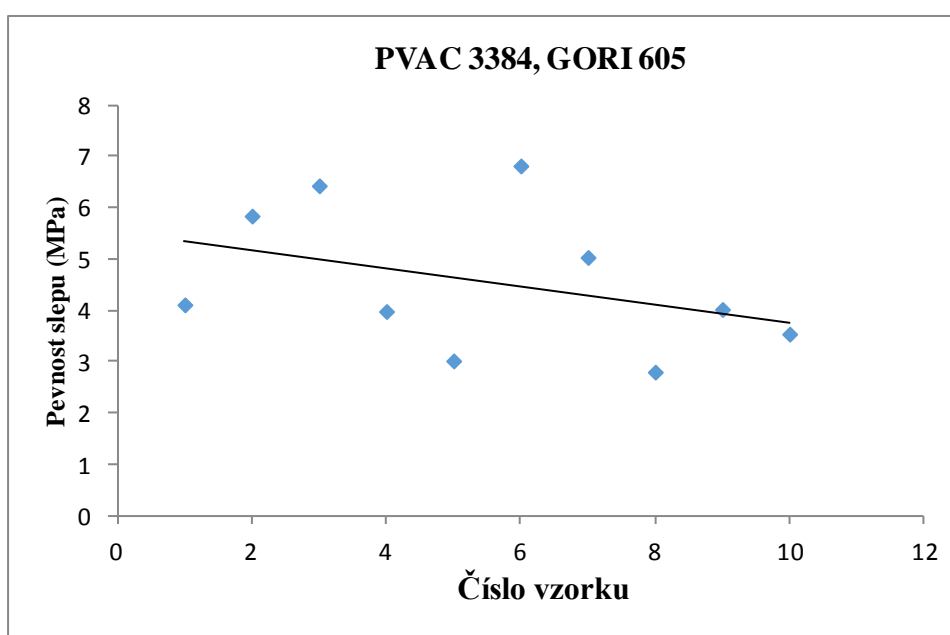
Příloha 6 Pevnost slepu pro PVAC 3384 a Teknol aqua 1410-01 u typu zkoušky 3

Typ zkoušky: 3	PVAC 3384 , Teknol aqua 1410-01				
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	Pevnost slepu (N/mm ²)
	l ₂	b	plocha		
1	9,81	20,16	197,77	213	1,08
2	9,93	20,16	200,19	806	4,03
3	9,96	20,19	201,09	175	0,87
4	9,91	20,26	200,78	662	3,30
5	9,93	20,11	199,69	505	2,53
6	9,88	19,99	197,50	576	2,92
7	9,97	20,03	199,70	492	2,46
8	9,99	20,01	199,90	448	2,24
9	9,81	20,13	197,48	701	3,55
10	9,92	20,13	199,69	525	2,63
Průměrná hodnota	9,91	20,12	199,38	510,3	2,56
Maximální hodnota	9,99	20,26	201,09	806	4,03
Minimální hodnota	9,81	19,99	197,48	175	0,87
Směrodatná odchylka	0,06	0,08	1,26	188,79	0,95
Variační koeficient (%)	0,59	0,40	0,63	37,00	37,00



Příloha 7 Pevnost slepu pro PVAC 3384 a Gori 605 u typu zkoušky 3

Typ zkoušky: 3	PVAC 3384, GORI 605				
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	Pevnost slepu (N/mm ²)
	l ₂	b	plocha		
1	9,75	20,09	195,88	806	4,11
2	9,91	20,20	200,18	1 170	5,84
3	9,98	20,01	199,70	1 285	6,43
4	9,89	20,30	200,77	800	3,98
5	9,87	19,82	195,62	591	3,02
6	9,92	20,23	200,68	1 369	6,82
7	9,87	20,19	199,28	1 004	5,04
8	9,96	20,13	200,49	562	2,80
9	9,87	20,19	199,28	802	4,02
10	9,80	20,07	196,69	697	3,54
Průměrná hodnota	9,88	20,12	198,86	908,6	4,56
Maximální hodnota	9,98	20,30	200,77	1 369	6,82
Minimální hodnota	9,75	19,82	195,62	562	3,02
Směrodatná odchylka	0,07	0,13	1,91	270,28	1,33
Variační koeficient (%)	0,66	0,64	0,96	29,75	29,25

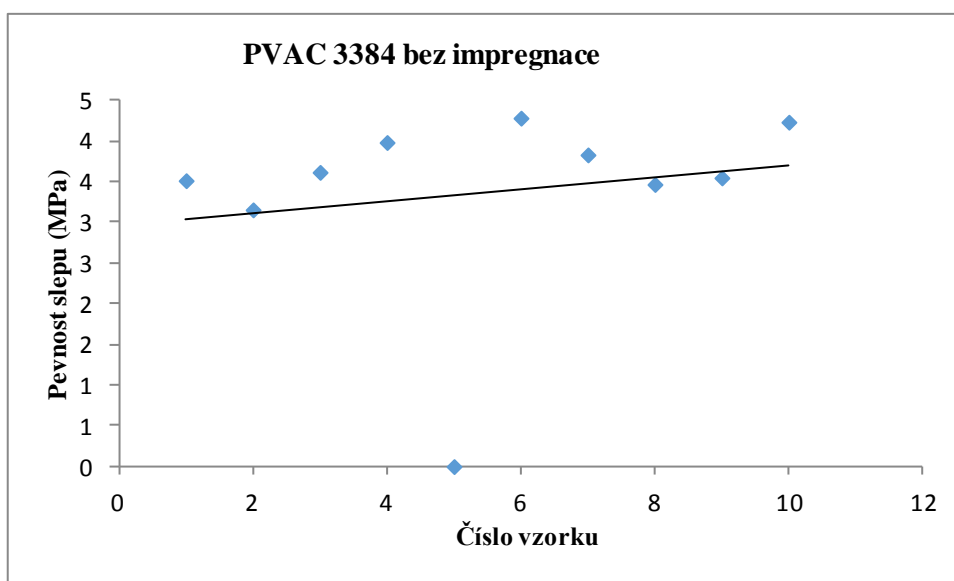


Příloha 8 Pevnost slepu pro PVAC 3384 a Cetol WV 885 BPD+ u typu zkoušky 3

Typ zkoušky: 3	PVAC 3384, Cetol WV 885 BPD+				
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	Pevnost slepu (N/mm ²)
	l ₂	b	plocha		
1	9,87	20,28	200,16	0	0,00
2	9,81	20,16	197,77	0	0,00
3	9,90	20,20	199,98	0	0,00
4	9,80	19,98	195,80	0	0,00
5	9,90	19,89	196,91	0	0,00
6	9,99	20,16	201,40	0	0,00
7	9,95	20,20	200,99	0	0,00
8	9,98	20,17	201,30	0	0,00
9	9,84	20,19	198,67	0	0,00
10	9,96	20,05	199,70	0	0,00
Průměrná hodnota	9,90	20,13	199,27	0,0	0,00
Maximální hodnota	9,99	20,28	201,40	0	0,00
Minimální hodnota	9,80	19,89	195,80	0	0,00
Směrodatná odchylka	0,07	0,11	1,82	0,00	0,00
Variační koeficient (%)	0,66	0,56	0,92	0,00	0,00

Příloha 9 Pevnost slepu pro PVAC 3384 bez impregnace u typu zkoušky 5

Typ zkoušky: 5	PVAC 3384, REFERENCNÍ				Pevnost slepu (N/mm ²)
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	
	l ₂	b	plocha		
1	9,97	20,07	200,10	703	3,51
2	9,94	20,60	204,76	646	3,15
3	9,97	19,89	198,30	717	3,62
4	9,95	19,86	197,61	787	3,98
5	9,95	20,18	200,79	0	0,00
6	10,05	20,10	202,01	865	4,28
7	9,89	20,01	197,90	758	3,83
8	9,92	20,15	199,89	693	3,47
9	9,82	20,15	197,87	702	3,55
10	9,96	20,14	200,59	849	4,23
Průměrná hodnota	9,94	20,12	199,98	672,0	3,36
Maximální hodnota	10,05	20,60	204,76	865	4,28
Minimální hodnota	9,82	19,86	197,61	646	3,15
Směrodatná odchylka	0,06	0,19	2,13	233,62	1,17
Variační koeficient (%)	0,57	0,96	1,06	34,76	34,79



Příloha 10 Pevnost slepu pro PVAC 3384 a Teknol aqua 1410-0 u typu zkoušky 5

Typ zkoušky: 5	PVAC 3384, Teknol aqua 1410-01				
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	Pevnost slepu (N/mm ²)
	l ₂	b	plocha		
1	9,91	20,70	205,14	rozdpad	0,00
2	9,99	20,11	200,90	0,00	0,00
3	9,97	20,15	200,90	rozdpad	0,00
4	9,94	20,14	200,19	0,00	0,00
5	9,99	20,21	201,90	0,00	0,00
6	9,98	20,01	199,70	rozdpad	0,00
7	9,96	19,89	198,10	0,00	0,00
8	9,81	20,15	197,67	0,00	0,00
9	9,89	20,11	198,89	rozdpad	0,00
10	9,92	20,03	198,70	0,00	0,00
Průměrná hodnota	9,94	20,15	200,21	0,00	0,00
Maximální hodnota	9,99	20,70	205,14	0,00	0,00
Minimální hodnota	9,81	19,89	197,67	0,00	0,00
Směrodatná odchylka	0,05	0,20	2,08	0,00	0,00
Variační koeficient (%)	0,54	1,01	1,04	0,00	0,00

Příloha 11 Pevnost slepu pro PVAC 3384 a Gori 605 u typu zkoušky 5

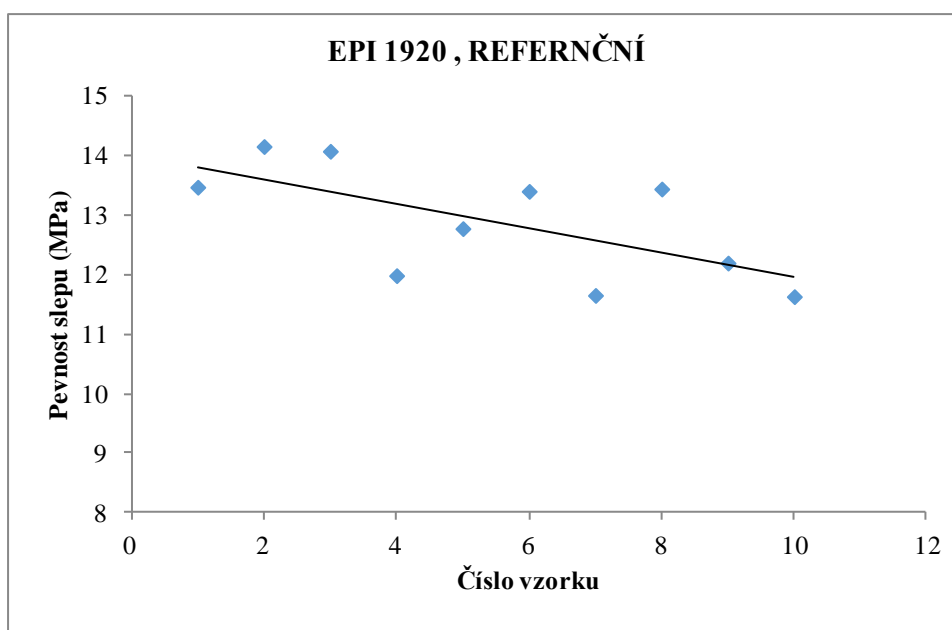
Typ zkoušky: 5	PVAC 3384, Gori 605				
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	Pevnost slepu (N/mm²)
	l₂	b	plocha		
1	9,91	20,19	200,08	0,00	0,00
2	9,86	20,08	197,99	0,00	0,00
3	9,85	20,05	197,49	0,00	0,00
4	9,82	20,07	197,09	0,00	0,00
5	9,97	20,19	201,29	0,00	0,00
6	10,01	20,18	202,00	0,00	0,00
7	9,98	20,15	201,10	0,00	0,00
8	9,85	20,15	198,48	0,00	0,00
9	9,99	20,19	201,70	0,00	0,00
10	9,97	19,88	198,20	0,00	0,00
Průměrná hodnota	9,92	20,11	199,54	0,00	0,00
Maximální hodnota	10,01	20,19	202,00	0,00	0,00
Minimální hodnota	9,82	19,88	197,09	0,00	0,00
Směrodatná odchylka	0,07	0,09	1,79	0,00	0,00
Variační koeficient (%)	0,68	0,46	0,90	0,00	0,00

Příloha 12 Pevnost slepu pro PVAC 3384 a Cetol WV 885 BPD+ u typu zkoušky 5

Typ zkoušky: 5	PVAC 3384, Cetol WV 885 BPD+				
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	Pevnost slepu (N/mm²)
	l₂	b	plocha		
1	9,83	20,11	197,68	rozpad	0,00
2	9,98	20,18	201,40	rozpad	0,00
3	9,98	20,19	201,50	rozpad	0,00
4	9,81	20,06	196,79	rozpad	0,00
5	9,97	20,17	201,09	0,00	0,00
6	9,95	20,20	200,99	rozpad	0,00
7	9,78	20,21	197,65	0,00	0,00
8	10,06	20,05	201,70	0,00	0,00
9	9,92	20,05	198,90	rozpad	0,00
10	10,02	19,98	200,20	rozpad	0,00
Průměrná hodnota	9,93	20,12	199,79	0,00	0,00
Maximální hodnota	10,06	20,21	201,70	0,00	0,00
Minimální hodnota	9,78	19,98	196,79	0,00	0,00
Směrodatná odchylka	0,09	0,08	1,77	0,00	0,00
Variační koeficient (%)	0,90	0,38	0,89	0,00	0,00

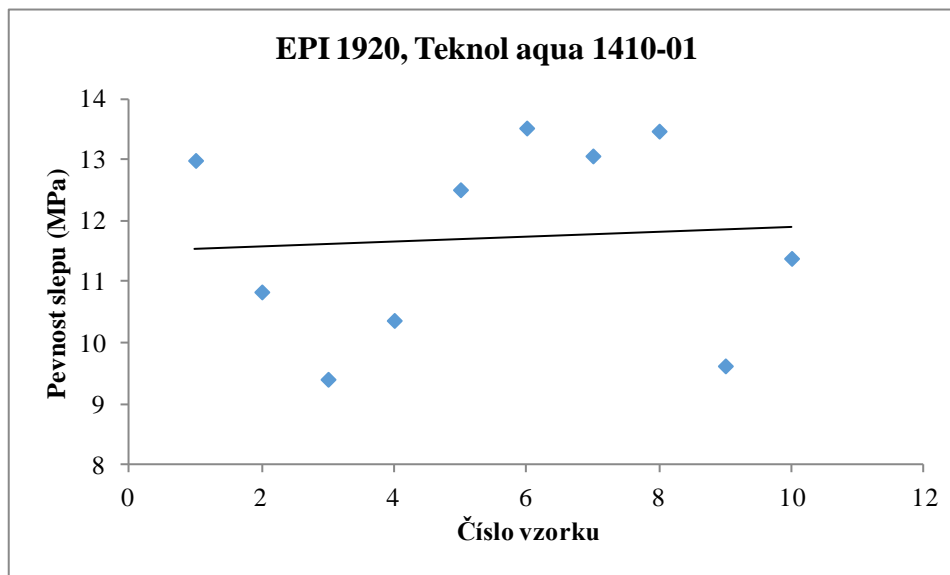
Příloha 13 Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 bez impregnace u typu zkoušky 1

Typ zkoušky: 1	EPI 1920 , REFERNČNÍ				
	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	Pevnost slepu (N/mm ²)
	l ₂	b	plocha		
1	9,79	20,11	196,88	2 653	13,48
2	10,05	20,19	202,91	2 873	14,16
3	9,76	20,26	197,74	2 784	14,08
4	9,81	20,16	197,77	2 371	11,99
5	9,80	20,13	197,27	2 521	12,78
6	9,83	20,17	198,27	2 658	13,41
7	9,76	20,19	197,05	2 297	11,66
8	9,82	20,20	198,36	2 667	13,44
9	9,80	20,19	197,86	2 414	12,20
10	9,80	20,17	197,67	2 300	11,64
Průměrná hodnota	9,82	20,18	198,18	2 553,80	12,88
Maximální hodnota	10,05	20,26	202,91	2 873	14,16
Minimální hodnota	9,76	20,11	196,88	2 297	11,64
Směrodatná odchylka	0,08	0,04	1,64	193,08	0,91
Variační koeficient (%)	0,80	0,19	0,83	7,56	7,09



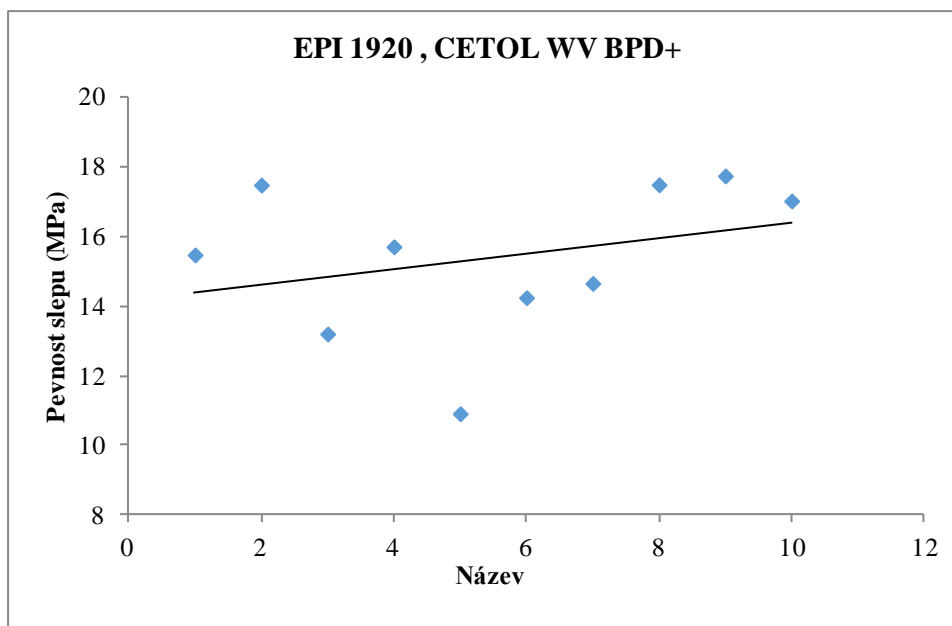
Příloha 14 Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 a Teknol aqua 1410-01 u typu zkoušky 1

Typ zkoušky: 1	EPI 1920, Teknol aqua 1410-01				Pevnost slepu (N/mm ²)
	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	
	l ₂	b	plocha		
Číslo vzorku					
1	9,83	20,17	198,27	2 576	12,99
2	9,85	20,12	198,18	2 148	10,84
3	9,83	19,94	196,01	1 844	9,41
4	9,95	20,02	199,20	2 066	10,37
5	9,86	20,11	198,28	2 481	12,51
6	9,79	20,19	197,66	2 673	13,52
7	9,94	20,15	200,29	2 617	13,07
8	9,86	20,13	198,48	2 674	13,47
9	9,81	20,15	197,67	1 903	9,63
10	9,91	20,15	199,69	2 274	11,39
Průměrná hodnota	9,86	20,11	198,37	2 325,60	11,72
Maximální hodnota	9,95	20,19	200,29	2 674	13,52
Minimální hodnota	9,79	19,94	196,01	1 844	9,41
Směrodatná odchylka	0,05	0,07	1,13	304,30	1,51
Variační koeficient (%)	0,52	0,36	0,57	13,08	12,89



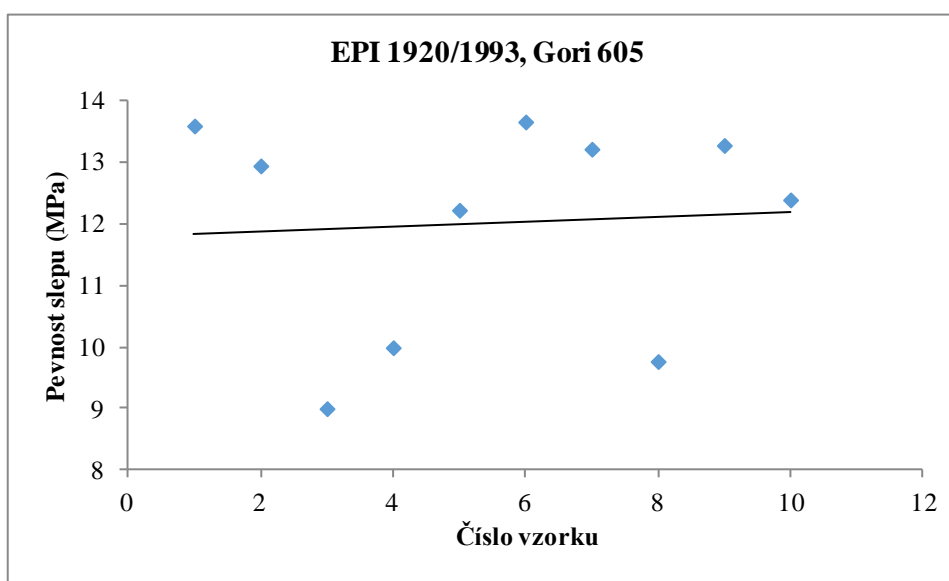
Příloha 15 Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 a Cetol WV BPD+ u typu zkoušky 1

Typ zkoušky: 1	EPI 1920 , CETOL WV BPD+				Pevnost slepu (N/mm ²)
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	
	l ₂	b	plocha		
1	9,93	20,16	200,19	3 098	15,48
2	9,93	20,12	199,79	3 493	17,48
3	10,02	20,12	201,60	2 662	13,20
4	9,84	20,12	197,98	3 110	15,71
5	9,99	19,96	199,40	2 176	10,91
6	9,96	20,17	200,89	2 862	14,25
7	9,79	19,87	194,53	2 851	14,66
8	9,84	20,16	198,37	3 470	17,49
9	9,96	19,99	199,10	3 533	17,74
10	9,91	19,95	197,70	3 366	17,03
Průměrná hodnota	9,92	20,06	198,96	3 062,10	15,39
Maximální hodnota	10,02	20,17	201,60	3 533	17,74
Minimální hodnota	9,79	19,87	194,53	2 176	10,91
Směrodatná odchylka	0,07	0,10	1,89	412,26	2,09
Variační koeficient (%)	0,70	0,51	0,95	13,46	13,59



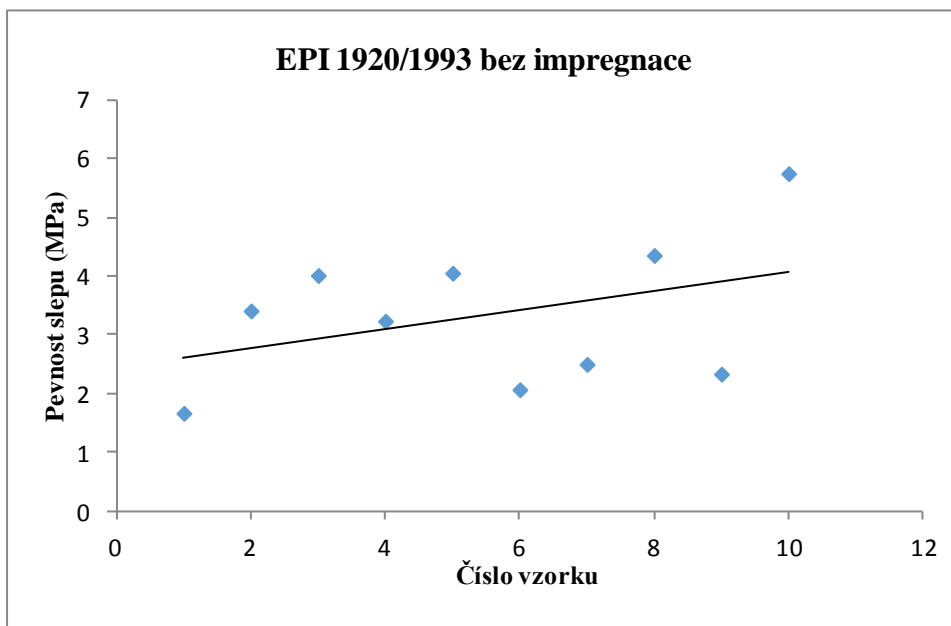
Příloha 16 Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 a Gori 605 u typu zkoušky 1

Typ zkoušky: 1	EPI 1920 , GORI 605				
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	Pevnost slepu (N/mm ²)
	l ₂	b	plocha		
1	9,86	20,11	198,28	2 695	13,59
2	9,83	20,05	197,09	2 551	12,94
3	9,93	20,04	199,00	1 791	9,00
4	9,82	20,06	196,99	1 968	9,99
5	9,89	20,01	197,90	2 419	12,22
6	9,81	20,19	198,06	2 705	13,66
7	9,85	19,99	196,90	2 602	13,21
8	9,82	20,01	196,50	1 919	9,77
9	9,98	20,19	201,50	2 675	13,28
10	9,97	20,05	199,90	2 477	12,39
Průměrná hodnota	9,88	20,07	198,21	2 380,20	12,01
Maximální hodnota	9,98	20,19	201,50	2 705	13,66
Minimální hodnota	9,81	19,99	196,50	1 791	9,00
Směrodatná odchylka	0,06	0,07	1,48	333,24	1,66
Variační koeficient (%)	0,61	0,34	0,74	14,00	13,81



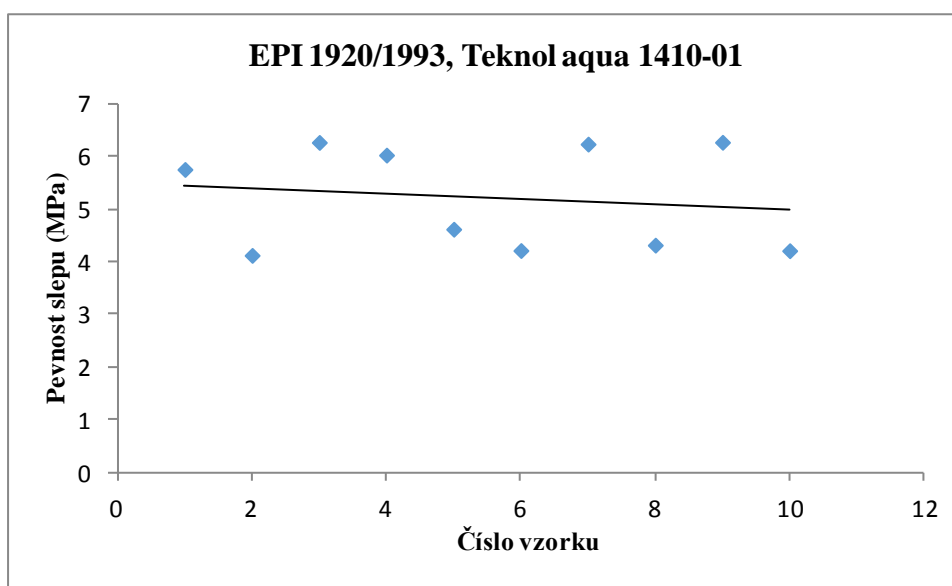
Příloha 17 Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 bez impregnace u typu zkoušky 3

Typ zkoušky: 3	EPI 1920/1993, REFERENČNÍ				Pevnost slepu (N/mm ²)
	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	
	l ₂	b	plocha		
Číslo vzorku					
1	9,82	20,30	199,35	333	1,67
2	9,85	20,20	198,97	679	3,41
3	9,73	20,12	195,77	786	4,01
4	9,81	19,99	196,10	635	3,24
5	9,79	20,23	198,05	803	4,05
6	9,36	20,16	188,70	391	2,07
7	9,87	20,16	198,98	498	2,50
8	9,77	19,97	195,11	850	4,36
9	9,77	20,19	197,26	461	2,34
10	9,86	20,13	198,48	1 141	5,75
Průměrná hodnota	9,76	20,15	196,68	657,7	3,34
Maximální hodnota	9,87	20,30	199,35	1 141	5,75
Minimální hodnota	9,36	19,97	188,70	333	1,67
Směrodatná odchylka	0,14	0,10	3,01	234,49	1,18
Variační koeficient (%)	1,44	0,48	1,53	35,65	35,31



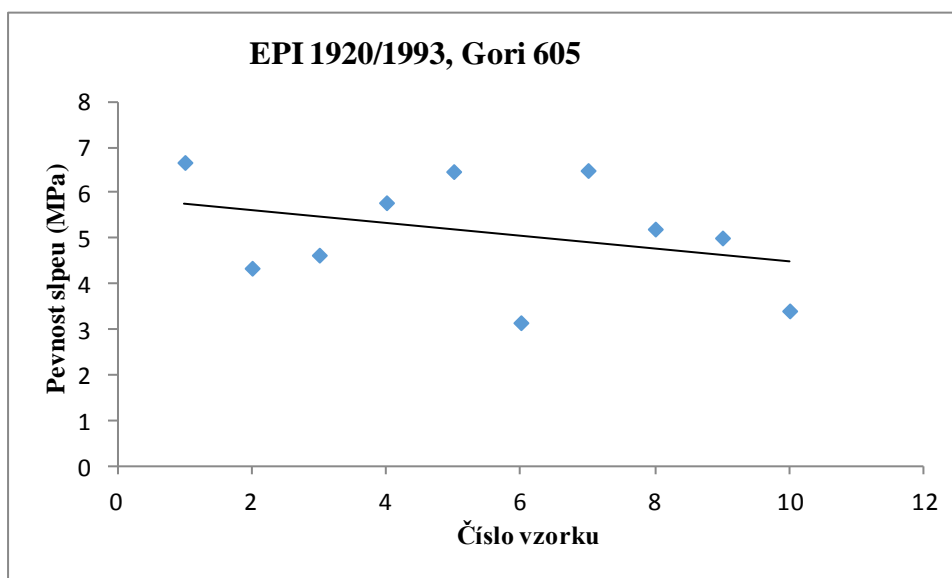
Příloha 18 Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 a Teknol aqua 1410-01 u typu zkoušky 3

Typ zkoušky: 3	EPI 1920/1993, Teknol aqua 1410-01				Pevnost slepu (N/mm ²)
	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	
	l ₂	b	plocha		
Číslo vzorku					
1	9,75	20,19	196,85	1 133	5,76
2	9,81	20,19	198,06	817	4,12
3	9,88	20,12	198,79	1 246	6,27
4	9,77	20,19	197,26	1 189	6,03
5	9,79	20,18	197,56	913	4,62
6	9,82	19,97	196,11	827	4,22
7	9,84	20,06	197,39	1 231	6,24
8	9,82	19,97	196,11	847	4,32
9	9,81	20,19	198,06	1 242	6,27
10	9,84	20,14	198,18	835	4,21
Průměrná hodnota	9,81	20,12	197,44	1 028,0	5,21
Maximální hodnota	9,88	20,19	198,79	1 246	6,27
Minimální hodnota	9,75	19,97	196,11	817	4,12
Směrodatná odchylka	0,04	0,08	0,84	184,29	0,93
Variační koeficient (%)	0,36	0,42	0,43	17,93	17,77



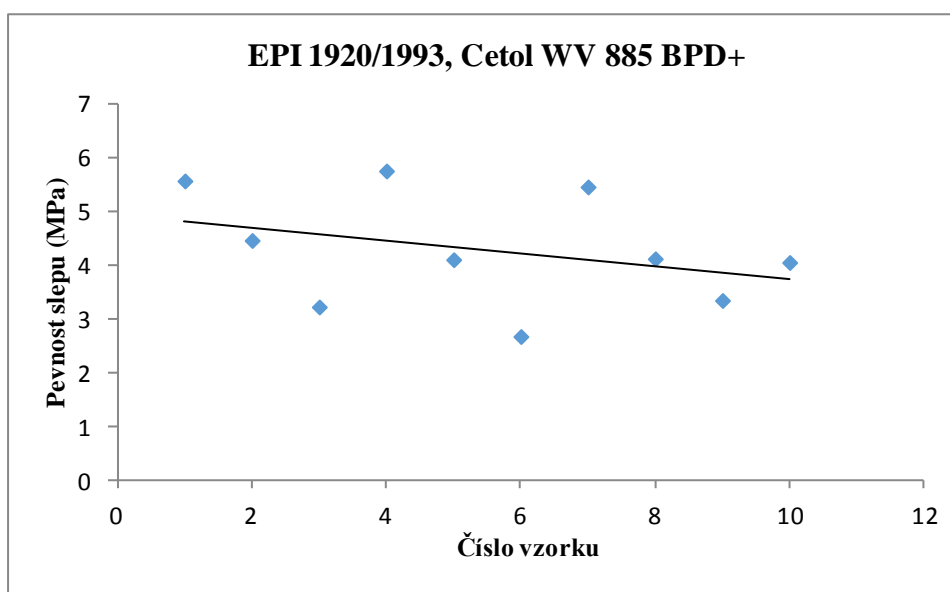
Příloha 19 Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 a Gori 605 u typu zkoušky 3

Typ zkoušky: 3	EPI 1920/1993, GORI 605				Pevnost slepu (N/mm ²)
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	
	l ₂	b	plocha		
1	9,78	20,18	197,36	1 317	6,67
2	9,80	20,24	198,35	863	4,35
3	9,80	20,11	197,08	914	4,64
4	9,81	20,02	196,40	1 137	5,79
5	9,80	20,13	197,27	1 277	6,47
6	9,79	19,98	195,60	617	3,15
7	9,81	19,99	196,10	1 274	6,50
8	9,80	20,17	197,67	1 030	5,21
9	9,83	20,12	197,78	992	5,02
10	9,76	20,08	195,98	669	3,41
Průměrná hodnota	9,80	20,10	196,96	1 009,0	5,12
Maximální hodnota	9,83	20,24	198,35	1 317	6,67
Minimální hodnota	9,76	19,98	195,60	617	3,15
Směrodatná odchylka	0,02	0,08	0,85	235,29	1,19
Variační koeficient (%)	0,18	0,40	0,43	23,32	23,27



Příloha 20 Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 a Cetol WV 885 BPD+ u typu zkoušky 3

Typ zkoušky: 3	EPI 1920/1993, Cetol WV 885 BPD+				Pevnost slepu (N/mm ²)
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	
	l ₂	b	plocha		
1	10,07	19,97	201,10	1 119	5,56
2	10,01	20,08	201,00	896	4,46
3	9,93	19,82	196,81	634	3,22
4	9,99	20,16	201,40	1 158	5,75
5	9,78	19,95	195,11	800	4,10
6	9,85	19,87	195,72	523	2,67
7	9,92	20,15	199,89	1 090	5,45
8	9,95	20,09	199,90	823	4,12
9	9,83	20,09	197,48	660	3,34
10	9,89	20,23	200,07	810	4,05
Průměrná hodnota	9,92	20,04	198,85	851,3	4,27
Maximální hodnota	10,07	20,23	201,40	1 158	5,75
Minimální hodnota	9,78	19,82	195,11	523	2,67
Směrodatná odchylka	0,08	0,13	2,23	205,29	1,00
Variační koeficient (%)	0,84	0,63	1,12	24,11	23,31



Příloha 21 Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 bez impregnace u typu zkoušky 5

Typ zkoušky: 5	EPI 1920/1993, REFERENČNÍ				
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	Pevnost slepu (N/mm²)
	l₂	b	plocha		
1	9,85	20,08	197,79	0	0,00
2	9,82	20,34	199,74	rozpád	0,00
3	9,80	20,11	197,08	rozpád	0,00
4	9,85	20,18	198,77	0	0,00
5	9,75	20,15	196,46	0	0,00
6	9,79	20,35	199,23	0	0,00
7	9,87	20,15	198,88	rozpád	0,00
8	9,80	20,20	197,96	0	0,00
9	9,86	20,16	198,78	rozpád	0,00
10	9,89	20,08	198,59	rozpád	0,00
Průměrná hodnota	9,83	20,18	198,33	0,0	0,00
Maximální hodnota	9,89	20,35	199,74	0	0,00
Minimální hodnota	9,75	20,08	196,46	0	0,00
Směrodatná odchylka	0,04	0,09	0,95	0,00	0,00
Variační koeficient (%)	0,42	0,45	0,48	0,00	0,00

Příloha 22 Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 a Teknol aqua 1410-01 u typu zkoušky 5

Typ zkoušky: 5	EPI 1920/1993, Teknol aqua 1410-01				Pevnost slepu (N/mm²)
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	
	l₂	b	plocha		
1	9,80	20,15	197,47	rozpád	0,00
2	9,72	20,19	196,25	rozpád	0,00
3	9,68	20,08	194,37	rozpád	0,00
4	9,75	20,30	197,93	0,00	0,00
5	9,78	20,27	198,24	rozpád	0,00
6	9,82	19,91	195,52	rozpád	0,00
7	9,78	19,61	191,79	rozpád	0,00
8	9,82	19,97	196,11	rozpád	0,00
9	9,96	20,19	201,09	rozpád	0,00
10	9,82	20,17	198,07	0,00	0,00
Průměrná hodnota	9,79	20,08	196,68	0,00	0,00
Maximální hodnota	9,96	20,30	201,09	0,00	0,00
Minimální hodnota	9,68	19,61	191,79	0,00	0,00
Směrodatná odchylka	0,07	0,20	2,39	0,00	0,00
Variační koeficient (%)	0,73	0,97	1,22	0,00	0,00

Příloha 23 Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 a Gori 605 u typu zkoušky 5

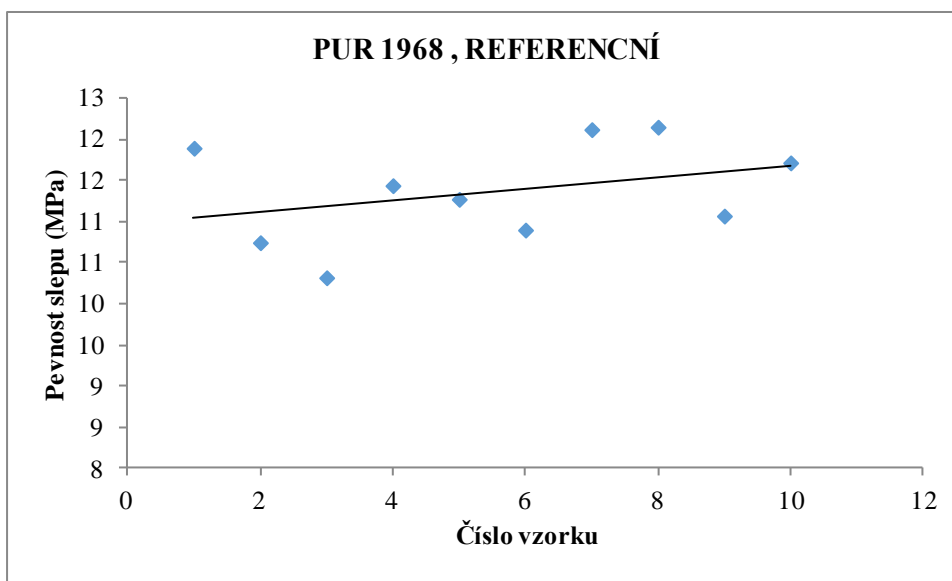
Typ zkoušky: 5	EPI 1920/1993, Gori 605				Pevnost slepu (N/mm ²)
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	
	l ₂	b	plocha		
1	9,82	20,18	198,17	rozpád	0,00
2	9,85	20,21	199,07	0	0,00
3	9,79	20,06	196,39	rozpád	0,00
4	9,72	20,12	195,57	0	0,00
5	9,81	20,16	197,77	0	0,00
6	9,87	19,65	193,95	rozpád	0,00
7	9,83	20,10	197,58	rozpád	0,00
8	9,93	20,18	200,39	rozpád	0,00
9	9,77	20,14	196,77	0	0,00
10	9,83	20,17	198,27	0	0,00
Průměrná hodnota	9,82	20,10	197,39	0,0	0,00
Maximální hodnota	9,93	20,21	200,39	0	0,00
Minimální hodnota	9,72	19,65	193,95	0	0,00
Směrodatná odchylka	0,05	0,15	1,73	0,00	0,00
Variační koeficient (%)	0,55	0,77	0,88	0,00	0,00

Příloha 24 Pevnost slepu pro EPI 1920/1993 a Cetol WV 885 BPD+ u typu zkoušky 5

Typ zkoušky: 5	EPI 1920/1993, Cetol WV 885 BPD+				
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	Pevnost slepu (N/mm²)
	l₂	b	plocha		
1	9,97	20,25	201,89	0	0,00
2	9,98	20,15	201,10	rozpád	0,00
3	10,05	20,16	202,61	rozpád	0,00
4	9,80	20,28	198,74	rozpád	0,00
5	9,85	19,85	195,52	rozpád	0,00
6	10,06	20,17	202,91	0,00	0,00
7	9,90	20,24	200,38	0,00	0,00
8	9,85	19,82	195,23	rozpád	0,00
9	9,90	20,18	199,78	rozpád	0,00
10	9,84	20,19	198,67	rozpád	0,00
Průměrná hodnota	9,92	20,13	199,68	0,00	0,00
Maximální hodnota	10,06	20,28	202,91	0,00	0,00
Minimální hodnota	9,80	19,82	195,23	0,00	0,00
Směrodatná odchylka	0,09	0,15	2,56	0,00	0,00
Variační koeficient (%)	0,87	0,76	1,28	0,00	0,00

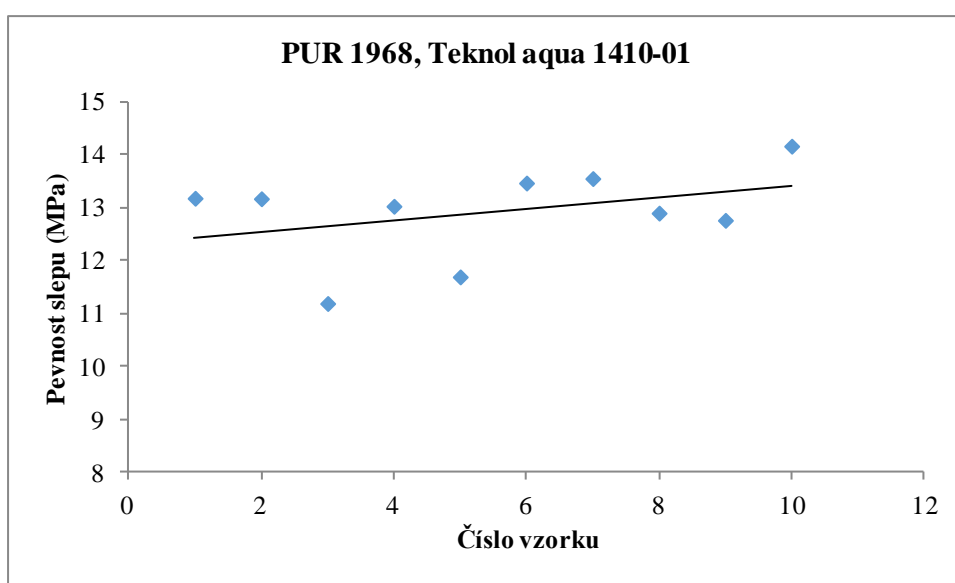
Příloha 25 Pevnost slepu pro PUR 1968 bez impregnace u typu zkoušky 1

Typ zkoušky: 1					
PUR 1968 , REFERENCNÍ					
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	Pevnost slepu (N/mm²)
	l₂	b	plocha		
1	9,86	19,97	196,90	2 342	11,89
2	9,81	20,15	197,67	2 124	10,75
3	9,91	19,92	197,41	2 037	10,32
4	9,84	20,23	199,06	2 277	11,44
5	9,85	20,21	199,07	2 244	11,27
6	9,83	20,19	198,47	2 163	10,90
7	9,82	20,19	198,27	2 403	12,12
8	9,81	20,01	196,30	2 385	12,15
9	9,79	20,08	196,58	2 176	11,07
10	9,96	20,19	201,09	2 356	11,72
Průměrná hodnota	9,85	20,11	198,08	2 250,7	11,36
Maximální hodnota	9,96	20,23	201,09	2 403	12,15
Minimální hodnota	9,79	19,92	196,30	2 037	10,32
Směrodatná odchylka	0,05	0,11	1,36	116,78	0,58
Variační koeficient (%)	0,50	0,53	0,69	5,19	5,12



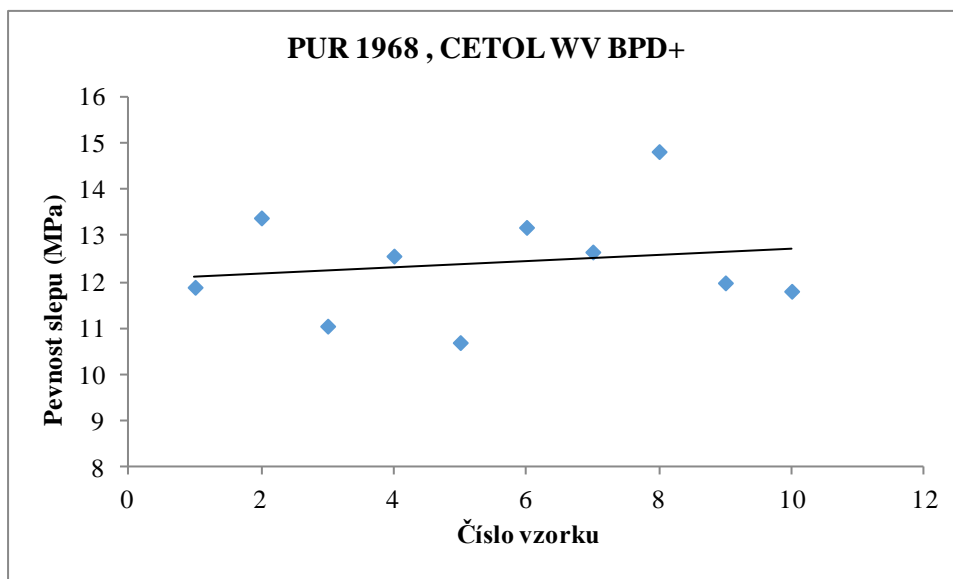
Příloha 26 Pevnost slepu pro PUR 1968 a Teknol aqua 1410-01 u typu zkoušky 1

Typ zkoušky: 1	PUR 1968, Teknol aqua 1410-01				
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	Pevnost slepu (N/mm ²)
	l ₂	b	plocha		
1	9,94	20,16	200,39	2 643	13,19
2	9,87	20,21	199,47	2 629	13,18
3	9,85	20,19	198,87	2 227	11,20
4	9,81	19,82	194,43	2 535	13,04
5	9,89	20,16	199,38	2 333	11,70
6	9,79	20,07	196,49	2 648	13,48
7	9,91	20,09	199,09	2 700	13,56
8	9,78	20,16	197,16	2 545	12,91
9	9,80	20,15	197,47	2 522	12,77
10	9,80	20,02	196,20	2 781	14,17
Průměrná hodnota	9,84	20,10	197,90	2 556,3	12,92
Maximální hodnota	9,94	20,21	200,39	2 781	14,17
Minimální hodnota	9,78	19,82	194,43	2 227	11,20
Směrodatná odchylka	0,05	0,11	1,76	158,87	0,83
Variační koeficient (%)	0,54	0,54	0,89	6,22	6,44



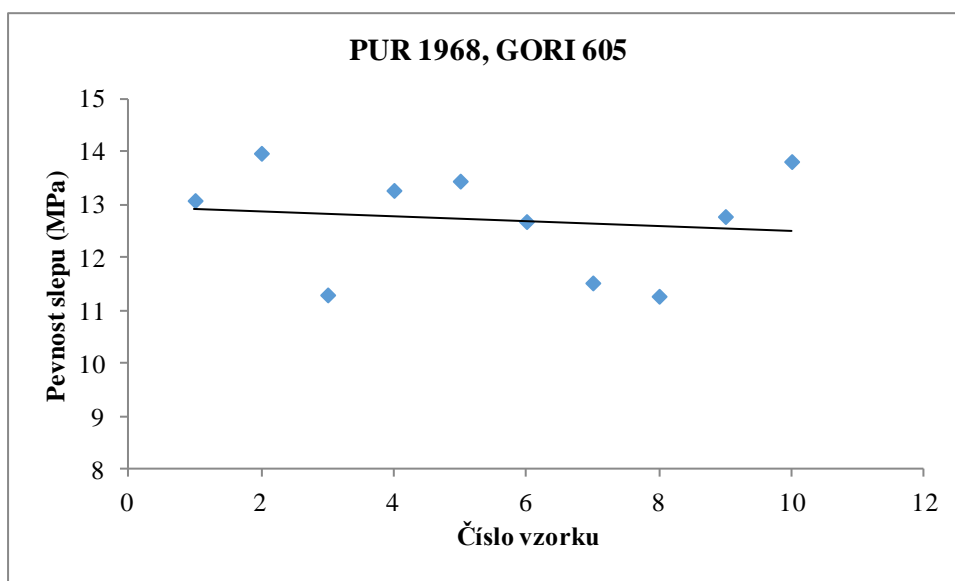
Příloha 27 Pevnost slepu pro PUR 1968 a Cetol WV BPD+ u typu zkoušky 1

Typ zkoušky: 1	PUR 1968 , CETOL WV BPD+				
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	Pevnost slepu (N/mm ²)
	l ₂	b	plocha		
1	9,88	20,21	199,67	2 375	11,89
2	9,86	19,99	197,10	2 640	13,39
3	9,89	19,94	197,21	2 180	11,05
4	9,79	19,91	194,92	2 450	12,57
5	9,81	20,17	197,87	2 117	10,70
6	9,87	20,08	198,19	2 614	13,19
7	9,92	19,99	198,30	2 510	12,66
8	9,89	19,98	197,60	2 930	14,83
9	9,89	19,86	196,42	2 355	11,99
10	9,96	20,21	201,29	2 377	11,81
Průměrná hodnota	9,88	20,03	197,86	2 454,8	12,41
Maximální hodnota	9,96	20,21	201,29	2 930	14,83
Minimální hodnota	9,79	19,86	194,92	2 117	10,70
Směrodatná odchylka	0,05	0,12	1,65	223,73	1,14
Variační koeficient (%)	0,47	0,60	0,83	9,11	9,22



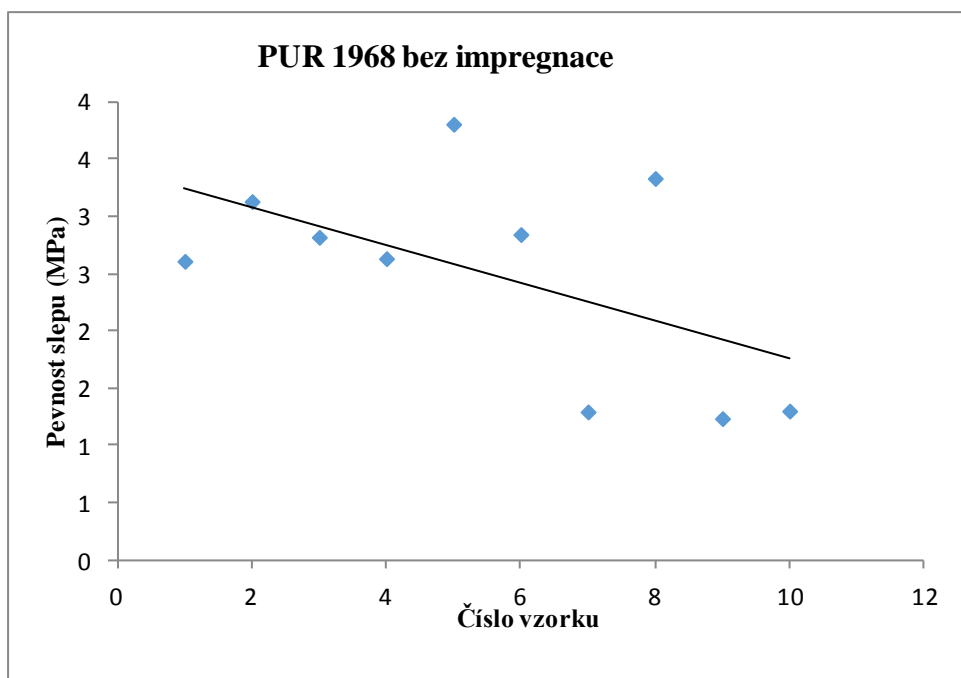
Příloha 28 Pevnost slepu pro PUR 1968 a Gori 605 u typu zkoušky 1

Typ zkoušky: 1	PUR 1968, GORI 605			Naměřená hodnota(N)	Pevnost slepu (N/mm ²)
Číslo vzorku	Rozměry (mm)				
	l ₂	b	plocha		
1	9,97	20,16	201,00	2 631	13,09
2	9,95	20,18	200,79	2 808	13,98
3	9,85	19,99	196,90	2 226	11,31
4	9,91	20,08	198,99	2 643	13,28
5	9,89	19,82	196,02	2 638	13,46
6	9,87	19,94	196,81	2 498	12,69
7	9,96	20,19	201,09	2 319	11,53
8	9,81	20,09	197,08	2 223	11,28
9	9,84	19,86	195,42	2 499	12,79
10	9,95	20,14	200,39	2 771	13,83
Průměrná hodnota	9,90	20,05	198,45	2 525,6	12,72
Maximální hodnota	9,97	20,19	201,09	2 808	13,98
Minimální hodnota	9,81	19,82	195,42	2 223	11,28
Směrodatná odchylka	0,05	0,13	2,13	200,74	0,97
Variační koeficient (%)	0,54	0,65	1,07	7,95	7,59



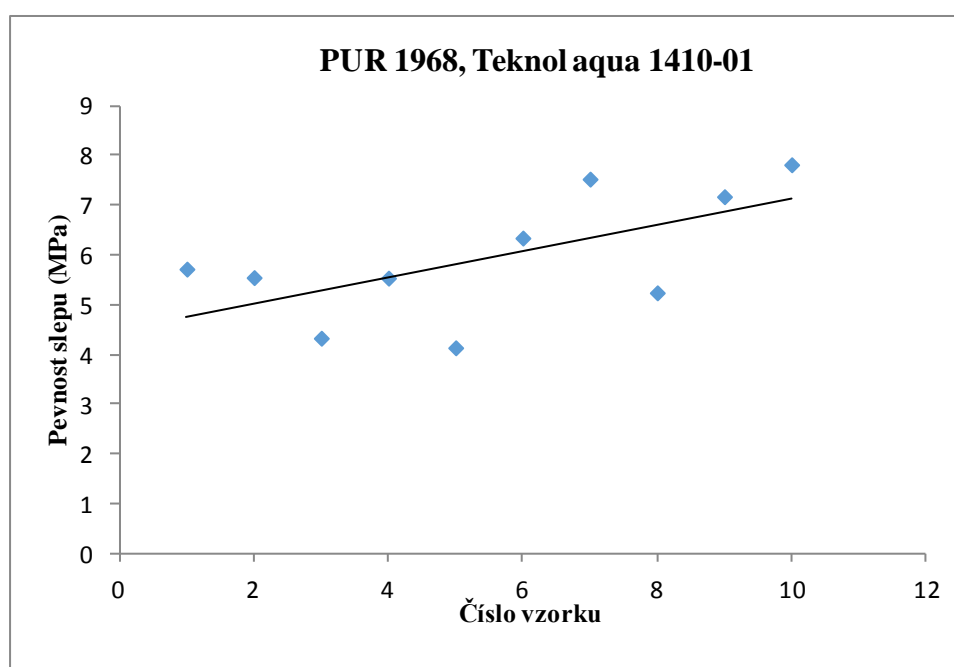
Příloha 29 Pevnost slepu pro PUR 1968 bez impregnace u typu zkoušky 2

Typ zkoušky: 2	PUR 1968, REFERENČNÍ				Pevnost slepu (N/mm ²)
	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	
	l ₂	b	plocha		
Číslo vzorku					
1	9,82	20,21	198,46	518	2,61
2	9,81	20,15	197,67	619	3,13
3	9,96	20,19	201,09	567	2,82
4	9,77	20,21	197,45	520	2,63
5	9,80	20,16	197,57	752	3,81
6	9,82	20,16	197,97	563	2,84
7	9,78	20,20	197,56	256	1,30
8	9,79	19,92	195,02	650	3,33
9	9,81	20,18	197,97	245	1,24
10	9,84	20,04	197,19	257	1,30
Průměrná hodnota	9,82	20,14	197,79	494,7	2,50
Maximální hodnota	9,96	20,21	201,09	752	3,81
Minimální hodnota	9,77	19,92	195,02	245	1,24
Směrodatná odchylka	0,05	0,09	1,40	171,08	0,87
Variační koeficient (%)	0,52	0,43	0,71	34,58	34,68



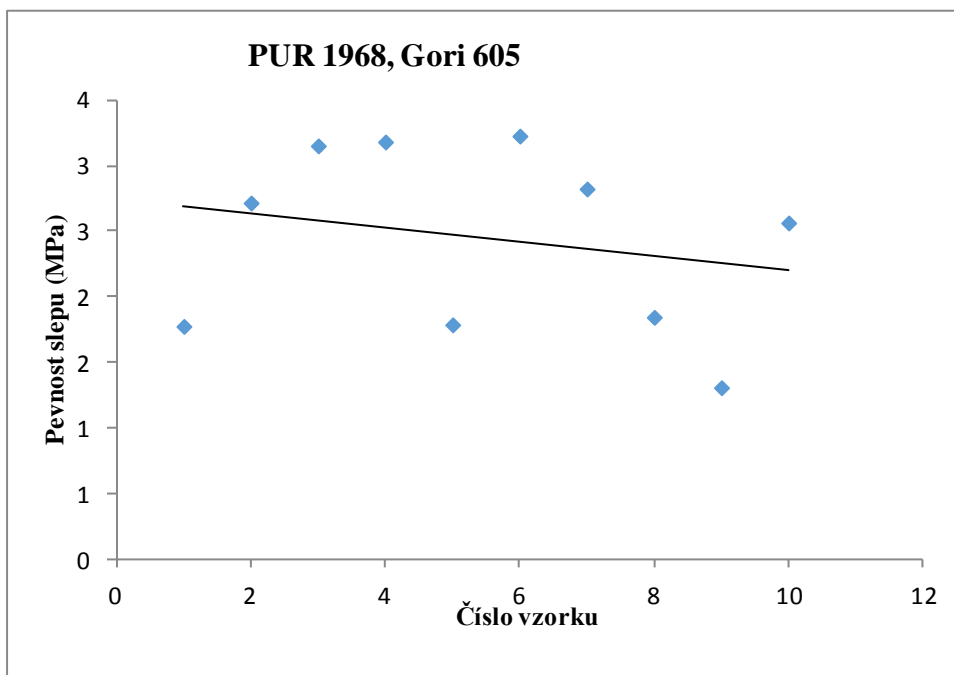
Příloha 30 Pevnost slepu pro PUR 1968 a Teknol aqua 1410-01 u typu zkoušky 2

Typ zkoušky: 2	PUR 1968, Teknol aqua 1410-01				Pevnost slepu (N/mm ²)
	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	
	l ₂	b	plocha		
Číslo vzorku					
1	9,81	20,18	197,97	1 133	5,72
2	9,93	19,86	197,21	1 095	5,55
3	9,74	20,21	196,85	853	4,33
4	9,84	19,86	195,42	1 083	5,54
5	9,89	20,17	199,48	826	4,14
6	9,81	20,17	197,87	1 256	6,35
7	9,79	20,15	197,27	1 486	7,53
8	9,87	20,20	199,37	1 046	5,25
9	9,88	19,85	196,12	1 408	7,18
10	9,85	19,95	196,51	1 537	7,82
Průměrná hodnota	9,84	20,06	197,41	1 172	5,94
Maximální hodnota	9,93	20,21	199,48	1 537	7,82
Minimální hodnota	9,74	19,85	195,42	826	4,14
Směrodatná odchylka	0,05	0,15	1,24	233,94	1,20
Variační koeficient (%)	0,53	0,75	0,63	20	20,22



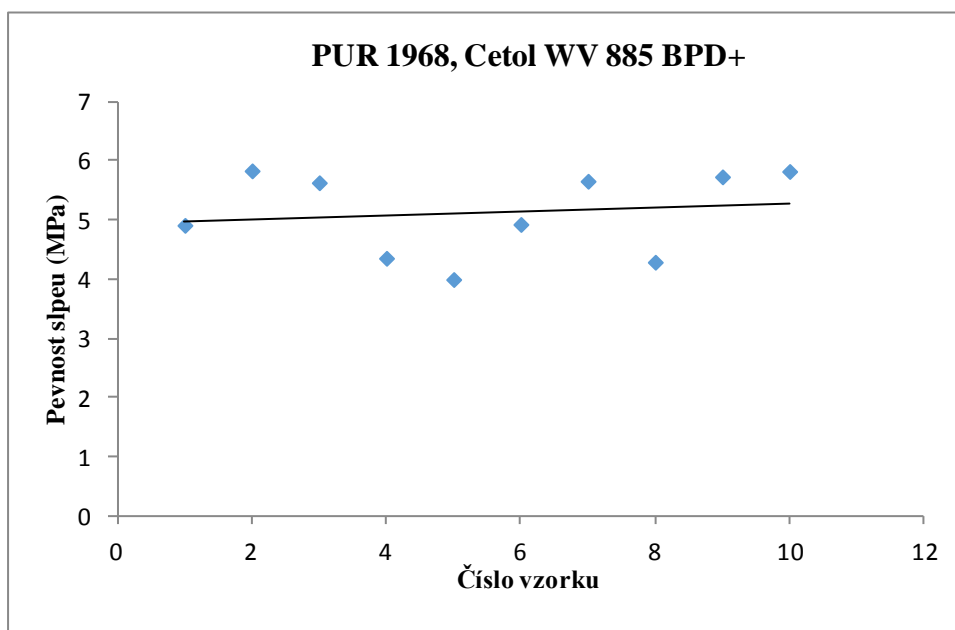
Příloha 31 Pevnost slepu pro PUR 1968 a Gori 605 u typu zkoušky 2

Typ zkoušky: 2	PUR 1968, Gori 605				Pevnost slepu (N/mm ²)
	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	
	l ₂	b	plocha		
Číslo vzorku					
1	9,85	20,17	198,67	353	1,78
2	9,85	19,80	195,03	530	2,72
3	9,86	20,20	199,17	628	3,15
4	9,91	19,91	197,31	628	3,18
5	9,82	20,21	198,46	355	1,79
6	9,81	19,80	194,24	627	3,23
7	9,81	20,21	198,26	560	2,82
8	9,85	20,13	198,28	366	1,85
9	9,82	19,99	196,30	257	1,31
10	9,89	20,18	199,58	512	2,57
Průměrná hodnota	9,85	20,06	197,53	481,6	2,44
Maximální hodnota	9,91	20,21	199,58	628	3,23
Minimální hodnota	9,81	19,80	194,24	257	1,31
Směrodatná odchylka	0,03	0,16	1,70	130,31	0,66
Variační koeficient (%)	0,32	0,80	0,86	27,06	27,25



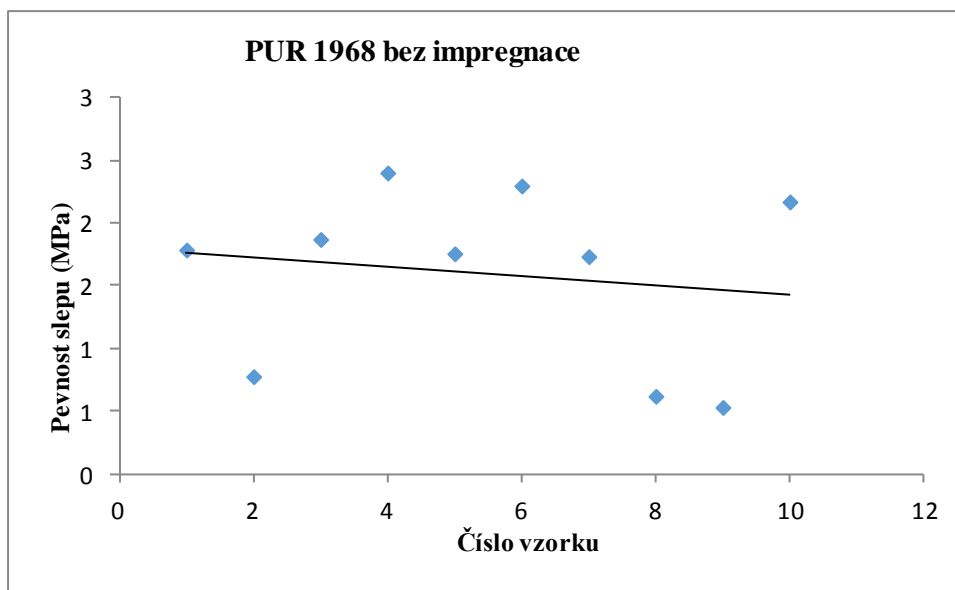
Příloha 32 Pevnost slepu pro PUR 1968 a Cetol WV 885 BPD+ u typu zkoušky 2

Typ zkoušky: 2	PUR 1968, Cetol WV 885 BPD+				Pevnost slepu (N/mm ²)
	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	
	l ₂	b	plocha		
Číslo vzorku					
1	9,80	19,89	194,92	958	4,91
2	9,98	20,21	201,70	1 177	5,84
3	10,03	20,19	202,51	1 141	5,63
4	9,94	20,06	199,40	869	4,36
5	9,76	20,19	197,05	788	4,00
6	9,75	20,18	196,76	970	4,93
7	9,85	20,16	198,58	1 124	5,66
8	9,85	20,18	198,77	853	4,29
9	10,01	20,07	200,90	1 152	5,73
10	9,94	20,05	199,30	1 161	5,83
Průměrná hodnota	9,89	20,12	198,99	1 019	5,12
Maximální hodnota	10,03	20,21	202,51	1 177	5,84
Minimální hodnota	9,75	19,89	194,92	788	4,00
Směrodatná odchylka	0,10	0,10	2,22	140,81	0,67
Variační koeficient (%)	0,98	0,47	1,11	13,81	13,17



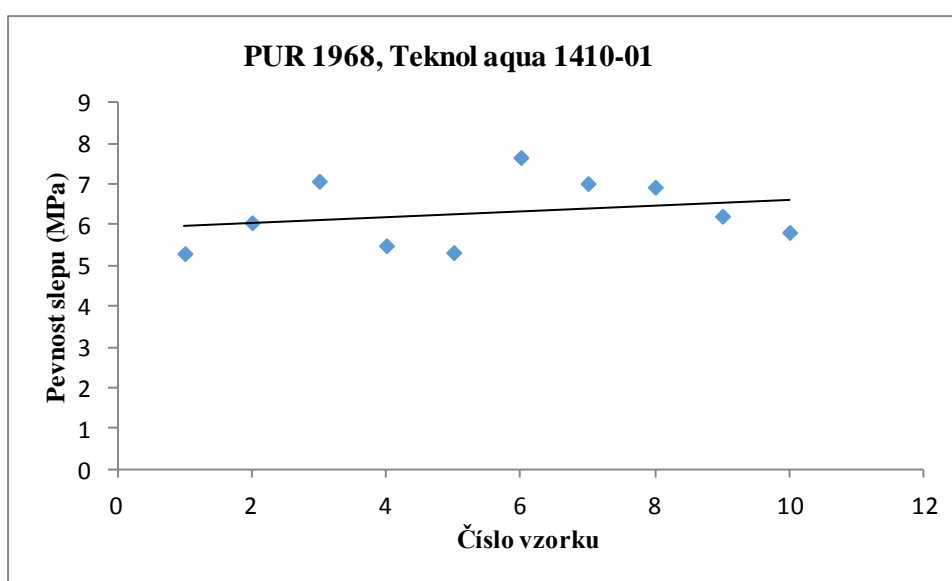
Příloha 33 Pevnost slepu pro PUR 1968 bez impregnace u typu zkoušky 4

Typ zkoušky: 4	PUR 1968, REFERENCNÍ				
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	Pevnost slepu (N/mm ²)
	l ₂	b	plocha		
1	9,79	20,06	196,39	351	1,79
2	9,84	20,10	197,78	154	0,78
3	9,81	20,10	197,18	369	1,87
4	9,81	19,91	195,32	469	2,40
5	9,83	20,20	198,57	349	1,76
6	9,75	19,82	193,25	444	2,30
7	9,87	20,21	199,47	346	1,73
8	9,86	20,21	199,27	124	0,62
9	9,81	20,06	196,79	105	0,53
10	9,80	20,12	197,18	428	2,17
Průměrná hodnota	9,82	20,08	197,12	313,9	1,60
Maximální hodnota	9,87	20,21	199,47	469	2,40
Minimální hodnota	9,75	19,82	193,25	105	0,53
Směrodatná odchylka	0,03	0,12	1,78	128,82	0,66
Variační koeficient (%)	0,34	0,61	0,90	41,04	41,45



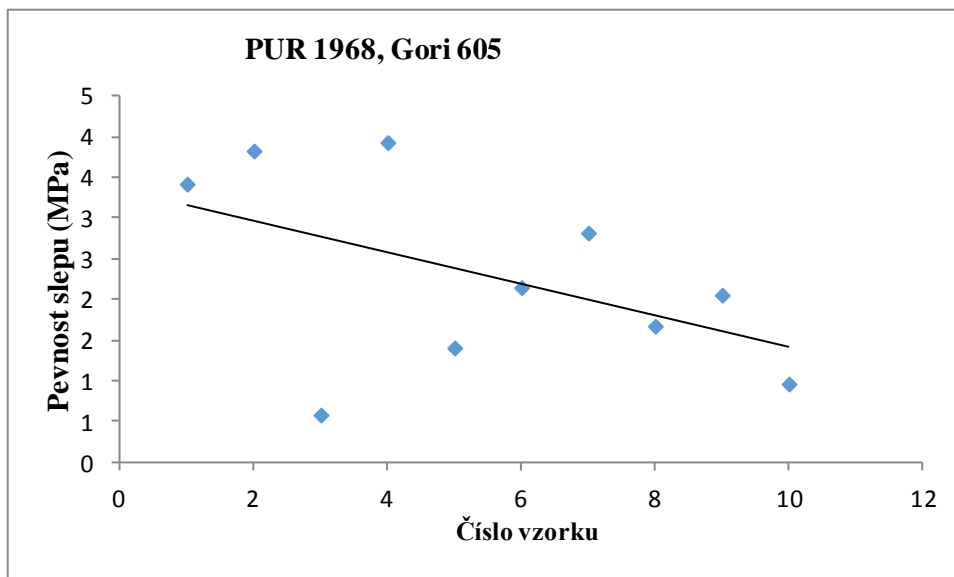
Příloha 34 Pevnost slepu pro PUR 1968 a Teknol aqua 1410-01 u typu zkoušky 4

Typ zkoušky: 4	PUR 1968, Teknol aqua 1410-01				
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	Pevnost slepu (N/mm ²)
	l ₂	b	plocha		
1	9,81	19,14	187,76	995	5,30
2	9,84	20,02	197,00	1 193	6,06
3	9,79	20,17	197,46	1 397	7,07
4	9,82	20,06	196,99	1 082	5,49
5	9,86	20,19	199,07	1 060	5,32
6	9,81	19,82	194,43	1 489	7,66
7	9,91	20,20	200,18	1 405	7,02
8	9,86	20,17	198,88	1 378	6,93
9	9,93	20,20	200,59	1 247	6,22
10	9,93	20,11	199,69	1 162	5,82
Průměrná hodnota	9,86	20,01	197,21	1 241	6,29
Maximální hodnota	9,93	20,20	200,59	1 489	7,66
Minimální hodnota	9,79	19,14	187,76	995	5,30
Směrodatná odchylka	0,05	0,31	3,60	160,82	0,79
Variační koeficient (%)	0,50	1,55	1,83	12,96	12,58



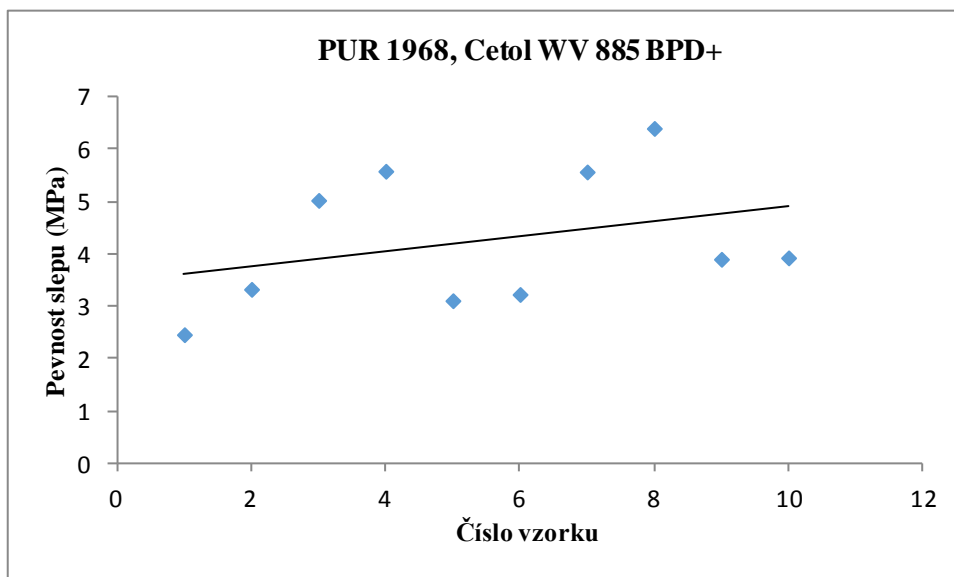
Příloha 35 Pevnost slepu pro PUR 1968 a Gori 605 u typu zkoušky 4

Typ zkoušky: 4	PUR 1968, Gori 605				Pevnost slepu (N/mm ²)
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	
	l ₂	b	plocha		
1	9,81	19,85	194,73	666	3,42
2	9,91	20,12	199,39	763	3,83
3	9,89	19,97	197,50	115	0,58
4	9,87	19,95	196,91	774	3,93
5	9,85	20,21	199,07	280	1,41
6	9,97	20,03	199,70	429	2,15
7	9,85	20,17	198,67	560	2,82
8	9,82	19,96	196,01	328	1,67
9	9,81	20,19	198,06	407	2,05
10	9,81	19,89	195,12	188	0,96
Průměrná hodnota	9,86	20,03	197,52	451,0	2,28
Maximální hodnota	9,97	20,21	199,70	774	3,93
Minimální hodnota	9,81	19,85	194,73	115	0,58
Směrodatná odchylka	0,05	0,12	1,69	221,05	1,12
Variační koeficient (%)	0,51	0,62	0,85	49,01	49,03



Příloha 36 Pevnost slepu pro PUR 1968 a Cetol WV 885 BPD+ u typu zkoušky 4

Typ zkoušky: 4	PUR 1968, Cetol WV 885 BPD+				Pevnost slepu (N/mm ²)
Číslo vzorku	Rozměry (mm)			Naměřená hodnota(N)	
	l ₂	b	plocha		
1	9,83	20,18	198,37	488	2,46
2	9,84	20,19	198,67	661	3,33
3	9,87	19,79	195,33	982	5,03
4	9,98	19,79	197,50	1 103	5,58
5	9,87	20,20	199,37	620	3,11
6	9,86	20,04	197,59	638	3,23
7	9,87	20,15	198,88	1 108	5,57
8	9,85	20,20	198,97	1 274	6,40
9	9,89	20,11	198,89	776	3,90
10	9,98	19,92	198,80	781	3,93
Průměrná hodnota	9,88	20,06	198,24	843	4,25
Maximální hodnota	9,98	20,20	199,37	1 274	6,40
Minimální hodnota	9,83	19,79	195,33	488	2,46
Směrodatná odchylka	0,05	0,16	1,12	245,39	1,24
Variační koeficient (%)	0,51	0,78	0,57	29,11	29,16



Příloha 37 Pevnost slepu pro typ zkoušky 1

