

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav nábytku, designu a bydlení

**Prodyšnost PUR pěn používaných k výrobě
čalouněného nábytku**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2015/2016

Lenka Poláčková



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Lenka Poláčková**
Studijní program: **Nábytek**
Obor: **Tvorba a výroba nábytku**
Konzultant: **doc. Ing. Daniela Tesařová, Ph.D., Ing. Helena Prokopová**
Název tématu: **Prodyšnost polyuretanových pěn používaných k výrobě čalouněného nábytku**
Rozsah práce: **30 až 40 stran**

Zásady pro vypracování:

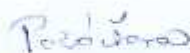
1. Analyzovat současný trend výroby čalouněného nábytku.
2. Analyzovat druhy polyuretanových pěn a jejich vlastnosti, běžně používané ve výrobě čalouněného nábytku.
3. Analyzovat vliv tuhosti a objemové hmotnosti zvolených PUR pěn na její prodyšnost.
4. Laboratorní stanovení prodyšnosti zvolených PUR pěn.
5. Diskuze a vyhodnocení dosažených výsledků.
6. Vyhodnocení přínosů výsledků práce pro praxi.
7. Závěr.

Seznam odborné literatury:

1. PROKOPOVÁ, H. – ŠTORK, V. *Čalounění nábytek*. 1. vyd. Brno: ERA, 2006. 138 s. ISBN 80-7386-353-9.
2. PROKOPOVÁ, H. – PIDROVÁ, V. *Ložnice*. 1. vyd. Brno: ERA, 2008. 149 s. ISBN 978-80-7386-129-8.
3. PROKOPOVÁ, H. – ŘEZNÍČKOVÁ, A. *Postele a ložnice, Co je potřeba k dobrému spánku*. Praha: Grada Publishing, 2006.
4. JANČOVÁ, V. – BRIINEČKÝ, P. *Polyuretanové pěny o konstrukci čalouněného nábytku*. Diplomová práce. MZLU v Brně, 2008. 205 s.
5. PACOVSKÝ, J. – CHLADIL, J. *Studium vlastností lepeného spoje PUR-pěny a podkladového materiálu u čalouněného sedacího nábytku*. Diplomová práce. MENDELU Brno, 2010. 254 s.
6. JANČOVÁ, V. *Recipmění deformace souborů PUR pěn v konstrukci čalouněného nábytku*. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 2009, sv. 57, č. 1, s. 61–70. ISSN 1211-8516.
7. LISOVÁ, J. *Vývoj a současné trendy čalouněného nábytku*. Bakalářská práce. Brno: MENDELU Brno, 2011. 58 s.
8. JANČOVÁ, V. *Výzkum pěnových materiálů pro konstrukci materiálových skladeb čalouněného nábytku*. In: *Interiér 2009*. 1. vyd. Bratislava: STU Bratislava, 2009, s. 93–98. ISBN 978-80-227-3159-1.


Datum zadání bakalářské práce: listopad 2014


Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2016




Lenka Poláčková
Autorka práce




Ing. Petr Čech, Ph.D.
Vedoucí práce


doc. Ing. Daniela Tesařová, Ph.D.
Vedoucí ústavu


doc. Ing. Radomír Klvača, Ph.D.
Děkan LDF MENDELU

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci na téma „Prodyšnost polyuretanových pěn používaných k výrobě čalouněného nábytku“ vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněná v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

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

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladu spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne 30. dubna 2016

.....

Lenka Poláčková

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Petru Čechovi, Ph.D. za cenné rady a odborné vedení při zpracování zadaného tématu.

Dále bych ráda poděkovala paní Doc. Ing. Daniele Tesařové, Ph.D. za odborné rady při zpracování práce a poskytnutí zdrojů a zástupcům firmy MOLITAN a. s. a firmy BPP s. r. o. za poskytnutí vzorků polyuretanových pěn, odborných rad, materiálů a samozřejmě děkuji z celého srdce své rodině za podporu.

Jméno autora: Lenka Poláčková

Název práce: Prodyšnost polyuretanových pěn používaných k výrobě čalouněného nábytku

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce se zabývá problematikou čalouněného nábytku. Teoretická část se zabývá rozdělením čalouněného nábytku včetně jeho historie, dále běžně používanými materiály a použitými technologiemi od historických až po současné.

V práci je rovněž popsána dnešní výroba polyuretanových pěn, doplněná o výrobní schéma.

Experimentální část práce je zaměřena především na praktické zjišťování prodyšnosti polyuretanových pěn, které bylo provedeno pomocí přístroje METEFEM, typ FF-12/A. Ten je součástí zkušebního zařízení ve zkušebně nábytku na Mendelově univerzitě v Brně.

Nedílnou součástí práce je vyhodnocení zjištěných poznatků a jejich přínos pro praxi.

Klíčová slova: čalounění, polyuretanové pěny, prodyšnost, čalouněný nábytek.

Name of author: Lenka Poláčková

Name of thesis: Breathability of polyurethane foam used in upholstery furniture

Abstract

The presented thesis deals with the problematic of upholstered furniture. The theoretical part deals with the distribution of upholstered furniture, including its history, commonly used materials and technologies used from those historical to contemporary ones.

The thesis also describes today's production of polyurethane foams, supplemented by a production scheme.

The experimental part of the work is focused on identifying practical identification of breathability of polyurethane foams, which was performed by the METEFEM, type FF-12/A machine. This machine is a part of the test equipment in the furniture laboratory at Mendel University in Brno.

An integral part of this thesis is the evaluation of the findings and their contribution to practice.

Keywords: upholstery, polyurethane foam, breathability, and upholstered furniture.

OBSAH

ÚVOD	7
CÍL PRÁCE	8
1 HISTORICKÝ VÝVOJ ČALOUNĚNÉHO NÁBYTKU	9
1.1 PRAVĚK	9
1.2 STAROVĚK A STŘEDOVĚK	9
1.3 NOVOVĚK	9
1.3.1 <i>Renesance</i>	9
1.3.2 <i>Baroko a rokoko</i>	10
1.3.3 <i>Klasicismus, empír a biedermaier</i>	10
1.3.4 <i>19. a 20. století</i>	11
1.3.5 <i>Konec 20. století</i>	11
2 SOUČASNÉ TRENDY V ČALOUNĚNÉM NÁBYTKU	13
2.1 ZÓNY PRIVÁTNÍ A SPOLEČENSKÁ	13
2.2 SEZENÍ VS. LEŽENÍ	13
3 TYPOLOGIE ČALOUNĚNÉHO NÁBYTKU	15
3.1 SEDACÍ SOUPRAVA	15
3.2 KŘESLA	15
3.2.1 <i>Křesla hovorová</i>	15
3.2.2 <i>Křesla odpočivná</i>	15
3.3 TABURET	16
3.4 ŽIDLE	16
3.4.1 <i>Židle jídelní</i>	16
3.4.2 <i>Židle dětská</i>	16
3.4.3 <i>Židle pracovní</i>	17
3.5 POSTEL	17
4 MATERIÁLY PRO VÝROBU ČALOUNĚNÉHO NÁBYTKU	18
4.1 HISTORIE ČALOUNICKÝCH MATERIÁLŮ	18
4.1.1 <i>Živočišné materiály</i>	18
4.1.2 <i>Rostlinné materiály</i>	18
4.2 NOVODOBÉ ČALOUNICKÉ MATERIÁLY	19
4.2.1 <i>Lehčený plast</i>	19
4.2.2 <i>Pryžovláknité desky</i>	19
5 POLYURETANOVÉ PĚNY	20
5.1 HISTORIE VÝROBY POLYURETANOVÝCH PĚN	20
5.1.1 <i>Novodobá výroba polyuretanových pěn – měkké pěny</i>	21
5.1.2 <i>Novodobá výroba polyuretanových pěn – středně tvrdé a tvrdé pěny</i>	21
5.1.3 <i>Celá reakce výroby polyuretanových pěn</i>	22
5.1.4 <i>Struktura polyuretanových pěn</i>	22
5.2 ZÁKLADNÍ ZPRACOVÁNÍ POLYURETANOVÝCH PĚN	23
5.2.1 <i>Volné lití</i>	23
5.2.2 <i>Tlakové lití</i>	23
5.2.3 <i>Injektáž a nástřik</i>	24
5.2.4 <i>Nekonečný blok</i>	24
5.2.5 <i>Technologie „VacuForm“ a technologie „Crush“</i>	24
5.3 POVRCHOVÁ ÚPRAVA PĚN	25
5.4 DĚLENÍ POLYURETANOVÝCH PĚN	25
5.4.1 <i>Dělení podle chemické struktury</i>	25
5.4.2 <i>Dělení podle tvrdosti</i>	26
5.4.2.1 <i>Integrální polyuretanové pěny</i>	26
5.4.2.2 <i>Měkké polyuretanové pěny</i>	26
5.4.2.3 <i>Tvrdé polyuretanové pěny</i>	26

5.4.2.4	Paměťové pěny.....	26
5.4.2.5	Pojené polyuretanové pěny	27
5.5	VLASTNOSTI POLYURETANOVÝCH PĚN.....	28
5.5.1	Měřitelné parametry polyuretanových pěn	28
5.6	OZNAČENÍ POLYURETANOVÝCH PĚN.....	29
6	MATERIÁL A METODIKA.....	30
6.1	POUŽITÉ MATERIÁLY.....	30
6.1.1	Polyuretanové pěny od firmy BPP s. r. o.	30
6.1.1.1	Pěna N 5063.....	30
6.1.1.2	Pěna K 5040.....	30
6.1.1.3	Pěna PPUR.....	31
6.1.1.4	Pěna V 5020.....	31
6.1.2	Polyuretanové pěny z firmy Molitan a. s.....	31
6.1.2.1	Pěna CME 3535	32
6.1.2.2	Pěna HR 3530	33
6.1.2.3	Pěna HR 4037	34
6.1.2.4	Pěna HR 4542	35
6.1.2.5	Pěna T 2337	36
6.1.2.6	Pěna T 2536	37
6.1.2.7	Pěna T 3037	38
6.1.2.8	Pěna T 3240	39
6.1.2.9	Pěna V 4515.....	40
6.2	POUŽITÉ STROJNÍ ZAŘÍZENÍ A POMŮCKY.....	40
6.3	POUŽITÉ METODIKY PRÁCE	40
6.3.1	Metoda měření A.....	41
7	VÝSLEDKY	43
7.1	VÝSLEDKY MĚŘENÍ PRODYŠNOSTI PUR PĚN VÝROBCE BPP S. R. O.	43
7.1.1	Pěna N 5063.....	43
7.1.2	Pěna K 5040.....	44
7.1.3	Pěna PPUR.....	45
7.1.4	Pěna V 5020.....	46
7.2	VÝSLEDKY MĚŘENÍ PRODYŠNOSTI PUR PĚN VÝROBCE MOLITAN A. S.	47
7.2.1	Pěna CME 3535.....	47
7.2.2	Pěna HR 3530.....	48
7.2.3	Pěna HR 4037.....	49
7.2.4	Pěna HR 4542.....	50
7.2.5	Pěna T 2337.....	51
7.2.6	Pěna T 2536.....	52
7.2.7	Pěna T 3037.....	53
7.2.8	Pěna T 3240.....	54
7.2.9	Pěna V 4515.....	55
7.3	STATISTIKA VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ PRODYŠNOSTI PUR PĚN	56
7.4	GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ PRODYŠNOSTI PUR PĚN VÝROBCE BPP S. R. O.	57
7.5	GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ PRODYŠNOSTI PUR PĚN VÝROBCE MOLITAN A. S....	57
8	DISKUZE A ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ.....	60
9	PŘÍNOS PRO PRAXI	62
10	ZÁVĚR	63
11	SUMMARY	64
12	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	65
13	ZDROJE.....	66
13.1	KNIŽNÍ ZDROJE	66
13.2	INTERNETOVÉ ZDROJE	67
13.3	SEZNAM OBRÁZKŮ	69
13.4	POUŽITÁ NORMA	71
13.5	SEZNAM TABULEK	71

ÚVOD

V dnešní moderní pokročilé době má člověk čím dál víc potřeb, mezi něž neodmyslitelně patří i bydlení a kvalitní odpočinek. Mít se kam uchýlit po náročném dni a mít si kde odpočinout, třeba v kruhu své rodiny. Za součást hodnotného bydlení je považován i nábytek. Nábytku je mnoho druhů a na základě potřeb a vkusu uživatele si lze vybrat ze širokého sortimentu designu, materiálu, barev a tím si vytvořit prostředí, kterému říkáme domov. V této práci se budu věnovat především čalouněnému nábytku.

Čalouněný nábytek se nachází snad v každé domácnosti, ať už se jedná o čalouněné židle, postele nebo třeba pohovky či křesla. Získal si svoje místo v domácnostech mnohých z nás a jeho oblíbenost stále roste hlavně pro jeho pohodlnost. Při používání čalouněného nábytku si člověk jednoduše odpočine a pobyt na něm je velmi příjemný.

Čalouněný nábytek se většinou skládá z nosné konstrukce (kostry), která bývá vyrobená ze dřeva nebo kovu. Dalším dílem čalouněného nábytku je nosný podklad, který je buď pružný (většinou to bývají rošty) nebo nepružný (nosný podklad většinou bývá ze dřeva nebo materiálu na bázi dřeva). Na nosný podklad se nanáší kypřicí vrstva, mající za úkol výrobek změkčit (např. PUR pěny), a dále izolační a potahová vrstva.

Polyuretanové pěny jsou materiály různých vlastností, a proto jsou vhodné pro výrobu čalouněného nábytku. K základním rysům patří např. měkkost či tvrdost, tvarovatelnost, obrobitelnost a také prodyšnost, která je velmi důležitá a o které pojednává tato práce.

Při výrobě polyuretanových pěn můžeme volit od měkkých až po velmi tvrdé a dále pak mezi prodyšnými a neprodyšnými. V případě polyuretanových pěn jde o velmi variabilní materiál a v této práci by měly být nejen zjištěny některé závislosti jako např. prodyšnost na hustotě, ale část práce bude také věnována i výrobě a chemickým reakcím, které stojí za vznikem těchto materiálů.

Prodyšnost polyuretanových pěn je velmi důležitým faktorem pro jejich vnímání uživateli. Každé lidské tělo totiž produkuje teplo a tekutiny, které by měly materiálem projít bez jakéhokoli zadržování tak, aby nedocházelo k jejich hromadění, a tím i k množení bakterií.

Prodyšnost bude zkoumána a určována z pěnových vzorečků z různých pěnových bloků s odlišnými vlastnostmi. Měření budou na přístroji, který se nachází ve zkušebně nábytku v Ústavu nábytku, designu a bydlení v areálu Mendelovy univerzity v Brně.

CÍL PRÁCE

Cílem této práce je měření polyuretanových pěn a vyhodnocením jejich prodyšnosti zjistit, jaké pěny jsou nejprodyšnější a zda je prodyšnost závislá na objemové hmotnosti. Dále pak na základě provedených analýz vybrat a doporučit nejvhodnější pěny pro praxi v nábytkářském průmyslu.

Dalším z cílů je taktéž seznámit s vývojem čalouněného nábytku a přiblížit, jaký nábytek se používal v jednotlivých časových obdobích od pravěku do konce 20. století, současné trendy ve světě čalounění, přehled běžně užívaných čalouněných nábytků používaných v českých domácnostech.

1 HISTORICKÝ VÝVOJ ČALOUNĚNÉHO NÁBYTKU

1.1 Pravěk

V pravěku bylo pravděpodobně nejdůležitějším nábytkem lůžko. Neskládalo se z žádné matrace, ale spíše ze suché trávy, měkkých větví, mechu a později z kožešin ulovené zvěře. Lůžko nebylo pohodlné, mělo ale ochrannou funkci. Chránilo uživatele od vlhkosti a chladu, které šly od země. Další čalouněný nábytek zatím nebyl používán. (Halabala, 1969).

1.2 Starověk a středověk

Ve starověku se již začal vyrábět mimo lůžek i další nábytek, jako jsou různá křesla či židle. Vyznačoval se mohutností. Neužívala se zde žádná kypřicí vrstva. Pokud se nábytek čalounil, tak pouze kůží ulovené zvěře, která se aplikovala rovnou na podklad – dřevo.

Sedací a lehací nábytek bohatých byl zdobený. Zdobením se myslí např. vyřezávání, vykládání slonovinou, kovy a perletí. (Cimburek, 1948).

Egyptané začali na nábytkovou kostru umísťovat volné polštáře, které držely vlastní vahou. Polštáře pro dámy se plnily peřím, pánské se plnily koňskými žíněmi. (Kanická, 2011).

Ve středověku se také používal sedací a odpočivný nábytek, nebyl ovšem čalouněný. Byl dřevěný s kovovými prvky. Tvořil ho umělec – truhlář. Do každého kusu vložil část sebe a každý kus byl originál.

1.3 Novověk

S novověkem přišla výroba po více kusech, což nábytek zlevnilo a zpřístupnilo širší sortě lidí. Na rozdíl od starověku se začalo používat i čalounění.

1.3.1 Renesance

Důležitý milník pro výrobu čalouněného nábytku spadá do období renesance. Byla vytvořena pohovka, která se začíná podobat těm dnešním. Vznikla z truhly, ke které se přidalo opěradlo, područky a také volné čalounění. Sloužila služebnictvu jak na ukládání šatů, tak na spaní a odpočinek. (Kanická, 2011).

Jedná se o předchůdce moderní pohovky „Cassapanca“, vzniklé v 16. století v Itálii (Firence). (The Metropolitan museum of Art,[online])



Obrázek 1 – Pohovka „Cassapanca“

1.3.2 Baroko a rokoko

V baroku se začal nábytek rozlišovat pro obyčejné lidi a pro lidi vysoce postavené dle výšky sedáku a opěradla. Velký zlom ve výrobě nábytku pak přišel až v období rokoka. Začaly vznikat celé sestavy. Čalounění bylo jak pevné, přichycené hřebíčky ke kostře, tak i volné, se snímatelným sedákem, který se mohl vyměňovat. Nábytek byl velice zdobený, často prohnutý a majestátný. (Kanická, 2011).

1.3.3 Klasicismus, empír a biedermaier

Nábytek klasicismu a empíru pozbyl zdobení a trendy. Byl jednoduchý a nezdobený. Čalounila se opěradla, sedačky i područky. Novinkou byly pružiny, které dopřávaly uživatelům do té doby nepoznaný komfort.

Empír se opět inspiroval starověkou antikou. Čalouněný nábytek začal být pohodlný a celočalouněný. Velice známou z té doby je pohovka madam Recamier.

Biedermeierem byl nazýván empír přizpůsobený měšťanstvu. V tomto stylu se pružiny vyskytovaly zcela běžně a přidaly se také „garnitury“, což byly sestavy tvořené čalouněnou lavicí a několika židlemi stejného čalounění kvůli sladění materiálu. (Kanická, 2011).



Obrázek 2 – Pohovka madame Recamier

1.3.4 19. a 20. století

Další slohy mnoho novinek, co se čalounění týče, nepřinesly. Za zmínku určitě stojí navržení a vyrobení houpacího křesla ve městě Koryčany v roce 1860.

I když 19. století nemělo téměř žádný přínos pro čalounickou odvětví, ve 20. století tomu bylo naopak. Přineslo mnoho inovací díky průmyslové výrobě a změně životního stylu.

S funkcionalismem se objevily i jednoduché tvary, např. rozkládací polohovatelné křeslo Jindřicha Halabaly s názvem „H74“. Toto křeslo bylo převratné tím, že bylo tvořeno z ohýbaných trubek.

Čeští designéři a tvůrci čalouněného nábytku patřili k evropské špičce. Přítrž tomu udělala válka, kdy se čalouněný nábytek stal téměř nedostupným a kdy se pozastavily i všechny inovace.

Také v poválečném období zůstával nábytek stále špatně dostupný a navíc lidé obývali čím dál menší prostory. Ve velkém objemu se proto začaly vyrábět rozkládací pohovky. Novinkou je tzv. „televizní křeslo“. (Kanická, 2011).

1.3.5 Konec 20. století

Koncem 20. století došlo v bydlení k rozdělování prostoru na jednotlivé zóny, které byly určeny různým činnostem, jako bylo spaní, práce, odpočinek a volný čas. To s sebou přineslo i změny ve výrobě nábytku, který se dlouho vyráběl jako univerzální hodící se do každé domácnosti a na více činností.

Zlom nastal po roce 1960, kdy se začal vyrábět nábytek přesně na míru a podle požadavků uživatele. S těmito změnami souvisel i vývoj nových materiálů, jako

dřevovláknité desky, profily a desky ze syntetických materiálů, dřevo laminované plasty nebo nové systémy povrchových úprav (Wöhrlin, 2008).



Obrázek 3 – Křeslo vyrobené roku 1960

2 SOUČASNÉ TRENDY V ČALOUNĚNÉM NÁBYTKU

V dnešním světě dochází ke změně životního stylu, od elektroniky po nábytek, včetně toho čalouněného. Člověk se uchyluje do klidu domova nejen, aby nabral síly a odpočinul si, ale také, aby se sešel se svými přáteli, např. při dobré večeři či společném posezení. Trendem se tedy stává pohodlné sezení, mnohdy přecházející v ležení.

2.1 Zóny privátní a společenská

Obydlí, mající adekvátní rozměry k počtu lidí v domácnosti, se rozděluje na zóny privátní a společenskou.

Společenská zóna je prostor, kde se schází všichni obyvatelé domu či bytu, a také je to místo, kam se dají vodit i úplně cizí lidé trvale neobývajícím prostor, jako jsou třeba návštěvy a přátelé. Tato zóna se většinou dispozičně připojuje na vstup do obydlí.

Privátní zóna se dá nazvat také zónou soukromou, kde má každý člen domácnosti prostor, kam se může uchýlit a mít pro sebe trošku klidu a soukromí. Jsou to ložnice, dětské pokoje, pro někoho třeba i pracovny. Tyto prostory se většinou nachází v zadní části bytu, a nejsou napojeny na vstup z důvodu klidu. (Hála, 2009).

2.2 Sezení vs. ležení

Při příchodu do obytného prostoru se většinou zrak vstupujícího nevyhne pohledu na čalouněný nábytek. Ať už jsou to jídelny s jídelními židlemi, obývací prostory, ložnice nebo dětské pokoje. Čalouněný nábytek je zde poměrně hojně zastoupen. V dnešní době není čalouněný nábytek vyhrazen pouze jen k sezení nebo pouze k ležení, ale spojuje v sobě všemožné funkce.

Hlavní jídlo většinou lidé jedí v jídelnách u jídelních stolů s pohodlnými jídelními židlemi, ale posezení s přáteli a malé občerstvení se často praktikuje v obývací části, kde jsou pohodlná čalouněná křesla, pohovky nebo např. pohovka spojená s podnožkou tzv. chaise longue. Velmi často se proto čalouněný nábytek v obývacím prostoru vybavuje odkládacími plochami.

Součástí pohovek bývají velice často polštáře, které jsou pevně přichycené, ale také polštáře, které jsou volné a dají se přemísťovat podle potřeb uživatele. Celková variabilita je dalším trendem současnosti. Byty jsou neustále menší a hodně lidí na

sedacích soupravách i spává. Tyto univerzální výrobky jsou nejenže nevzhledné, ale často také velmi objemné a ztrácí status krásné dominanty bytu.

Dnešní člověk si potrpí na pohodlí, k čemuž se využívá i v případě nábytku, moderní technika. Sedací soupravy jsou často vybaveny různými elektrickými motorčky. V kurzu je hlavně pohupování, různé masážní systémy či posuvné části čalouněného nábytku. Opěrky se dají různě přifukovat, abychom docílili tvrdosti, která je potřeba pro požadovanou činnost. Lze si také nechat vbudovat do čalouněného nábytku různé monitory a obrazovky. Novinkou jsou i vůně. Když si uživatel na křeslo nebo jiný čalouněný nábytek dosedne, začne se z nábytku linout vůně, u které lze nastavit jak intenzitu, tak druh. (Kanická, 2011).

Všechny předchozí vymoženosti nejsou potřebné k normálnímu užívání věci, jsou pouze jakousi přidanou hodnotou u čalouněného nábytku. Je to spíše ozvláštnění. Začaly se ale vyrábět materiály, které třeba zabraňují špinění potahů nebo snižují přehřívání či podchlazování uživatele, a to jsou vlastnosti, mající velkou budoucnost jak po stránce ekonomické (uživatel téměř nemusí využívat služby např. profesionálního čištění nebo dokonce nemusí kupovat novou sedací soupravu), tak po stránce estetické i zdravotní (chlad nebo přílišné teplo na bederní část zad jsou minulostí, tudíž je zažehnána i možná bolest zad). Tyto sedací soupravy jsou však většinou nedostupné nižší a střední vrstvě obyvatel z důvodu jejich vyšší ceny.

Každý chce mít doma čistý, krásný a zdravotně nezávadný čalouněný nábytek, pokud tomu nové technologie umí dopomoci, je to jenom dobře.

3 TYPOLOGIE ČALOUNĚNÉHO NÁBYTKU

Čalouněný nábytek se dá charakterizovat jako nábytek, který je určen buď na ležení, nebo sezení a je celý nebo alespoň z části ošetřen čalounickou technologií. Tento druh nábytku se dělí do několika podskupin.

3.1 Sedací souprava

Čalounický výrobek, kterému se také laicky říká „sedačka, gauč, rozkládací gauč, rohový rozkládací gauč, otoman, pohovka“ atd.

Jak název napovídá, jde o soupravu, skládající se z více kusů nábytku. Tvoří ji většinou pohovka o třech místech na sezení, s pevným sedadlem i opěradlem a stejně tvarovaná křesla, určená pro jednu osobu.

3.2 Křesla

Jsou většinou částí sedacích souprav, ale samozřejmě to můžou být i samostatné objekty. Dělí se na křesla hovorová a křesla odpočivná.

3.2.1 Křesla hovorová

Tato křesla vznikla ve Francii za vlády Ludvíka XIV. Jsou určena ke krátkodobému odpočinku. Celková výška hovorového křesla je téměř rovna výšce židle. Má však vyšší sedadlo pro jednodušší vstávání. Opěrky zad a rukou jsou zase nižší, asi pod lopatky, pro jednodušší konverzaci, a aby neomezovaly uživatele v činnosti.

3.2.2 Křesla odpočivná

Křeslo odpočivné rozeznáme od křesla hovorového jednoduše, a to porovnáním celkové výšky sedáku a výšky opěradla. Křeslo odpočivné má vyšší opěrku zad i rukou, ale sedací plocha je položena o něco níže než u křesla hovorového. Tato křesla jsou určena k relaxaci, často bývají polohovatelná a můžou v nich být zabudované i masážní systémy.

Křesla odpočivná se dělí ještě na další pod druhy, jako jsou „ušáky“, „televizní křesla“, „houpací křesla“ atd.

3.3 Taburet

„Puff, bonbónek, sedačka, taburetka“, to všechno jsou názvy, pod kterými můžeme taburet znát. Je to sedačka o jednom místě, vyznačující se tím, že slouží na opravdu krátké posezení nebo odkládání nohou. Skládá se pouze ze sedáku a nemá žádné opěradlo.

3.4 Židle

Nábytek, který zná určitě každý z nás. Židle se hojně využívají jak v prostoru soukromém, tak veřejném a slouží různým činnostem. Podle toho se rozdělují do několika skupin.

3.4.1 Židle jídelní

Používá se v soupravě s jídelním stolem a slouží k posezení při příjmu potravy. Dobré sezení je u přijímání potravy ze zdravotnického hlediska velice důležité. Židle nesmí být příliš nízká, aby se potrava dobře dostávala do žaludku, ani příliš vysoká, aby proces přijímání potravy byl příjemný.

3.4.2 Židle dětská

Jde o podceňovaný kus nábytku přesto, že správné sezení u dětí je velmi důležité. V mnohých rodinách děti sedí na židlích určených pro dospělé a jejich rozměry tak zákonitě neodpovídají rozměrům dětského těla. To může u dětí v dospělosti způsobit nesprávné postavení páteře a další zdravotní problémy. Těm by se dalo předejít, kdyby rodiče koupili pro své děti kvalitní sezení, i když se nejedná o levnou záležitost.



Obrázek 4 – Dětská čalouněná židle

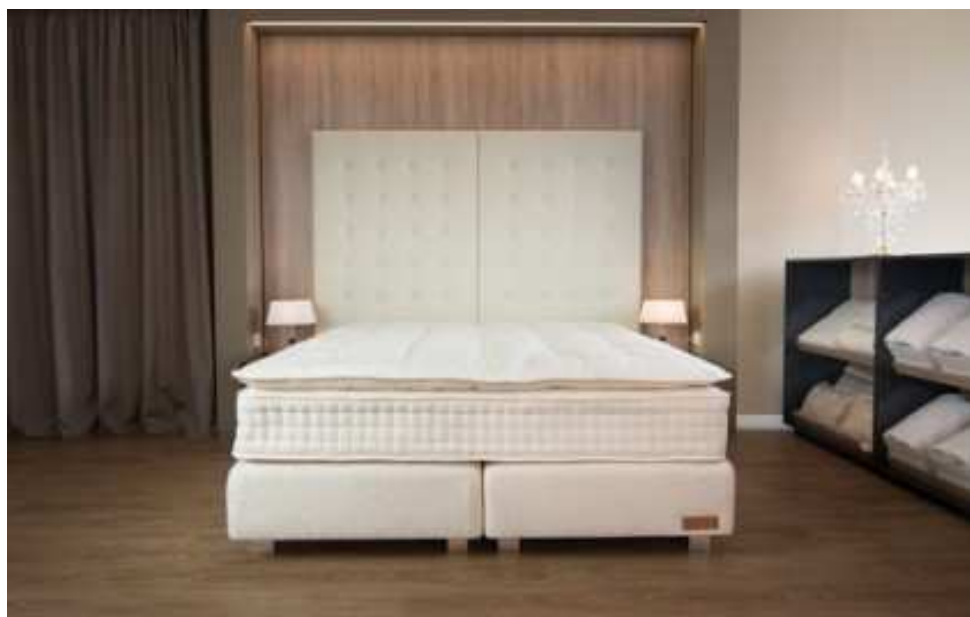
3.4.3 Židle pracovní

V dnešní době mnohem více lidí vykonává práci, u které se musí sedět. Sezení je proto potřeba věnovat zvýšenou pozornost, neboť kvalitní sezení ovlivňuje naše zdraví, soustředění i pracovní výkon.

Málokdo však vydrží sedět v práci celých osm hodin. Výrobci nábytku proto přišli s různými podpěrami při stání, jako jsou např. podpěry hýždí či variabilní sezení jako např. sezení na nafukovacím míči. (Prokopová, Štork, 2006).

3.5 Postel

Neboli lůžko je odborný výraz jdoucí ruku v ruce s termínem ložnice. Postel může být dřevěná, kovová, ale i čalouněná. Čalouněná opěrka dobře poslouží, když si chceme např. sednout na posteli a pohodlně si přečíst pár stránek naší oblíbené knihy. Důležitou součástí postele je i matrace, která je často vyrobená z polyuretanové pěny jako novodobého čalounického materiálu. (Prokopová, Pidrová, 2008).



Obrázek 5 – Celočalouněná postel s PUR matrací

4 MATERIÁLY PRO VÝROBU ČALOUNĚNÉHO NÁBYTKU

Máme-li na mysli materiály pro výrobu čalouněného nábytku, jde o látky a hmoty zajišťující pohodlí, měkkost i hřejivost. Látky příjemné na dotek uživatelů. V minulosti se používaly spíše materiály přírodní – živočišného a rostlinného původu. Dnes se používají látky umělé, často na bázi plastů.

4.1 Historie čalounických materiálů

4.1.1 Živočišné materiály

Jak již bylo zmíněno, v minulosti se používaly látky přírodního typu. Jako výplňový čalounický materiál často sloužily žíně z koňských ohonů, protože byly nejkvalitnější. Později se začaly přidávat i koňské hřívy, srst ze skotu a telat. Koňské žíně lze rozeznat od srsti skotu podle toho, že koňská je na obou stranách hladká. Srst skotu má tendence se třepit. Tak jak se používaly žíně a srst jako výplňový materiál, tak se používala i kůže z těchto zvířat jako potahový materiál.

Nesmíme opomenout další velkou skupinu živočišného materiálu a tou je peří. Do nedávné doby to byla jediná výplň do peřin a polštářů. Peří má tu skvělou vlastnost, že hřeje a teplo dokáže i udržet. V dnešní době se peří nahrazuje umělými materiály, protože peří u mnoha lidí vyvolává alergické reakce. Peří se používá husí (lepší kvalita) a slepičí (kvalita je horší, je těžší a ne tak načechnuté). Staré peří se dá jednoduše poznat podle toho, že z bílé barvy se stává spíše žlutá.

4.1.2 Rostlinné materiály

Největší skupinou rostlinných materiálů, které se používají k plnění čalounění, jsou trávy. Narazíme-li na rostlinný vlasovitý materiál svázaný do provazců získaný z listů palmy, pravděpodobně jsme narazili na „afrik“. Je to velice kvalitní a hojně používaný materiál, nazývaný také africká tráva, která roste v severní Africe.

Jako její náhražka se používala, ještě do nedávna, ostřice luční a ostřice lesní (jinak také lesní tráva).

Třetím druhem materiálu, majícím rostlinný původ je čalounická koudel, která vzniká ze lnu, konopí a juty. Je to vlastně odpad, vzniklý česáním a valchováním těchto rostlin.

Poslední skupinou jsou ostatní materiály např. kukuřičné listy, sláma obilnin, nejčastěji žitných. (Nábytek-dnes, [online])

4.2 Novodobé čalounické materiály

Až lidem došlo, že živočišnými a rostlinnými materiály nedocílí požadovaného komfortu, začali pátrat dál. Asi před dvěma sty lety tak vyvinuli kovovou, ručně stáčenou a nekalenou pružinu a o dalších sto let později pak kovovou drátěnku do postele.

4.2.1 Lehčený plast

Za převratný vynález lze považovat první lehčený plast, pěnovou pryž. Stalo se tomu tak na začátku 20. století. Jde o syntetický materiál, otevírající nové možnosti. Vyrábí se z přírodního kaučuku (lze použít i syntetický), ke kterému se přidávají další materiály, většinou mleté jako např. urychlovače, disperzní zpěňovací a želatinační přípravky, mající za úkol materiál udělat stabilnějším. Mechanickým zpěňováním lze dosáhnout toho, že v materiálu jsou bublinky, které dělají hmotu lehčí. Směs se želatinuje pomocí vulkanizace nebo naopak mrazem. (Prokopová, Štork, 2006).

4.2.2 Pryžovláknité desky

Dalším často používaným materiálem jsou pryžovláknité desky. Skládají se z kaučuku a dalšího přírodního materiálu. Desky vznikají tak, že se rozmělní přírodní materiál a na něj se nanese postřík z kaučuku. Nechá se zaschnout, otočí se a kaučuk se nanese i z druhé strany. Materiál se krátí a potom lisuje, z původní šířky se stane polovina. Vulkanizací ve speciálních komorách desky doschnou a dají se podle potřeby tvarovat. Tento materiál lze vrstvit s izolačním materiálem také lisováním. Takto vzniklý materiál se nazývá pryžokokos, který se vyrábí z kaučuku a kokosového vlákna, pryžožíně, vyrábějící se z kaučuku a žíní, většinou koňských, pryžoafrik, který se skládá z kaučuku a africké trávy, zmiňované v předchozí kapitole.

Neopomenout je nutné i pryžopropylen, který se vyrábí z kadeřených propylenových vláken a kaučuku, ale kvůli časové náročnosti a nákladnosti se neprosadil. (Kressa, 1991).

5 POLYURETANOVÉ PĚNY

Tyto materiály nemají dlouhou historii, ale náhradu bychom za ně hledali velmi těžko. Používají se v automobilovém průmyslu, ve stavebnictví, v domácnostech atd. jako izolační materiály. Neodmyslitelně jsou spjaty také s čalounickým průmyslem.

5.1 Historie výroby polyuretanových pěn

Polyuretany se začaly vyrábět před 2. světovou válkou v německém městě Leverkusen. Původní objevitel tohoto materiálu je pan profesor Otto Bayer.

O nějaký čas později, v roce 1942 dva američtí pánové Dr. William Hanford a Dr. Donald Fletcher Holmes přišli na to, že lze diisokyanát a polyoly sloučit velmi rychle a ne tak draze a zdlouhavě jako to dělali vědci v Německu a polyuretany se začaly vyrábět v celosvětovém měřítku. Díky výborným vlastnostem se staly rychle oblíbenými. (TVI, [online])

Původní receptura na výrobu polyuretanových pěn je na 100 objemových dílů polyesteru vyrobeného z 16 molů kyseliny adipové, 16 molů diethylenglykolu a 1 mol trimethylolpropanu, které se přivedou do reakce se 47 objemovými díly rolulendiisokyanátu v přítomnosti 10 objemových dílů aktivátorové směsi, která se dále skládá z 3 dílů esteru kyseliny adipové s N-diethylaminoethanolem, 1 dílu olejanu amonného, 1,5 dílu sulfonovaného ricinového oleje, 1,5 dílu vody a 0,5 dílu parafínového oleje. (Dombrow, 1961).



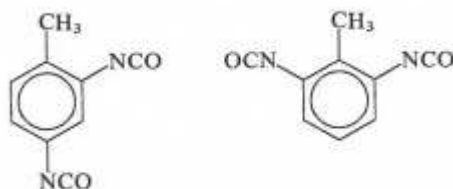
Obrázek 6 – Původní výroba PUR pěn

5.1.1 Novodobá výroba polyuretanových pěn – měkké pěny

Polyuretanové pěny vznikají chemickými reakcemi, kde nejdůležitější surovinou pro výrobu jsou polyizokyanáty, polyoly, extendery, prodlužovače řetězců (angl. chain extenders) a katalyzátory.

K výrobě měkkých pěn se používají aromatické polyizokyanáty, protože jsou reaktivnější. Dominují zde diisokyanatotoluen a diisokyanatodifenylmethan.

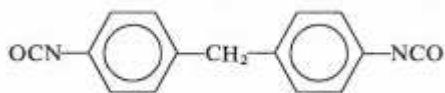
Směs 2,4-tolylendiisokyanát a 2,6-tolylendiisokyanát se skládá z 80% z 2,4-izomeru a menší 20% část je z 2,6-izomeru. Isokyanátová skupina v poloze 4 u izomeru 2,4 je asi 18 krát reaktivnější než skupina v poloze 2, proto je vhodný pro použití v adiční reakci. (Mleziva, Šnupárek, 2000).



Obrázek 7 – 2,4 - a 2,6 - toluylendiisokyanád

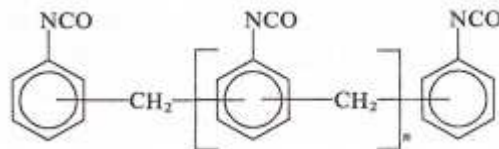
5.1.2 Novodobá výroba polyuretanových pěn – středně tvrdé a tvrdé pěny

Pro výrobu středně tvrdých a tvrdých pěn se používá látka s názvem 4,4 - diisokyanatodifenylmethan, ovšem širší možnosti použití než pevný 4,4 - diisokyanatodifenylmethan má 4,4'-diisokyanatodifenylmethan připravovaný z anilinformaldehydového kondenzátu, který se vyskytuje v kapalném skupenství.



Obrázek 8 -

4,4 - diisokyanatodifenylmethan



Obrázek 9 -

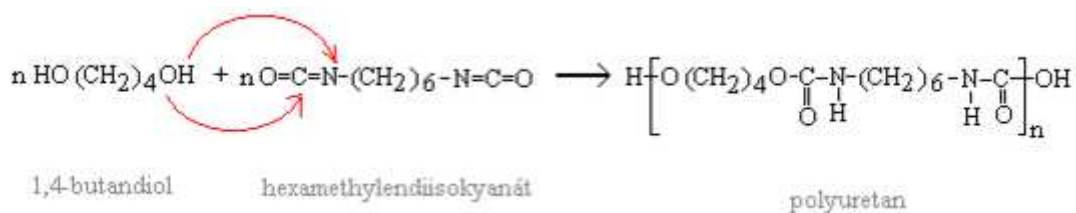
4,4' - diisokyanatodifenylmethan

5.1.3 Celá reakce výroby polyuretanových pěn

Úplně nejzákladnější surovinou pro výrobu polyuretanových pěn je ropa. Za výchozí suroviny můžeme považovat např. zemní plyn, uhlí atd. Plastické hmoty jsou materiály, které jsou odolné, lehké, flexibilní, a proto našly široké uplatnění na trhu.

Vyrábí se pomocí syntéz polykondenzace, polymerace a polyadice. Polyuretany vznikají právě pomocí poslední reakce, tedy polyadice. (Mleziva, 1993).

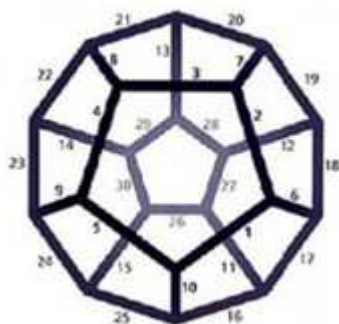
Podle toho, jaké zvolíme vstupní látky, získáme polyuretan s příslušnými vlastnostmi. Pro vznik polyuretanu funguje následující rovnice (MT nábytek, [online])



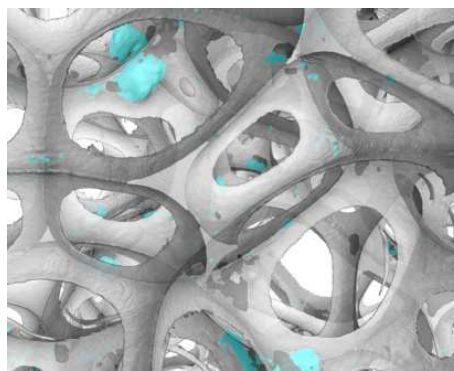
Obrázek 10 – Reakce výroby polyuretanových pěn

5.1.4 Struktura polyuretanových pěn

Každá polyuretanová pěna se skládá z buněk. Každou buňku tvoří další okénka. V první vrstvě jsou okénka ve tvaru nepravidelného čtyřstěnu, v druhé vrstvě jsou okénka jako nepravidelný pětistěn a potom už následuje jen jádro. Jádro má tvar pravidelného pětistěnu (viz obrázek 11). Buňka se skládá z podpěr (tmavé části), světlé části jsou vzduch. Počet těchto buněk se mění v závislosti na hmotnosti pěny. Pokud se pěna řadí k tvrdším, buňky jsou na sebe více natlačeny a buněk je více, u lehké pěny je tomu naopak. Podíl vzduchu u pěn používaných v čalounickém průmyslu je 95 – 98 %. (Jančová, 2012).



Obrázek 11 -
Buňka polyuretanové pěny



Obrázek 12 -
Mikroskopický pohled na studenou pěnu

5.2 Základní zpracování polyuretanových pěn

Polyuretanové pěny vznikají vypěněním tekuté směsi více látek, která reaguje a později z ní vzniká pevná pěna. Možnosti vzniku jsou uvedeny v dalších odstavcích.

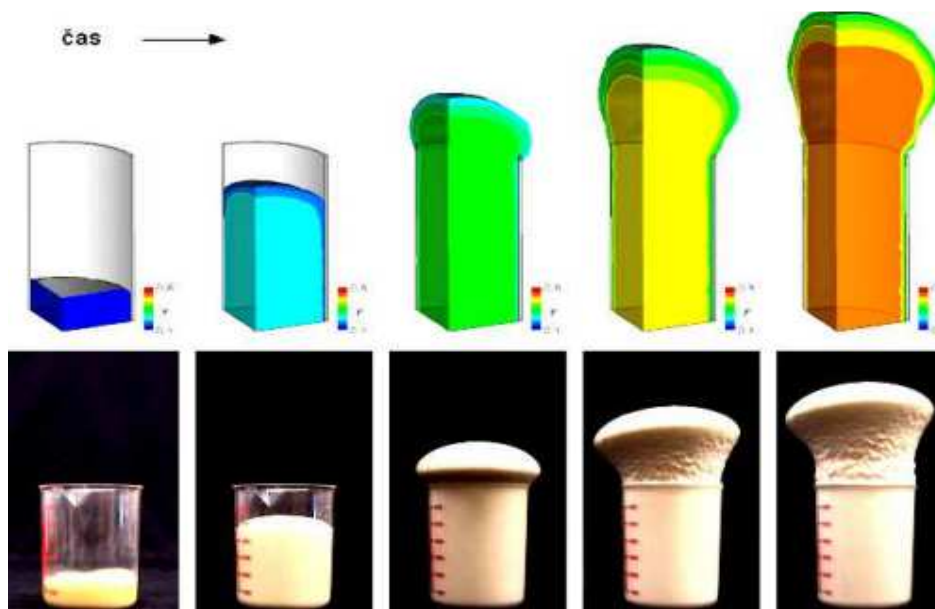
5.2.1 Volné lití

Je to technologie, kdy se pěna lije do volného prostoru např. zásobníků, nádrží, energetických kanálů a mezistěnových izolací.

Nejdříve se nalije první vrstva, která vypění, a pak teprve přijde na řadu další vrstva. Takto se pokračuje až do příslušné tloušťky pěny. Tento postup je zvolen, aby se pěna nijak nepoškodila deformací nebo vysokou koncentrací reakčního tepla.

5.2.2 Tlakové lití

Do příslušné formy se pod tlakem vstříkne směs látek o dané kvantitě, která způsobí vznik polyuretanové pěny. Vytvrzení trvá zhruba 30 minut. Tato technologie je vhodná pro polyuretany, které se používají v automobilovém průmyslu nebo stavebnictví. Jsou to zejména pěny, mající vyšší objemovou hustotu např. izolační panely, panely do automobilů. (NIS, [online])



Obrázek 13 – Proces vypěňování polyuretanové pěny

5.2.3 Injektáž a nástřík

Technologie injektáže se používá hlavně ve stavebnictví, kde se polyuretanovými pěnamí zpevňují nosné konstrukce. Polyuretanové pěny mají výborné tepelně-izolační vlastnosti. Také technologie nástříku se používá hlavně ve stavebnickém průmyslu a to jako izolační vrstva. (NIS, [online])

5.2.4 Nekonečný blok

Pěny se vyrábí diskontinuálně, což bylo zmiňováno v předchozích odstavcích, ale také kontinuálně, tedy průběžně. Tento postup výroby je velmi důležitý pro čalounický nábytek, protože se takto vyrábí většina pěn na výrobu matrací.

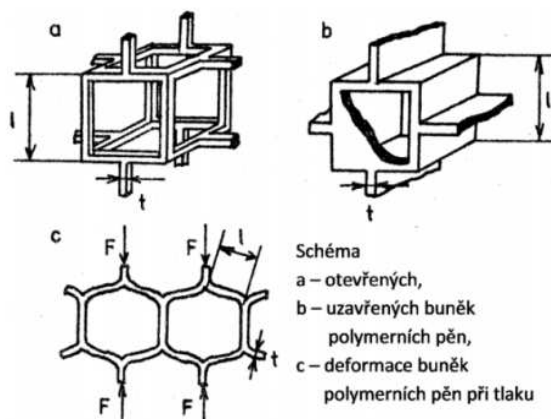
Je to proces kontinuálního pění a produkt je „nekonečný pás“ nebo „nekonečný blok“.

Pro tuto výrobu je sestrojena vždy celá linka, skládající se ze vstřikovacího zařízení, průběžného pásu, ale také z vertikální pily a dalších dopravníků. Na průběžný pás se nastříká potřebné množství směsi, která postupně vypěňuje. Vertikální pila nařeže, podle možností skladu, na zhruba 30 až 60 m dlouhé bloky pěny, kterou dopravník doveze do příslušných prostor, kde před dalším použitím ještě asi tři dny dozrává. (Jančová, 2012).

5.2.5 Technologie „VacuForm“ a technologie „Crush“

Dnešní doba, potažmo trh, si žádají nové, inovativní, výrobní technologie jako je „VacuForm“. Pod vakuem se redukuje měkká pěna na pěnu, jejíž hustota se zmenšuje až o 20 %. Z obyčejné pěny se stává ušlechtlejší pěna s pórovitou strukturou. Zatím tato technologie nebyla významně v nábytkářství využita, ale její schopnosti se prověřují a zkouší.

Pro lepší úroveň studených pěn (pěny vyráběné při menších teplotách – asi 40 až 60° C) a jejich lepší mechanicko-fyzikální vlastnosti byla vyvinuta technologie „Crush“, která umožňuje otevření buněk pěny. Buněčný obal praskne (pás pěny se tak dlouho valchuje válci, až to buňky nevydrží a poruší se) a dojde k maximálnímu možnému otevření buněk, což zlepší vlastnosti materiálu, hlavně tedy měkkost, elasticitu a prodyšnost. (NIS, [online]); (Současný stav polyuretanových pěn pro čalounění, [online])



Obrázek 14 – Schéma buněk

5.3 Povrchová úprava pěn

Z polyuretanových pěn se vyrábí i různé taburety a křesla. Povrchová úprava těchto pěn byla vyvinuta tak, aby se zjednodušilo potahování takovýchto druhů plastového nábytku.

Místo pracného potahování látkou u tvarově náročných dílců, prošívání nebo lepení se jednoduše nastříká na nábytkový díl postřík barvy. Na takto ošetřeném dílci se vytvoří postříkem vrstvička barvy, která na omak vytvoří něco jako „umělou kůži“. Je to velice rychlé a efektivní řešení. Materiál se nešpiní, dá se omývat, nepropustí vlhkost a je příjemný na dotek. Má však i své nevýhody. Takto ošetřená polyuretanová pěna není tak pevná, může se protrhnout a mění barvu. (Jančová, 2012).

5.4 Dělení polyuretanových pěn

Polyuretanové pěny lze rozdělit do mnoha skupin. Záleží na teplotě výroby, hustotě, prodyšnosti, pórovitosti a jiných mechanicko-fyzikálních vlastnostech.

5.4.1 Dělení podle chemické struktury

Podle chemické struktury se polyuretanové pěny mohou dělit na éterové polyuretanové pěny a esterové polyuretanové pěny. (Eurofoam, [online])

5.4.2 Dělení podle tvrdosti

Podle tvrdosti se pěny dělí hůře, protože v dnešní době je na trhu mnoho tvrdostí pěn. Máme ale tři základní skupiny, které mají určité rozmezí, a lze do nich pěny rozdělit.

5.4.2.1 Integrální polyuretanové pěny

Používají se jako inovativnější náhražky za klasické materiály jako je dřevo, kov, termoplasty nebo termosety. Mají nízkou hmotnost a velkou pevnost, protože se vstříknou do formy. Mají měkké jádro, ale poměrně tvrdou vnější vrstvu (kůru) na povrchu. Používají se hojně nejen v automobilovém průmyslu, ale také při výrobě nábytku jako područky, loketní opěrky, rehabilitační prvky nebo třeba límce do whirlpoolů. (Media Mix, [online])

5.4.2.2 Měkké polyuretanové pěny

Pěny jsou vyráběny vstříknutím směsi do formy, ale i kontinuálně. Tyto pěny mají sníženou tuhost oproti objemové hmotnosti. Mají hustotu 21 – 40 kg/m³. Používají se na sedadla v čalounickém průmyslu, na polštáře, matrace i jako protihluková izolace. (Media Mix, [online])

5.4.2.3 Tvrdé polyuretanové pěny

Jsou pěny, které se používají na matrace nebo na speciální tvrdé sedáky, ale to jen v malé míře. Tento materiál má nízkou tepelnou vodivost a díky ní se hlavně využívá jako tepelně-izolační, ale také jako konstrukční materiál v různých oborech lidské činnosti. Hustota tohoto materiálu je různá a pohybuje se v rozmezí mezi 25 až 110 kg/m³. (Media Mix, [online])

5.4.2.4 Paměťové pěny

Mají mnoho označení, jak mezi lidmi, tak obchodních. Můžeme je najít pod názvem „líná pěna, memory pěna, termoreaktivní pěna, viskoelastická pěna“.

Je to velice populární a novodobý materiál, vyhledávaný mezi uživateli pro jeho pohodlnost. Reaguje na zatížení a na teplo během spánku, přizpůsobí se, ale po odtížení se zase vrátí do původního stavu. Doporučuje se lidem, kteří trpí bolestí zad či některým

onemocněním kloubů. Novinkou a zároveň špičkou mezi paměťovými pěny jsou ty vysoko objemové, které dokáží vyvolat pocit „bez tíže“ a odolat až 140 kg zátěži.

V matracích se používá jako základ často tvrdá nebo polotvrdá pěna a paměťová pěna se používá jako vrchní vrstva pro komfort ležícího člověka. U obyčejných matrací je to asi 5 cm silná vrstva, u těch dražších je to až 9 cm silná vrstva.

Nevýhoda paměťových pěn spočívá v tom, že lidé, kteří se více potí a je jim v noci teplo, mohou pociťovat ještě hřejivost ze strany matrace, a to zejména v letních měsících.

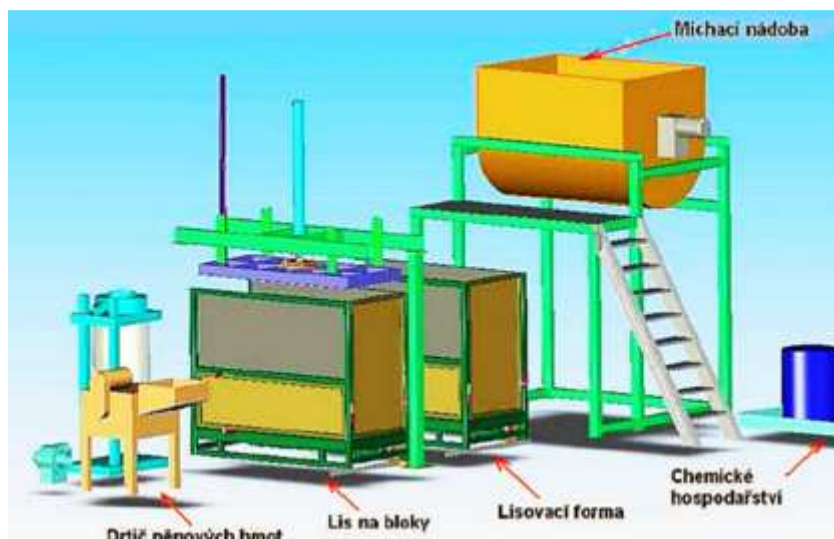
V matracích má paměťová pěna největší využití, ale využívá se např. i do polštářů či dalších ortopedických pomůcek. (BPP, [online]); (Postele, ložnice, [online]); (Sleep centrum, [online])

5.4.2.5 Pojené polyuretanové pěny

Daly by se také nazvat jako recyklované pěny, protože se vyrábí ze zbytků a odřezků různých druhů pěn, což je příčinou jejich pestrobarevnosti.

Zbytky pěn se dají do drtiče, ten je rozseká na drobné vločky, které jsou přesunuty dopravníkem do zásobníku.

Spolu s polyuretanovým systémem jsou smíchány v míchací nádobě. Míchání musí být opravdu důkladné. Potom je směs vsypána do formy. Směs se tlakem tlačí a parou se propaří, což způsobí proces pěnění. Po zhruba 30 minutách je směs přeměněná v kompaktní materiál. Bloky dále dozrávají ve skladech nejméně 24 hodin. Hustota tohoto materiálu je od 35 do 230 kg/m³. Používají se do matrací a v čalouněném nábytku např. jako loketníky nebo područky. (Jančová, 2012).



Obrázek 15 – Výroba pojené polyuretanové pěny

5.5 Vlastnosti polyuretanových pěn

Pokud vezmeme v potaz zápory polyuretanových pěn, pořád jsou výrazněji lepší materiál pro použití než jiné tradiční materiály. Pěny jsou funkční, levné a poměrně snadno vyrobitelné. Pěny s dlouhodobou trvanlivostí si našly na trhu rychle své místo a lze je snadno shrnout těmito vlastnostmi:

- vysoká pružnost, variabilita, různorodost použitelnosti, rozmanitost výroby a zpracování, fyzikální a mechanické vlastnosti na skvělé úrovni, plastičnost, tvárnost, cenová dostupnost, jednoduchost opracování, nosnost a elastičnost, fyziologická nezávadnost, odolnost proti kyselému, zásaditému a vlhkému prostředí, čistitelnost, protihlučnost a netoxičnost. (Jančová, 2008).

5.5.1 Měřitelné parametry polyuretanových pěn

Některé vlastnosti se podle norem a předpisů testují, ale třeba ani nepatří do skupiny povinně měřitelných parametrů. Měří se hlavně z důvodu, aby např. mohly být nápomocny konstruktérům nebo výrobcům pěn. V dnešní době je trend mezi výrobcí a prodejci takový, že chtějí zákazníkovi poskytnout co nejvíce informací o prodávaném výrobku. U polyuretanových pěn se měří parametry, které jsou uvedeny v následujícím odstavci. (Jančová, 2012).

- Objemová hmotnost [kg/m^3]
- Odpor proti stlačení [$\text{kPa}/40\%$]
(příp. 25 %, 70 %)
- Odpor proti vtlačení [N]
- Pevnost v tahu [kPa]
- Tažnost [%]
- Pevnost roztržení [N/cm]
- Trvalá deformace [%]
- Pórozita [PPI]
- Prodyšnost [l/min.]
- Odolnost na plamen-třídy dle zkoušek
- Jogging [%]
- Vodoodpudivost [%]
- Vodu nasákavost [%]
- Povrchový odpor
- SAG faktor
- Elasticita [%]
- Odrazová pružnost
- Metoda umělého stárnutí (zkouška trvalé deformace za vlhka)

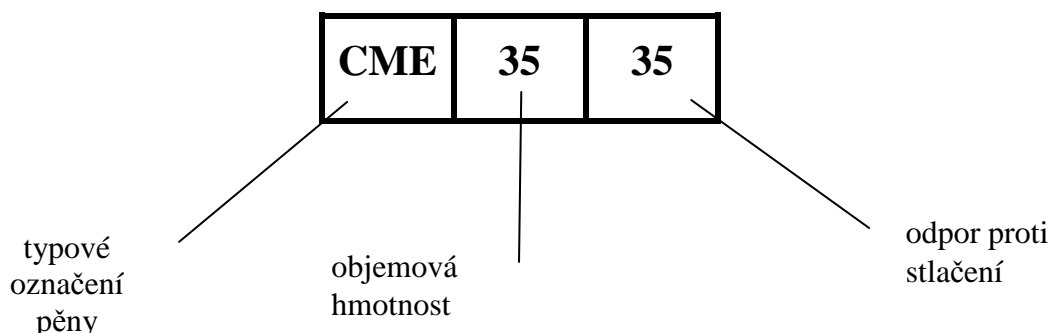
5.6 Označení polyuretanových pěn

Každá polyuretanová pěna je označena písmenem (jednomístným až trojmístným) a také číselným označením, které se z pravidla skládá ze čtyř číslic.

Písmena značí druh pěny, většinou záleží na výrobcí, ale většina pěn je označena podle zažitých pravidel.

- H – tvrdé pěny
- W – měkké pěny
- CME – protihořlavé pěny
- N – standardní pěny
- T – studené pěny

První dvě čísla v číselném označení pěny udávají objemovou hmotnost v kg/m^3 a další dvojčíslí udává odpor proti stlačení v kPa.



6 MATERIÁL A METODIKA

6.1 Použité materiály

Z důvodů možných odlišností byly druhy ověřovaných polyuretanových pěn od dvou různých výrobců. Část vzorků byla získána od firmy BPP s. r. o. a část vzorků pocházela z břeclavské firmy Molitan a. s.

6.1.1 Polyuretanové pěny od firmy BPP s. r. o.

Z firmy BPP s. r. o. byly získány celkem čtyři vzorky polyuretanových pěn, a to viskoelastická pěna s označením V 5020, pěna žluté barvy s označením K 5040, pojená polyuretanová pěna a růžová pěna N 5063. Podrobnější informace k jednotlivým druhům pěn nebyly bohužel dostupné.

6.1.1.1 Pěna N 5063

Je tvrdší polyuretanová pěna, růžové barvy (viz obrázek 16). Na webových stránkách výrobce židlí LD seating s. r. o., je psáno v technickém listu, že pěnu N 5063 používají na výrobu stohovatelných židlí přesněji sedáků. (LD seating, [online])



Obrázek 16 – N 5063

6.1.1.2 Pěna K 5040

Je tvrdší polyuretanová pěna, žluté barvy (viz obrázek 17). Na webových stránkách prodejce matrací Zdeňka a Radka Svobodových, je psáno v technickém listu, že pěnu K 5040 používají v matraci společně s další pěnou. Tato matrace je vhodná pro uživatele ve váhové kategorii od 80 do 115 kg. (Sklopné postele Svoboda, [online])



Obrázek 17 – K 5040

6.1.1.3 Pěna PPUR

V internetovém obchodě paní Petry Rumanové je uvedeno, že používají pojenou polyuretanovou pěnu jako střed do matrací, protože má větší tuhost a hmotnost než klasické polyuretanové matrace, proto se tolik neohýbá a je celkově pevnější. (Matrace, [online]). Pojená polyuretanová pěna má objemovou hmotnost okolo 70 - 140 kg/m³ (Matrace Trutnov, [online]) a je různobarevná (viz obrázek 18).



Obrázek 18 – PPUR

6.1.1.4 Pěna V 5020

Na webových stránkách firmy Aktiv zdravotnické potřeby s. r. o. se píše, že používají viskoelastickou pěnu na výrobu antidekubitní (dekubit – proleženina) sendvičové matrace. Pěna je barvy bílé s nádechem do žluta (viz obrázek 19) a má objemovou hmotnost 50 kg/m³. (Aktiv – zdravotnické potřeby, [online])



Obrázek 19 – V 5020

6.1.2 Polyuretanové pěny z firmy Molitan a. s.

Jelikož byly z firmy BPP s. r. o. získány pouze čtyři vzorky polyuretanových pěn, byly osloveny i další firmy. Emaily byly rozeslány do více firem, které se prezentovaly jako výrobci polyuretanových pěn, ale opak byl pravdou. Většina firem jsou pouze prodejci a pěny dovážejí ze zahraničí.

Firma Molitan a. s., jako český výrobce polyuretanových pěn, odpověděla a pěny pro tuto závěrečnou práci poskytla.

Zkoušeno bylo celkem devět druhů pěn. Od každého druhu získaných polyuretanových pěn bylo nařezáno celkem deset dílů z vrchní strany pěnového bloku

(dále označená jako „A“) a deset dílů bylo ze spodní strany pěnového bloku (dále označena jako „C“).

6.1.2.1 Pěna CME 3535

Jedná se o měkkou lehčenou polyuretanovou pěnu, která má speciální úpravu proti hoření. Pěna má mnoho využití, ale nejvíce se uplatňuje v automobilovém průmyslu. Firma ji standardně nabízí v černé barvě (viz obrázek 20), ve formě bloků, tvarovek, tyčinek, přířezů atd. (Pěny se sníženou hořlavostí - Molitan, [online])

Od této pěny byl zaslán jeden druh z šesti nabízených. Fyzikálně mechanické vlastnosti jsou uvedeny v Tabulce 1.



Obrázek 20 – CME 3535

Tabulka 1 – Fyzikálně mechanické vlastnosti pěny CME 3535

Vlastnosti	MJ	Garance	Metodika zkoušení
Objemová hmotnost	[kg/m ³]	32,5 – 35,5	ČSN EN ISO 845
			DIN EN ISO 845
Odpor proti stlačení (40 %)	[kPa]	2,98 – 7,03	ČSN EN ISO 3386-1
			DIN EN ISO 3386-1
Trvalá deformace	[%]	max. 8	ČSN EN ISO 1856
			DIN EN ISO 1856
Odrazová pružnost	[%]	min. 35	ČSN EN ISO 8307
Standardní barva		černá	

Snížená hořlavost se stanovuje dle ČSN ISO 3795, TL 1010 u typů „F“ a dle Směrnice Rady 95/28/ES a normy MVSS 302 nepřekročí limit 100mm/min.

Výše uvedená tabulka ukazuje objemovou hmotnost, která má hodnotu 32,5 až 35,5 kg/m³. Hodnotu odporu proti stlačení, jež je 2,98 až 7,03 kPa. Dále trvalou

deformaci, nabývající hodnoty maximálně 8 % a odrazovou pružnost, která je naopak minimálně 35 %. Nechybí ani standardní barva materiálu.

6.1.2.2 Pěna HR 3530

Vysoce pružná, lehčená, měkká polyuretanová pěna, kterou výrobce nabízí v podobě bloků, tvarovek, tyčinek, přířezů atd. Pěna je standardně nabízena v bílé barvě (viz obrázek 21). Z celkově osmi nabízených studených pěn byly dodány tři vzorky. Mezi nimi i pěna HR 3530.

Tato pěna je vyráběna primárně pro nábytkářský průmysl. Vyrábí se z ní měkké až středně tvrdé matrace pro lidi střední váhové kategorie. Fyzikálně mechanické vlastnosti jsou uvedeny v Tabulce 2. (Studené pěny - Molitan, [online])



Obrázek 21 – HR 3530

Tabulka 2 – Fyzikálně mechanické vlastnosti pěny HR 3530

Vlastnosti	MJ	Garance	Metodika zkoušení
Objemová hmotnost	[kg/m ³]	32,5 – 35,5	ČSN EN ISO 845
			DIN EN ISO 845
Odpor proti stlačení (40 %)	[kPa]	2,72 – 3,68	ČSN EN ISO 3386-1
			DIN EN ISO 3386-1
Trvalá deformace	[%]	max. 6	ČSN EN ISO 1856
			DIN EN ISO 1856
Odrazová pružnost	[%]	min. 45	ČSN EN ISO 8307
Tvrdość vtlačováním (SAG faktor)	bezrozměrná	min. 2,4	ČSN EN ISO 2439 metoda B
Standardní barva		bílá	

Tabulka ukazuje naměřené hodnoty objemové hmotnosti, mající hodnotu 32,5 až 35,5 kg/m³, tudíž je stejná jako u předchozí pěny. Hodnota odporu proti stlačení, je však nižší než u předchozí pěny a pohybuje se v rozmezí 2,72 až 3,68 kPa. Nižší je také

hodnota trvalé deformace (maximálně 6 %). Naopak u odrazové pružnosti došlo oproti předešlému vzorku k nárůstu na minimálně 45 %. Standardní barvou materiálu je bílá. Přibyla veličina, která se nazývá SAG faktor, je bezrozměrná a má hodnotu 2,4.

6.1.2.3 Pěna HR 4037

Vysoce pružná, lehčená, měkká polyuretanová pěna, kterou výrobce nabízí ve formě bloků, tvarovek, tyčinek, přířezů atd. Pěna se standardně nabízí v šedomodré barvě (viz obrázek 22). Z celkově osmi nabízených studených pěn byly doručeny tři vzorky. Mezi nimi pěna HR 4037.

Využívá se v čalounictví na výrobu sedáků nebo opěradel či k výrobě matrací. Matrace se z ní dají vyrobit buď středně tvrdé, nebo tvrdší pro střední a vyšší váhové kategorie. (Studené pěny – Molitan, [online])



Obrázek 22 – HR 4037

Tabulka 3 – Fyzikálně mechanické vlastnosti pěny HR 4037

Vlastnosti	MJ	Garance	Metodika zkoušení
Objemová hmotnost	[kg/m ³]	37,5 – 40,5	ČSN EN ISO 845
			DIN EN ISO 845
Odpor proti stlačení (40 %)	[kPa]	3,15 – 4,26	ČSN EN ISO 3386-1
			DIN EN ISO 3386-1
Trvalá deformace	[%]	max. 6	ČSN EN ISO 1856
			DIN EN ISO 1856
Odrazová pružnost	[%]	min. 45	ČSN EN ISO 8307
Tvrdość vtlačováním (SAG faktor)	bezrozměrná	min. 2,4	ČSN EN ISO 2439 metoda B
Standardní barva		modrá	

Tato tabulka ukazuje u veličiny objemové hmotnosti hodnoty 37,5 až 40,5 kg/m³. Hodnotu odporu proti stlačení v rozmezí 3,15 až 4,26 kPa. Dále veličinu trvalé

deformace, nabývající hodnoty maximálně 6%, což je stejné jako u pěny HR 3530. Srovnatelné veličiny dosahují pěny HR 4037 a HR 3530 také u odrazové pružnosti, a to minimálně 45 %. Standardní barvou je šedomodrá. SAG faktor má hodnotu 2,4.

6.1.2.4 Pěna HR 4542

Vysoce pružná, lehčená, měkká polyuretanová pěna, kterou výrobce nabízí v podobě bloků, tvarovek, tyčinek, přířezů atd. Pěna se standardně nabízí v oranžové barvě (viz obrázek 23). Z celkově osmi nabízených studených pěn byly dodány tři vzorky. Mezi nimi i pěna HR 4542.

V čalounickém průmyslu se používá hlavně na výrobu sedáků a kvalitních pohodlných matrací pro klienty vysoké váhové kategorie. Matrace jsou tvrdší. (Studené pěny – Molitan, [online])



Obrázek 23 – HR 4542

Tabulka 4 – Fyzikálně mechanické vlastnosti pěny HR 4542

Vlastnosti	MJ	Garance	Metodika zkoušení
Objemová hmotnost	[kg/m ³]	42,5 – 45,5	ČSN EN ISO 845
			DIN EN ISO 845
Odpor proti stlačení (40 %)	[kPa]	3,57 – 4,83	ČSN EN ISO 3386-1
			DIN EN ISO 3386-1
Trvalá deformace	[%]	max. 6	ČSN EN ISO 1856
			DIN EN ISO 1856
Odrazová pružnost	[%]	min. 50	ČSN EN ISO 8307
Tvrdość vtlačováním (SAG faktor)	bezrozměrná	min. 2,4	ČSN EN ISO 2439 metoda B
Standardní barva		oranžová	

Výše uvedená tabulka ukazuje hodnoty objemové hmotnosti v rozsahu 42,5 až 45,5 kg/m³. Hodnotu odporu proti stlačení, jež je 3,57 až 4,83 kPa. Dále veličinu trvalé

deformace, která nabývá hodnoty maximálně 6%, tzn. výsledek shodný s hodnotami naměřenými u pěn HR 3530 i HR 4037. Pěna HR 4542 však vykazuje rozdíl v porovnání s výše uvedenými pěny v odrazové pružnosti, která je vyšší, a to minimálně 50 %. Standardní barva materiálu je oranžová. SAG faktor nabývá hodnoty 2,4.

6.1.2.5 Pěna T 2337

Lehčená, měkká polyuretanová pěna, kterou výrobce nabízí ve formě bloků, tvarovek, tyčinek, přířezů atd. Není pružná, v tom se liší od pěn s označením HR. Pěna se standardně nabízí v šedé barvě (viz obrázek 24), ale výrobce nabízí možnost výběru jiného zbarvení pěny. Z celkově dvaceti nabízených studených pěn byly obdrženy čtyři vzorky. Mezi nimi i pěna T 2337.

V čalounickém odvětví se používá na výrobu područek nebo opěradel a na matrace se používají desky z této pěny v kombinaci s jinými. Matrace jsou středně tvrdé a jsou určeny pro nízké váhové kategorie. (Standardní pěny – Molitan, [online])



Obrázek 24 – T 2337

Tabulka 5 – Fyzikálně mechanické vlastnosti pěny T 2337

Vlastnosti	MJ	Garance	Metodika zkoušení
Objemová hmotnost	[kg/m ³]	20,5 – 23,5	ČSN EN ISO 845
			DIN EN ISO 845
Odpor proti stlačení (40 %)	[kPa]	3,15 – 4,26	ČSN EN ISO 3386-1
			DIN EN ISO 3386-1
Trvalá deformace	[%]	max. 8	ČSN EN ISO 1856
			DIN EN ISO 1856
Odrazová pružnost	[%]	min. 35	ČSN EN ISO 8307
Standardní barva		šedá	

Tabulka ukazuje hodnoty objemové hmotnosti v rozmezí 20,5 až 23,5 kg/m³. Hodnotu odporu proti stlačení, která je 3,15 až 4,26 kPa. Dále veličinu trvalé

deformace, nabývající hodnoty maximálně 8 %, což je stejné jako u pěny CME 3535. Srovnatelná je u těchto dvou pěn také odrazová pružnost, a to minimálně 35%. Standardní barva materiálu je šedá.

6.1.2.6 Pěna T 2536

Lehčená, měkká polyuretanová pěna, kterou výrobce nabízí v podobě bloků, tvarovek, tyčinek, přířezů atd. Není pružná, v tom se liší od pěn s označením HR. Pěna se standardně nabízí v lehce oranžové barvě (viz obrázek 25), ale výrobce nabízí možnost výběru jiného zbarvení pěny. Z celkově dvaceti nabízených studených pěn byly zaslány 4 vzorky. Mezi nimi i pěna T 2536.

V čalounickém průmyslu se používá na výrobu opěradel, sedáků a dalších dílů pro sedací soupravy. Na matracích se uplatní jako desky nebo tvarovky, ale používá se v kombinaci s jinými pěnami. Matrace jsou z nich střední tvrdosti pro nižší až střední váhové kategorie. (Standardní pěny – Molitan, [online])



Obrázek 25 – T 2536

Tabulka 6 – Fyzikálně mechanické vlastnosti pěny T 2536

Vlastnosti	MJ	Garance	Metodika zkoušení
Objemová hmotnost	[kg/m ³]	22,5 – 25,5	ČSN EN ISO 845
			DIN EN ISO 845
Odpor proti stlačení (40 %)	[kPa]	3,06 – 4,14	ČSN EN ISO 3386-1
			DIN EN ISO 3386-1
Trvalá deformace	[%]	max. 8	ČSN EN ISO 1856
			DIN EN ISO 1856
Odrazová pružnost	[%]	min. 35	ČSN EN ISO 8307
Standardní barva		oranžová	

Tabulka ukazuje hodnoty objemové hmotnosti v rozsahu 22,5 až 25,5 kg/m³. Dále veličinu odporu proti stlačení, která je 3,06 až 4,14 kPa. Trvalou deformaci, nabývající hodnoty maximálně 8 %, což je stejné jako u pěn CME 3535 a T 2337. Shodná je

u všech těchto třech pěn také hodnota odrazové pružnosti, a to minimálně 35 %. Standardní barva materiálu je oranžová.

6.1.2.7 Pěna T 3037

Lehčená, měkká polyuretanová pěna, kterou výrobce nabízí ve formě bloků, tvarovek, tyčinek, přířezů atd. Není pružná, v tom se liší od pěn s označením HR. Pěna se standardně nabízí v bílé barvě (viz obrázek 26), ale výrobce nabízí možnost výběru jiného zbarvení pěny. Z celkově dvaceti nabízených studených pěn byly dodány čtyři vzorky. Mezi nimi i pěna T 3037.

V čalounictví se používá pro výrobu sedáků do sedacích souprav. V kombinaci s jinými typy pěn se používá na výrobu matrací v podobě tvarovek nebo desek. Lze ji také použít v kombinaci s ocelovými pružinami pro střední tvrdost i váhovou kategorii. (Studené pěny – Molitan, [online])



Obrázek 26 – T 3037

Tabulka 7 – Fyzikálně mechanické vlastnosti pěny T 3037

Vlastnosti	MJ	Garance	Metodika zkoušení
Objemová hmotnost	[kg/m ³]	27,5 – 30,5	ČSN EN ISO 845
			DIN EN ISO 845
Odpor proti stlačení (40 %)	[kPa]	3,15 – 4,26	ČSN EN ISO 3386-1
			DIN EN ISO 3386-1
Trvalá deformace	[%]	max. 7	ČSN EN ISO 1856
			DIN EN ISO 1856
Odrazová pružnost	[%]	min. 35	ČSN EN ISO 8307
Standardní barva		bílá	

Uvedená tabulka ukazuje hodnoty objemové hmotnosti v rozsahu 27,5 až 30,5 kg/m³. Dále veličinu odporu proti stlačení v rozmezí hodnot 3,15 až 4,26 kPa. Trvalou deformaci, nabývající hodnoty maximálně 7 %, a odrazovou pružnost minimálně 35 %

shodnou s pěny CME 3535, T 2337 i T 2536. Standardní barva materiálu je bílá jako u pěny HR 3530.

6.1.2.8 Pěna T 3240

Lehčená, měkká polyuretanová pěna, kterou výrobce nabízí v podobě bloků, tvarovek, tyčinek, přířezů atd. Není pružná, v tom se liší od pěn s označením HR. Pěna se standardně nabízí ve žlutozelené (viz obrázek 27), ale výrobce nabízí možnost výběru jiného zbarvení pěny. Z celkově dvaceti nabízených studených pěn byly poskytnuty čtyři vzorky. Mezi nimi i pěna T 3240.

V čalounictví se používá pro výrobu sedáků do sedacích souprav. V kombinaci s jinými typy pěn se používá na výrobu matrací v podobě tvarovek nebo desek. Lze ji také použít v kombinaci s pružinami pro střední tvrdost i váhovou kategorii. (Studené pěny – Molitan, [online])



Obrázek 27 – T 3240

Tabulka 8 – Fyzikálně mechanické vlastnosti pěny T 3240

Vlastnosti	MJ	Garance	Metodika zkoušení
Objemová hmotnost	[kg/m ³]	29,5 – 32,5	ČSN EN ISO 845
			DIN EN ISO 845
Odpor proti stlačení (40 %)	[kPa]	3,40 – 4,60	ČSN EN ISO 3386-1
			DIN EN ISO 3386-1
Trvalá deformace	[%]	max. 7	ČSN EN ISO 1856
			DIN EN ISO 1856
Odrazová pružnost	[%]	min. 35	ČSN EN ISO 8307
Standardní barva		žluto - zelená	

Tabulka ukazuje hodnoty objemové hmotnosti v rozmezí 29,5 až 32,5 kg/m³. Dále veličinu odporu proti stlačení, jež je v rozsahu 3,40 až 4,60 kPa. Trvalou deformaci, nabývající hodnoty maximálně 7 % shodnou se vzorkem pěny T 3037 a odrazovou

pružnost minimálně 35% stejnou jako u pěn CME 3535, T 2337, T 2536 i T 3037. Standardní barvou materiálu je žluto-zelená.

6.1.2.9 Pěna V 4515

Je paměťová pěna, která má mezi lidmi mnoho jiných názvů (viz. odstavec 5.4.2.4). Pokud se pěna stlačí, otisk postupně vymizí, tzn., že se dokonale přizpůsobuje lidskému tělu, což vyznačuje komfort. Je měkká, a proto se doporučuje hlavně lidem, kteří jsou trvaleji uvázáni na lůžko. Tato pěna zabraňuje vzniku proleženin. Poskytuje úlevu záďům i končetinám a používá se na vrchní a konečnou vrstvu matrace.

Pěna se standardně nabízí ve žluté barvě (viz obrázek 28). Podle dostupných informací firma vyrábí pouze jeden druh pěny, a to právě V 4515.

Fyzikálně mechanické vlastnosti této pěny nebyly na stránkách výrobce nalezeny. (Viscor – Molitan, [online])



Obrázek 28 – V 4515

6.2 Použité strojní zařízení a pomůcky

Mezi pomůcky, které byly při práci použity, patří odlamovací nůž k nařezání jednotlivých dílů pěn na danou velikost, dále dřevěné pravítko, lihový fix a přístroj METEFEM, typ FF-12/A na měření prodyšnosti.

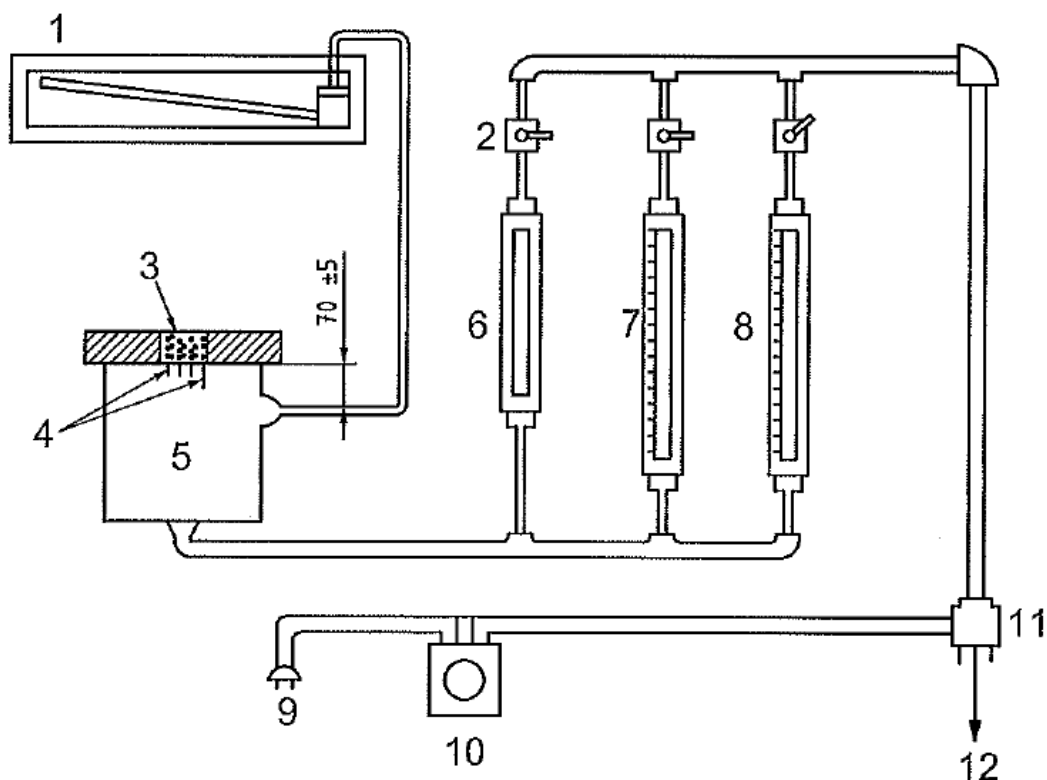
6.3 Použité metodiky práce

Pěny byly měřeny na základě české technické normy ČSN EN ISO 7231 s názvem „Měkké lehčené polymerní materiály – Stanovení hodnoty propustnosti vzduchu při konstantním tlaku“.

Tato norma uvádí dvě možné metody měření, v této práci je použita metoda A.

6.3.1 Metoda měření A

- Zkušební vzorek se nařeže na příslušnou velikost (v tomto případě na 50x50x20mm). U přístroje METEFEM, typ FF-12/A (viz obrázek 29) je velikost testovací plochy variabilní. Pohybuje se od 20 do 50 cm², případně menší. (Fakulta textilní, [online])



Obrázek 29 – Schéma měřicího přístroje METEFEM, typ FF-12/A

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Manometr | 7. Středně-rozsahový průtokoměr |
| 2. Dvoucestný kulový ventil | 8. Vysoko-rozsahový průtokoměr |
| 3. Dutina pro testovací kus | 9. Napájení |
| 4. Lopatky pro zkušební vzorky | 10. Usměrňovač napětí |
| 5. Podtlaková komora | 11. Napojení na ventilátor či vysavač |
| 6. Nízko-rozsahový průtokoměr | 12. Výfuk |

- Umístí se do zkušební dutiny, nezáleží na tom, jakou stranou. Je nutno se ujistit, že je vzorek bez přílišného namáhání a perfektně ve zkušební dutině sedí bez toho, aby okolo profukoval vzduch.

- Zavřou se všechny průtokové ventily a zapne se ventilátor či vysavač napojený na měřicí přístroj.
- Je třeba pomalu otevírat vysoko-rozsahový průtokoměr a nastavit průtok vzduchu k získání tlakového rozdílu (125 ± 1) Pa na manometru.
- Pokud je tato hodnota nižší než 10% plného rozsahu stupnice, je třeba uzavřít ventil tohoto průtokoměru a otevřít ventil s menším rozsahem. Tento postup je opakován, dokud nebude vybrán správný průtokoměr.
- Pro větší přesnost je dobré použít i dva sousední průtokoměry.
- Výsledná hodnota je v l/min. Rozsah tohoto přístroje je 4 – 8000 l/min. (Fakulta textilní, [online])

7 VÝSLEDKY

7.1 Výsledky měření prodyšnosti PUR pěn výrobce BPP s. r. o.

7.1.1 Pěna N 5063

Tabulka 9 – Naměřená prodyšnost pěny N 5063

RŮŽOVÁ PĚNA N 5063				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	5050	5100	5050	5066,7
2.	4000	4050	4050	4033,3
3.	5000	4950	5000	4983,3
4.	4700	4700	4700	4700,0
5.	4500	4450	4500	4483,3
6.	4750	4750	4750	4750,0
7.	4900	4950	4950	4933,3
8.	4600	4630	4600	4610,0
9.	4500	4600	4500	4533,3
10.	4150	4200	4200	4183,3
11.	4400	4400	4400	4400,0
12.	4200	4200	4250	4216,7
13.	4450	4450	4450	4450,0
14.	4600	4600	4600	4600,0
15.	3500	3600	3500	3533,3
16.	4500	4550	4550	4533,3
17.	4500	4500	4550	4516,7
18.	4700	4700	4700	4700,0
19.	4500	4500	4500	4500,0
20.	3700	3700	3700	3700,0

Z tabulky lze vyčíst, že průměrná naměřená hodnota prodyšnosti se pohybuje u této pěny do 4500 l/min. Nejvyšší naměřená průměrná hodnota je 5066,7 l/min a nejmenší naměřená hodnota je 3700 l/min.

7.1.2 Pěna K 5040

Tabulka 10 – Naměřená prodyšnost pěny K 5040

ŽLUTÁ PĚNA K 5040				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	4750	4850	4800	4800,0
2.	5800	5850	5800	5816,7
3.	4800	4800	4900	4833,3
4.	5200	5200	5250	5216,7
5.	5300	5250	5250	5266,7
6.	4600	4500	4450	4516,7
7.	4300	4350	4400	4350,0
8.	5200	5200	5200	5200,0
9.	5200	5300	5300	5266,7
10.	6600	6500	6500	6533,3
11.	5800	5850	5800	5816,7
12.	5000	5100	5000	5033,3
13.	4650	4650	4700	4666,7
14.	4350	4350	4400	4366,7
15.	5000	5000	5100	5033,3
16.	5800	5800	5800	5800,0
17.	4900	4900	4900	4900,0
18.	4750	4800	4900	4816,7
19.	5800	5800	5750	5783,3
20.	4250	4200	4250	4233,3

Tabulka ukazuje hodnoty naměřené prodyšnosti u pěny K 5040, kde je průměrná hodnota lehce nad 5000 l/min. Minimální průměrná hodnota měření je 4233,3 l/min zjištěná u dvacátého vzorku a u desátého vzorku byla naměřena hodnota 6533,3 l/min. Je o nejvyšší naměřenou veličinu u této pěny.

7.1.3 Pěna PPUR

Tabulka 11 – Naměřená prodyšnost u pojené polyuretanové pěny

BAREVNÁ PĚNA PPUR				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	3500	3500	3550	3516,7
2.	3250	3250	3250	3250,0
3.	3000	2900	2950	2950,0
4.	4000	3950	4000	3983,3
5.	3300	3300	3300	3300,0
6.	3050	3050	3100	3066,7
7.	4200	4200	4200	4200,0
8.	3450	3450	3400	3433,3
9.	3500	3500	3500	3500,0
10.	3300	3300	3350	3316,7
11.	2800	2850	2800	2816,7
12.	3300	3300	3300	3300,0
13.	2500	2500	2500	2500,0
14.	3900	3900	3900	3900,0
15.	3400	3450	3400	3416,7
16.	4200	4200	4200	4200,0
17.	4300	4300	4300	4300,0
18.	2800	2800	2850	2816,7
19.	4400	4450	4400	4416,7
20.	3200	3250	3200	3216,7

Pojená polyuretanová pěna vykazovala absolutně nejnižší hodnoty ze všech měřených materiálů. Průměrná prodyšnost činila téměř 3500 l/min, nejvyšší naměřená hodnota byla 4416,7 l/min a nejnižší naměřená hodnota byla 2500 l/min.

7.1.4 Pěna V 5020

Tabulka 12 – Naměřená prodyšnost pěny V 5020

VISKOELASTICKÁ PĚNA V 5020				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	4450	4900	4650	4666,7
2.	4300	4300	4300	4300,0
3.	3600	4650	4580	4276,7
4.	4750	4800	4800	4783,3
5.	4950	4900	4920	4923,3
6.	4420	4400	4450	4423,3
7.	4750	4500	4800	4683,3
8.	4600	4500	4650	4583,3
9.	4150	4500	4220	4290,0
10.	4300	4450	4400	4383,3
11.	4450	4500	4500	4483,3
12.	4500	4300	4450	4416,7
13.	4500	4900	4500	4633,3
14.	4800	4950	4800	4850,0
15.	4300	4450	4800	4516,7
16.	4800	4800	4650	4750,0
17.	4300	4450	4550	4433,3
18.	4450	4450	4800	4566,7
19.	4500	4550	4620	4556,7
20.	4500	4450	4600	4516,7

Výše uvedená tabulka ukazuje, že průměrná naměřená hodnota prodyšnosti u pěny V 5020 je přes 4500 l/min. Nejvyšší naměřená průměrná hodnota je 4923,3 l/min a nejmenší naměřená hodnota je 4276,7 l/min.

7.2 Výsledky měření prodyšnosti PUR pěn výrobce Molitan a. s.

7.2.1 Pěna CME 3535

Tabulka 13 – Naměřená prodyšnost pěny CME 3535 vzorku A

ČERNÁ PĚNA CME 3535 vzorek A				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	5200	5400	5400	5333,3
2.	5400	5300	5400	5366,7
3.	5500	5400	5400	5433,3
4.	5000	5150	5000	5050,0
5.	5500	5400	5500	5466,7
6.	5300	5500	5300	5366,7
7.	5100	5300	5250	5216,7
8.	5500	5600	5500	5533,3
9.	5400	5400	5400	5400,0
10.	5400	5200	5400	5333,3

Tabulka 14 – Naměřená prodyšnost pěny CME 3535 vzorku C

ČERNÁ PĚNA CME 3535 vzorek C				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	5300	5400	5300	5333,3
2.	5200	5300	5200	5233,3
3.	5500	5400	5500	5466,7
4.	5200	5150	5150	5166,7
5.	5400	5400	5400	5400,0
6.	5600	5500	5550	5550,0
7.	5200	5300	5300	5266,7
8.	5500	5600	5500	5533,3
9.	5500	5400	5500	5466,7
10.	5400	5200	5400	5333,3

Protihořlavá pěna CME 3535 má průměrnou hodnotu prodyšnosti u srovnávaných vzorků nepatrně rozdílnou, a to u vzorku A 5350 l/min a u vzorku C 5375 l/min. Z tabulek lze vyčíst, že průměrná maximální naměřená hodnota prodyšnosti u vzorku A je u č. 5, a to 5466,7 l/min. Ta je shodná s průměrnými maximálními naměřenými hodnotami prodyšnosti u vzorku C u č. 3 a č. 9. Průměrná minimální naměřená hodnota prodyšnosti se u zkoumaných vzorků A a C liší. U vzorku A u č. 4 5050 l/min a u vzorku C také u č. 4 5166,7 l/min.

7.2.2 Pěna HR 3530

Tabulka 15 – naměřená prodyšnost pěny HR 3530 vzorku A

BÍLÁ PĚNA HR 3530 vzorek A				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	7200	7200	7200	7200,0
2.	7500	7400	7400	7433,3
3.	7400	7400	7400	7400,0
4.	7600	7400	7400	7466,7
5.	7700	7600	7600	7633,3
6.	7900	7800	7900	7866,7
7.	7500	7450	7500	7483,3
8.	7200	7150	7200	7183,3
9.	7200	7100	7100	7133,3
10.	7500	7400	7400	7433,3

Tabulka 16 – naměřená prodyšnosti pěny HR 3530 vzorku C

BÍLÁ PĚNA HR 3530 vzorek C				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	7600	7500	7500	7533,3
2.	7800	7700	7700	7733,3
3.	7700	7700	7700	7700,0
4.	7400	7400	7400	7400,0
5.	7600	7500	7500	7533,3
6.	7400	7400	7400	7400,0
7.	7200	7200	7150	7183,3
8.	7000	7000	6900	6966,7
9.	7600	7500	7500	7533,3
10.	7700	7700	7650	7683,3

Tyto polyuretanové pěny mají průměrnou hodnotu prodyšnosti opět nepatrně rozdílnou, a to u vzorku A 7423 l/min, u vzorku C pak 7467 l/min. Tabulka 15 vykazuje maximální naměřenou hodnotu 7900 l/min, a to u č. 6 v 1. a 3. měření a minimální hodnotu 7100 l/min u č. 9 ve 2. a 3. měření. Naměřené maximum v Tabulce 16 je 7800 l/min u č. 2 při 1. měření a minimum je 6900 l/min u č. 8 ve 3. měření.

7.2.3 Pěna HR 4037

Tabulka 17 – naměřená prodyšnost pěny HR 4037 vzorku A

ŠEDÁ PĚNA HR 4037 vzorek A				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	6300	6400	6400	6366,7
2.	6300	6300	6400	6333,3
3.	6700	6600	6600	6633,3
4.	6200	6300	6300	6266,7
5.	6100	6200	6100	6133,3
6.	6300	6200	6250	6250,0
7.	6500	6400	6400	6433,3
8.	6400	6300	6300	6333,3
9.	6100	6150	6200	6150,0
10.	5900	5800	5900	5866,7

Tabulka 18 – naměřená prodyšnost pěny HR 4037 vzorku C

ŠEDÁ PĚNA HR 4037 vzorek C				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	5900	5800	5900	5866,7
2.	6300	6200	6300	6266,7
3.	6100	6050	6100	6083,3
4.	6300	6200	6300	6266,7
5.	6400	6300	6400	6366,7
6.	6500	6500	6500	6500,0
7.	6700	6600	6700	6666,7
8.	6100	6100	6100	6100,0
9.	6400	6300	6400	6366,7
10.	6500	6400	6500	6466,7

Také u pěny s označením HR 4037 byla naměřena odlišná průměrná hodnota prodyšnosti, a to u vzorku A 6277 l/min a u vzorku C 6295 l/min. Z tabulek lze vyčíst, že maximální hodnota prodyšnosti byla 6700 l/min a minimální 5800 l/min u vzorku A i vzorku C.

7.2.4 Pěna HR 4542

Tabulka 19 – naměřená prodyšnost pěny HR 4542 vzorku A

ORANŽOVÁ PĚNA HR 4542 vzorek A				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	7100	7100	7100	7100,0
2.	6900	6800	6800	6833,3
3.	6900	6800	6800	6833,3
4.	7100	7000	7100	7066,7
5.	6800	6700	6800	6766,7
6.	7000	6900	7000	6966,7
7.	6900	6800	6900	6866,7
8.	6900	6850	6900	6883,3
9.	7100	7000	7000	7033,3
10.	6800	6700	6800	6766,7

Tabulka 20 – naměřená prodyšnost pěny HR 4542 vzorku C

ORANŽOVÁ PĚNA HR 4542 vzorek C				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	7200	7100	7100	7133,3
2.	7600	7500	7600	7566,7
3.	7100	7050	7100	7083,3
4.	7200	7100	7200	7166,7
5.	7200	7100	7200	7166,7
6.	7300	7300	7300	7300,0
7.	7400	7400	7400	7400,0
8.	7100	7100	7150	7116,7
9.	7200	7150	7200	7183,3
10.	7000	7000	7100	7033,3

U této pěny se dost liší i průměrná naměřená prodyšnost. U vzorku A je to asi 6900 l/min, kdežto u vzorku C je okolo 7200 l/min. Maximální a minimální hodnota je u vzorku A 7100 l/min a 6700 l/min a u vzorku C je maximum 7600 l/min a minimum 7000 l/min.

7.2.5 Pěna T 2337

Tabulka 21 – naměřená prodyšnost pěny T 2337 vzorku A

ŠEDÁ PĚNA T 2337 vzorek A				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	6200	6100	6100	6133,3
2.	6600	6500	6500	6533,3
3.	6400	6500	6400	6433,3
4.	6500	6400	6400	6433,3
5.	6300	6300	6300	6300,0
6.	6400	6300	6250	6316,7
7.	6500	6600	6500	6533,3
8.	6400	6400	6400	6400,0
9.	6350	6300	6300	6316,7
10.	6500	6400	6500	6466,7

Tabulka 22 – naměřená prodyšnost pěny T 2337 vzorku C

ŠEDÁ PĚNA T 2337 vzorek C				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	6500	6400	6500	6466,7
2.	6600	6500	6600	6566,7
3.	6400	6400	6500	6433,3
4.	6300	6200	6300	6266,7
5.	6400	6200	6400	6333,3
6.	6600	6500	6600	6566,7
7.	6500	6500	6550	6516,7
8.	6600	6500	6600	6566,7
9.	6400	6400	6400	6400,0
10.	6800	6600	6600	6666,7

Průměrná prodyšnost u pěny T 2337 se u jednotlivých vzorků nepatrně liší, a to u vzorku A 6387 l/min, u vzorku C 6478 l/min. Nepatrně se liší i naměřené maximální a minimální hodnoty, které jsou u vzorku A 6500 l/min a 6100 l/min, u vzorku C 6800 l/min a 6200 l/min.

7.2.6 Pěna T 2536

Tabulka 23 – naměřená prodyšnost pěny T 2536 vzorku A

ORANŽOVÁ PĚNA T 2536 vzorek A				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	5800	5800	5800	5800,0
2.	5900	5800	5800	5833,3
3.	5700	5800	5700	5733,3
4.	5800	5800	5700	5766,7
5.	5900	5900	5850	5883,3
6.	6000	6000	6000	6000,0
7.	5700	5800	5700	5733,3
8.	5800	5800	5800	5800,0
9.	5600	5600	5600	5600,0
10.	6000	6000	5900	5966,7

Tabulka 24 – naměřená prodyšnost pěny T 2536 vzorku C

ORANŽOVÁ PĚNA T 2536 vzorek C				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	5900	5800	5800	5833,3
2.	6000	5800	5900	5900,0
3.	5900	5700	5800	5800,0
4.	5800	5600	5600	5666,7
5.	6000	5900	5900	5933,3
6.	5800	5900	5900	5866,7
7.	5600	5800	5600	5666,7
8.	5900	5800	5900	5866,7
9.	6000	6000	6000	6000,0
10.	5900	5900	5900	5900,0

Naměřená průměrná prodyšnost u pěny T 2536 je u vzorku A 5812 l/min a u vzorku C 5843 l/min. Maximální hodnota je u obou vzorků stejná, a to 6000 l/min a minimální hodnota se také neliší a činí 5600 l/min.

7.2.7 Pěna T 3037

Tabulka 25 – naměřená prodyšnost pěny T 3037 vzorku A

BÍLÁ PĚNA T 3037 vzorek A				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	5400	5500	5500	5466,7
2.	5600	5600	5600	5600,0
3.	6500	6500	6400	6466,7
4.	5500	5400	5400	5433,3
5.	5400	5600	5400	5466,7
6.	5500	5500	5600	5533,3
7.	5700	5700	5600	5666,7
8.	5400	5500	5500	5466,7
9.	5600	5500	5500	5533,3
10.	5500	5600	5450	5516,7

Tabulka 26 – naměřená prodyšnost pěny T 3037 vzorku C

BÍLÁ PĚNA T 3037 vzorek C				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	5600	5500	5500	5533,3
2.	5700	5700	5700	5700,0
3.	5800	5800	5700	5766,7
4.	5700	5600	5450	5583,3
5.	5750	5600	5600	5650,0
6.	5700	5600	5600	5633,3
7.	5800	5700	5700	5733,3
8.	5700	5600	5600	5633,3
9.	5500	5600	5500	5533,3
10.	5700	5600	5600	5633,3

Pěna s označením T 3037 má průměrnou hodnotu u vzorku A 5615 l/min a u vzorku C 5640 l/min. Minimální hodnoty se liší a ukazují 5400 l/min u vzorku A, 5450 l/min u vzorku C. Maximální hodnota u vzorku A 6500 l/min a maximální hodnota u vzorku C je nižší a činí 5800 l/min.

7.2.8 Pěna T 3240

Tabulka 27 – naměřená prodyšnost u pěny T 3240 vzorku A

ŽLUTOZELENÁ PĚNA T 3240 vzorek A				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	5300	5100	5200	5200,0
2.	5150	5300	5200	5216,7
3.	5000	5100	5150	5083,3
4.	5100	5200	5200	5166,7
5.	5300	5100	5200	5200,0
6.	5200	5200	5400	5266,7
7.	5200	5100	5100	5133,3
8.	5000	5100	5200	5100,0
9.	5100	5000	4900	5000,0
10.	5100	5000	5200	5100,0

Tabulka 28 – naměřená prodyšnost u pěny T 3240 vzorku C

ŽLUTOZELENÁ PĚNA T 3240 vzorek C				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	5800	5800	6000	5866,7
2.	5200	5150	5300	5216,7
3.	6100	5900	5900	5966,7
4.	5900	5800	5700	5800,0
5.	5400	5300	5600	5433,3
6.	5700	5600	5550	5616,7
7.	5600	5600	5700	5633,3
8.	5700	5600	5600	5633,3
9.	5600	5600	5700	5633,3
10.	5700	5600	5900	5733,3

Tyto polyuretanové pěny mají průměrnou hodnotu prodyšnosti u vzorku A 5147 l/min a 5653 l/min u vzorku C. Tabulka 27 vykazuje maximální naměřenou hodnotu 5400 l/min a minimální hodnotu 4900 l/min a tabulka 28 zobrazuje maximální hodnotu 6100 l/min a minimum je 5150 l/min.

7.2.9 Pěna V 4515

Tabulka 29 – naměřená prodyšnost u pěny V 4515 vzorku A

ŽLUTÁ PĚNA V 4515 vzorek A				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	6900	6900	6900	6900,0
2.	7000	6900	6900	6933,3
3.	5900	6850	6800	6516,7
4.	7100	7150	7100	7116,7
5.	7300	7300	7250	7283,3
6.	6900	6800	6800	6833,3
7.	7000	7100	7000	7033,3
8.	7000	6800	6900	6900,0
9.	7100	7150	7100	7116,7
10.	7200	7150	7200	7183,3

Tabulka 30 – naměřená prodyšnost u pěny V 4515 vzorku C

ŽLUTÁ PĚNA V 4515 vzorek C				
díl	1. měření	2. měření	3. měření	průměr
1.	7100	7050	7100	7083,3
2.	7200	7200	7200	7200,0
3.	7500	7400	7400	7433,3
4.	7100	7100	7100	7100,0
5.	6900	6800	6900	6866,7
6.	6700	6600	6700	6666,7
7.	6700	6600	6700	6666,7
8.	7000	7000	7000	7000,0
9.	7100	7100	7100	7100,0
10.	7200	7200	7200	7200,0

Viskoelastická pěna je dost prodyšná jak u vzorku A, tak i C a tato její průměrná veličina je 6982 l/min u vzorku A a 7032 l/min u vzorku C. Vzorek A vykazuje nejvyšší hodnotu 7300 l/min a minimální hodnotu 5900 l/min. Vzorek C je prodyšný více a jeho maximum je 7500 l/min a minimum je 6600 l/min.

7.3 Statistika výsledků měření prodyšnosti PUR pěn

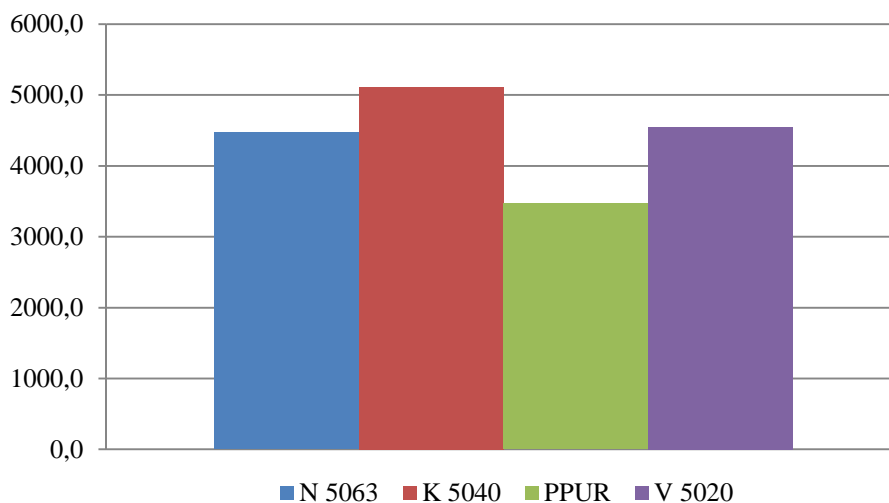
Tabulka 31 – statistické údaje prodyšnosti pěn

Název výrobce	Označení vzorku pěny	Průměr	Minimum	Maximum	Medián	Směrodatná odchylka	
BPP s. r. o.	N 5063	4471,3	3500	5100	4500	380,0	
	K 5040	5112,5	4200	6600	5000	583,6	
	PPUR	3470,0	2500	4450	3375	526,1	
	V 5020	4551,8	3600	4950	4500	235,0	
MOLITAN a. s.	CME 3535	A	5350,0	5000	5600	5400	146,1
		C	5375,0	5150	5600	5400	132,8
	HR 3530	A	7423,3	7100	7900	7400	214,4
		C	7466,7	6900	7800	7500	231,8
	HR 4037	A	6276,7	5800	6700	6300	198,2
		C	6295,0	5800	6700	6300	224,5
	HR 4542	A	6911,7	6700	7100	6900	123,6
		C	7215,0	7000	7600	7200	158,2
	T 2337	A	6386,7	6100	6600	6400	123,8
		C	6478,3	6200	6800	6500	128,9
	T 2536	A	5811,7	5600	6000	5800	116,7
		C	5843,3	5600	6000	5900	120,2
	T 3037	A	5615,0	5400	6500	5500	296,4
		C	5640,0	5400	5800	5600	92,6
	T 3240	A	5146,7	4900	5400	5150	104,8
		C	5653,3	5150	6100	5650	219,8
	V 4515	A	6981,7	5900	7300	7000	251,2
		C	7031,7	6600	7500	7100	231,1

Tato tabulka ukazuje statistické údaje ke všem měřeným pěnám. Směrodatná odchylka nabývá hodnot od 92,6 až po 583,6. Medián prodyšnosti je v rozmezí od 3375 l/min po 7500 l/min. Maximální naměřená hodnota je 7900 l/min u pěny HR 3530, minimální naměřená hodnota prodyšnosti je 2500 l/min u pojené polyuretanové pěny.

7.4 Grafické znázornění výsledků měření prodyšnosti PUR pěn výrobce BPP s. r. o.

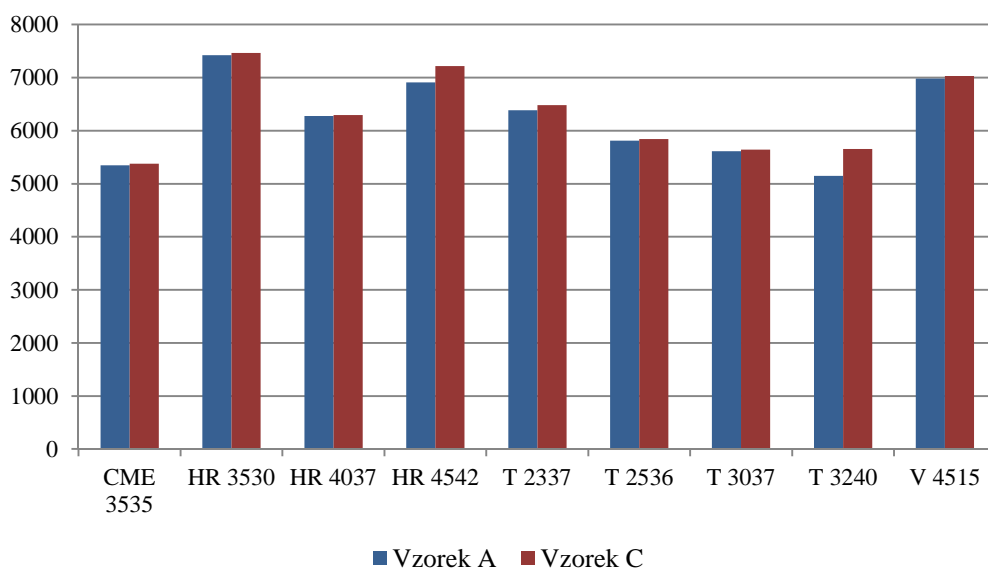
Průměrná prodyšnost pěn z firmy BPP s. r. o.



Obrázek 30 – Průměrná prodyšnost PUR pěn z firmy BPP s. r. o.

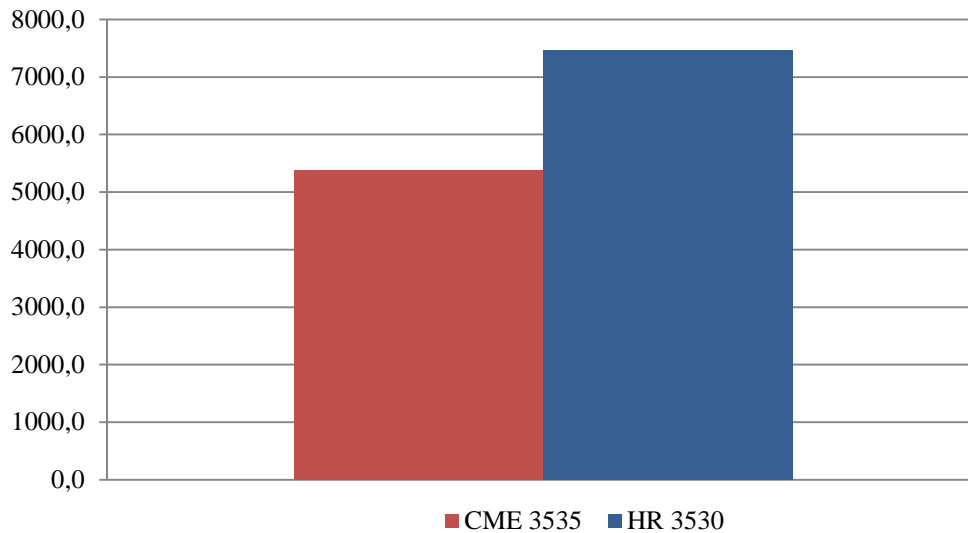
7.5 Grafické znázornění výsledků měření prodyšnosti PUR pěn výrobce Molitan a. s.

Průměrná prodyšnost pěn z firmy Molitan a. s.



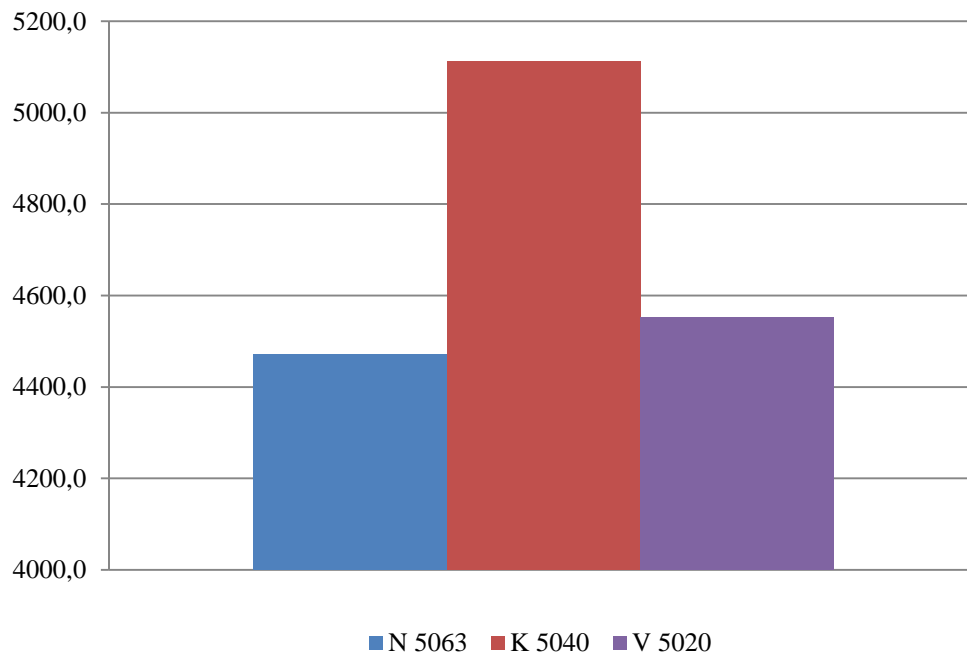
Obrázek 31 – Průměrná prodyšnost PUR pěn z firmy Molitan a. s.

Prodyšnost pěn s objemovou hustotou 35 kg/m³



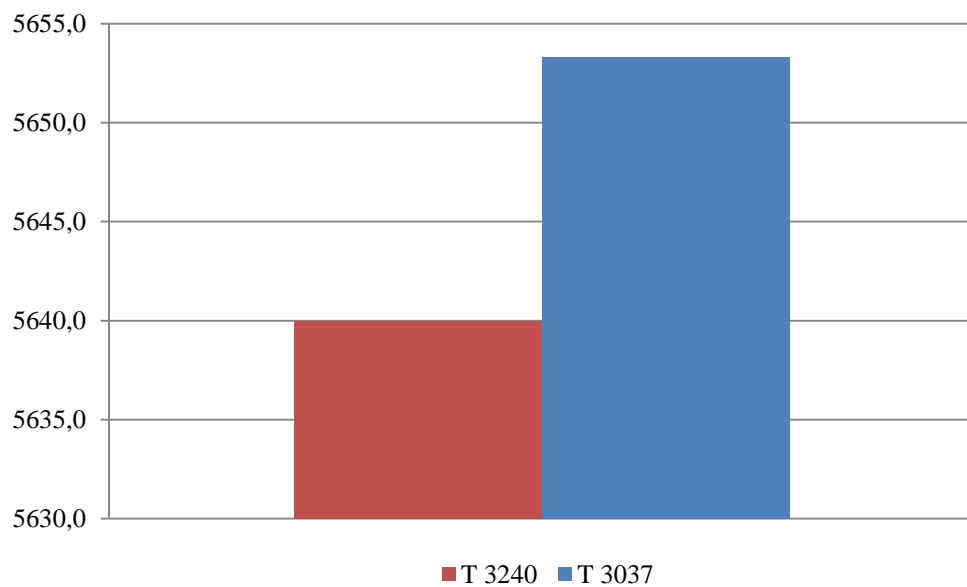
Obrázek 32 – Průměrná prodyšnost PUR pěn s objemovou hmotností 35 kg/m³

Prodyšnost pěn s objemovou hustotou 50 kg/m³



Obrázek 33 – Průměrná prodyšnost PUR pěn s objemovou hmotností 50 kg/m³

Prodyšnost pěn s objemovou hustotou 30 kg/m³



Obrázek 34 – Průměrná prodyšnost PUR pěn s objemovou hmotností 30 – 32 kg/m³

8 DISKUZE A ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Experimentální část práce byla zaměřena na stanovení prodyšnosti zvolených druhů PUR pěn. Zkušební vzorky PUR pěn byly dodány od dvou zpracovatelů (BPP s.r.o. a Molitan a.s.).

1. Zkušební vzorky PUR pěn z firmy BPP s. r. o.

Na základě naměřených dat (tab. 31, str. 56) lze konstatovat, že nejmenší prodyšnost z této skupiny zkušebních vzorků vykazovala pojená polyuretanová pěna, což může být prisuzováno její vysoké objemové hmotnosti, která může činit až 100 kg/m^3 (PROPUR, [online]).

Tato skutečnost je rovněž patrná z obrázku 30 (str. 57), který graficky znázorňuje průměrnou prodyšnost PUR pěn od firmy BPP s.r.o. V porovnání s pojenou polyuretanovou pěnou (PPUR), lze konstatovat, že pěna K 5040 vykazovala naopak nejvyšší prodyšnost. Dále bylo zjištěno, že u třech druhů pěn se stejnou objemovou hmotností (50 kg/m^3) je jejich průměrná prodyšnost výrazně rozdílná pouze v jednom případě (K 5040), u ostatních dvou druhů (N 5063 a V 5020) se jejich průměrná prodyšnost příliš neliší. Tuto skutečnost, lze rovněž pozorovat z obrázku 33 (str. 58), přičemž průměrná prodyšnost se u těchto zkušebních vzorků pohybovala v rozmezí 4 400 – 5200 l/min.

2. Zkušební vzorky PUR pěn z firmy Molitan a. s.

Zkušební vzorky dodané firmou Molitan a. s. byly rozdělené do dvou skupin, přičemž vzorky označené písmenem „A“, se nacházely ve vrchní části bloku a vzorky s označením „C“ se nacházely na opačné, tj. spodní straně polyuretanového bloku.

Nejvyšší naměřenou prodyšnost vykazovala PUR pěna s označením HR 3530. Prodyšnost u vzorku typu „C“ byla 7466,66 l/min. a horního vzorku typu „A“ 7423,33 l/min. Obě uvedené hodnoty prodyšností byly nejvyšší ze všech ověřovaných druhů pěn. Druhou nejvyšší prodyšnost vykazovala pěna HR 4542 s hodnotou vzorku „C“ 7215 l/min. U vzorku typu „A“ byla zjištěna druhá nejvyšší hodnota prodyšnosti u viskoelastické pěny V 4515, a to 6981,66 litrů za minutu. Tyto vysoké hodnoty prodyšnosti mohou být prisuzovány způsobu výroby těchto pěn (v obou případech se jedná o studené pěny).

Naopak nejnižší prodyšnost PUR pěn pocházejících z firmy Molitan a. s. vykazovala nehořlavá pěna s označením CME. Její objemová hmotnost není příliš

vysoká a prodyšnost byla zjištěna velmi nízká. Tato závislost by se dala zdůvodnit tím, že do protihořlavých pěn se přidávají nehořlavé látky, které snižují prodyšnost těchto pěn (Honter, [online]). Jelikož se ale tyto materiály používají většinou jen ve stavebnictví jako tepelná izolace, není prodyšnost zdaleka ten nejdůležitější parametr, který by se měl brát v potaz. Mnohem důležitější je samozřejmě nehořlavost anebo například objemová stálost při vyšších teplotách.

Dalšími ověřovanými vzorky PUR pěn, byly tři druhy tzv. studených pěn s označením HR. Nejvyšší propustnost byla naměřena u pěny, která má objemovou hmotnost 35 kg/m^3 a nejmenší odpor proti stlačení. Druhá nejvyšší hodnota prodyšnosti byla zjištěna u vzorku pěny s označením HR 4542. Tento druh pěny má nejvyšší objemovou hmotnost i odpor proti stlačení. Podle vyvíjejícího se trendu, by měla podobné hodnoty prodyšnosti vykazovat i pěna HR 4037, ale u této pěny byly zjištěny hodnoty prodyšnosti o něco nižší, což by mohlo být přisuzováno nepřesně naformátovaným zkušebními vzorkům, jež mohly zkreslit výsledné hodnoty prodyšnosti.

Testované PUR pěny s označením T, jsou pěny, které mají nižší objemovou hmotnost. Experimentálním měřením byla prokázána hypotéza, že pěny s nejnižší objemovou hmotností mají nejvyšší propustnost a pěny s vysokou objemovou hmotností mají prodyšnost o něco nižší. Rozdíly však nejsou nijak výrazné. Čím nižší je objemová hmotnost PUR pěny, tím vyšší je její prodyšnost, která je způsobena větší pórovitostí v materiálu.

Poslední druh PUR pěny, kterou jsme testovali, byla viskoelastická pěna, která má poměrně velkou prodyšnost. Při porovnání zkušebního vzorku této pěny z firmy Molitan a. s. se vzorkem získaným ve firmě BPP s. r. o., byly hodnoty prodyšnosti značně rozdílné. Mohlo by to být hlavně přisuzováno faktu, že firma Molitan a. s. se věnuje výrobě matrací a musí vytvářet neustále nové a inovativní materiály, aby byly příjemné pro zákazníka.

Z obrázku 32 (str. 58), který graficky zobrazuje průměrné hodnoty u dvou pěn, které měly objemovou hmotnost 35 kg/m^3 , je zřejmé, že nehořlavá pěna vykazovala nižší prodyšnost, což jak již bylo vysvětleno, je způsobené přidáním nehořlavých látek do této pěny, které snižují hořlavost, ale zároveň i prodyšnost.

PUR pěny, jež můžeme označit za standardní pěny (T 3240 a T 3037) mají téměř souhlasné objemové hmotnosti a zároveň i velice podobné hodnoty prodyšnosti, což potvrzuje skutečnost, že objemová hmotnost materiálu má vliv na jeho prodyšnost.

9 PŘÍNOS PRO PRAXI

Současný trh nabízí širokou škálu polyuretanových pěn na výrobu matrací a jiných čalounických výrobků a je těžké se v nich orientovat. Tato bakalářská práce by měla pomoci čtenáři se zorientovat alespoň v části nabízeného sortimentu.

Pro správný výběr polyuretanové pěny potažmo matrace je dobré znát proporce uživatele, podle váhové kategorie vybrat tvrdost matrace. V úvahu by se také měla brát potivost člověka, která úzce souvisí s prodyšností pěny.

Každý člověk vyprodukuje za noc asi 500 ml potu (u některých osob je to až 1000 ml, záleží na psychickém rozpoložení, teploty okolí a jeho tělesných proporcích (iDNES.cz, [online]), které se vsakují do ložního prádla a matrace, proto bychom výběr matrace neměli podceňovat a věnovat mu čas i finanční prostředky. Jedině tak se dá zabránit množení nebezpečných bakterií a zároveň je to cesta jak jít vstříc pohodlnému a zdravému spánku a bydlení.

10 ZÁVĚR

Předkládaná bakalářská práce se zabývá problematikou prodyšnosti PUR pěn používaných při výrobě nábytku. Teoretická část práce je zaměřena na literární přehled vývoje čalouněného nábytku a také se zabývá současnými trendy ve světě čalounění. Nedílnou částí práce je rovněž přehled používaných materiálů, určených k výrobě čalouněného nábytku, včetně materiálů, jež se používaly v minulosti.

Experimentální část práce je zaměřena na stanovení prodyšnosti zvolených druhů polyuretanových pěn, které se používají při výrobě čalouněného nábytku, přičemž ověřované materiály byly dodány od dvou výrobců.

Pěny získané u firmy BPP s.r.o. jsou staršího data a již se na výrobu matrací, sedáků a jiných čalouněných výrobků nepoužívají. Pokud by se jejich používání obnovilo, bylo by vhodné kombinovat je s prvky prodyšnými, jako jsou např. pružinové kostry či tvarování uvnitř matrací, prodyšné rošty či jiné prodyšnější polyuretanové pěny. Prodyšnost původního materiálu u pěn firmy BPP s.r.o. není příliš vysoká.

Co se týče pěn z firmy Molitan a. s., u těch lze pozorovat inovativní výrobu a vysokou prodyšnost. Tuto veličinu vykazovaly hlavně pěny s označením HR a viskoelastická pěna. Menší prodyšnost, ale přesto stále vyšší než u pěn firmy BPP s.r.o., vykazovaly pěny s označením T. Jakákoli kombinace materiálů a těchto pěn povede k příjemnému odpočinku každého uživatele.

Polyuretanové pěny jsou lehkým materiálem, příjemným pro uživatele. Dá se s ním lehce manipulovat a za velkou výhodu se dá považovat i jejich velká šetrnost k přírodě. Při výrobě totiž není narušována ozónová vrstva a nejsou používány nízkomolekulární halogenové uhlovodíky.

11 SUMMARY

The present thesis deals with problematic of polyurethane foams used for furniture manufacturing. The theoretical part is focused on literary overview of the development of upholstered furniture and also discusses current trends in the world of upholstery. An integral part of the work is also an overview of materials for the manufacture of upholstered furniture, including materials that had been used in the past. The experimental part is focused on determining the permeability of selected types of polyurethane foams used for the manufacture of upholstered furniture. The tested samples of polyurethane foams were supplied by two manufacturers.

Foams obtained at the company BPP Ltd. are already older and are no longer used for the production of mattresses, cushions and other upholstered products. Should these be considered for the production again, it would be appropriate to combine them with the breathable elements such as mattress spring frame or mattress inner forming, breathable grates or other breathable polyurethane foams. The breathability of the original foam material used at the company BPP Ltd. is not high enough.

Regarding foams produced by the company Molitana, JSC, the innovative production and high breathability can be observed. This variable was shown mainly by the foam labeled HR and by the viscoelastic foam. Smaller breathability, however still higher than in foams produced by company BPP Ltd., was shown by the foams labeled as T. Any combination of materials and these foams will lead to a relax of each user.

Polyurethane foams are light weight material, comfortable for a user. They can be easily manipulated with and their respect for nature can be considered as another great advantage, as the ozone layer is not disrupted and no low molecular weight halogenated hydrocarbons are used by its production.

12 SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

°C	stupně celsia
a. s.	akciová společnost
atd.	a tak dále
cm	měrná jednotka centimetr
ČSN	česká státní norma
DIN	německá národní norma / Deutsche Industrie-Norm
EN	Evropská norma
ISO	mezinárodní organizace pro normalizaci
kg	kilogram
kg/m ³	kilogram na metr krychlový
kPa	kilopascal
l/min	litr za minutu
m	metr
max.	maximální
min.	minimální
MJ	měrná jednotka
ml	mililitr
mm	milimetr
MVSS	norma požární odolnosti polyuretanových pěn
N	newton
N/cm	newton na centimetr
např.	například
NIS	nábytkářský informační systém
odst.	odstavec
Pa	pascal
PPI	pórozita
PUR	polyuretan
s. r. o.	společnost s ručením omezeným
SAG	parametr kvality
Sb.	Sbírky

13 ZDROJE

13.1 Knižní zdroje

- CIMBUREK, F. 1948. *Dějiny nábytkového umění*. Brno: F. Cimburek, 332 s.
- CIMBUREK, F. 1949-50. *Dějiny nábytkového umění*. Brno: F. Cimburek, 337-667 s.
- CIMBUREK, F. 1950. *Dějiny nábytkového umění*. Brno: F. Cimburek, 673-1130 s.
- DOMBROW, Bernard Albert. *Polyuretany*. 1961. Praha: Státní vydavatelství technické literatury, 1961. ISBN 8085920727.
- HÁLA, Boris. *Interiér: tvorba obytného prostoru*. 2009. Grada Publishing a. s., 2009. ISBN 978-80-247-3216-9.
- HALABALA, J. 1969. *Výroba nábytku tvorba a konstrukce*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 271 s.
- JANČOVÁ, V., BRUNECKÝ, P., JIČÍNSKÝ, M. a kol. NIS část X. *Materiály pro výrobu čalouněného nábytku*. 1. vyd. IRCAES Brno 2012, 162 s. ISBN 978-80-87502-13-6.
- KANICKÁ, Ludvika. *Nábytek: typologie, základy tvorby*. 201104. Grada Publishing a. s., 1104. ISBN 978-80-247-3746-1.
- KRESSA, František. *Čalounické materiály pro I. až III. ročník SOU*. 1991. Praha, 1991. ISBN 80-04-25490-X.
- MLEZIVA, J. a J. ŠŇUPÁREK. *Polymery: výroba, struktura, vlastnosti a použití*. 2000. Sobotáles, 2000. ISBN 8085920727.
- PROKOPOVÁ, Helena a Věra PIDROVÁ. *Ložnice: design/styl/odpočinek/spánek*. 2008. Brno: ERA, 2008. ISBN 978-80-7366-129-8.
- PROKOPOVÁ, Helena a Vladimír ŠTORK. *Čalouněný nábytek*. 2006. Brno: ERA, 2006. ISBN 80-7366-053-9.
- WÖHRLIN, T. 2008. *Nábytkové slohy od antiky po současnost*. 1. vyd. Praha: Grada, 223 s. ISBN 978-80-247-2034-0.

13.2 Internetové zdroje

- Pohovka Cassapanca. *MetMuseum* [online]. New York, 2010-2016 [cit. 2016-01-18]. Dostupné z: <http://www.metmuseum.org/art/collection/search/202107>
- Z historie čalounických materiálů. *Nábytek dnes.cz* [online]. Letohrad, 2010-2016 [cit. 2016-01-25]. Dostupné z: <http://nabytek-dnes.cz/z-historie-calounicky-ch-materialu-tvarovaci-a-vyplnove-materialy-p143>
- Zpracování PUR pěn. *TVI* [online]. Černošice, 2016 [cit. 2016-02-1]. Dostupné z: <http://nabytek-dnes.cz/z-historie-calounicky-ch-materialu-tvarovaci-a-vyplnove-materialy-p143>
- Měli byste o polyuretanové matraci vědět. *MT nábytek* [online]. Brno, 2011-2016 [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: <https://www.mt-nabytek.cz/slovník-pojmu/82-polyuretan-a-polyuretanove-matrace.htm>
- PUR pěna - polyuretanová pěna. *NIS - nábytkářský informační systém* [online]. Brno, 2013 [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: <http://www.n-i-s.cz/cz/polyuretanova-pena--pur-pena/page/458/>
- Současný stav polyuretanových pěn pro čalounění. *Eurofoam* [online]. Brno, 2004 [cit. 2016-03-03]. Dostupné z: http://www.bpp-brno.cz/data/File/Soucasny_stav..pdf
- The presentation of foam. *Eurofoam* [online]. Sajóbábony, 2010 [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: <http://www.eurofoam.hu/habtipusok-en/the-presentation-of-foam/>
- polyuretanech. *MediaMix* [online]. Slavičín, 2016 [cit. 2016-03-18]. Dostupné z: <http://www.media-mix.cz/en/node/22>
- Typy pěn: duren. *BPP* [online]. Brno, 2016 [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: <http://www.bpp-brno.cz/text/cs/typy-pen.aspx>
- Jak správně vybrat matraci. *Postele, ložnice* [online]. Praha 1 - Staré Město, 2016 [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://www.bpp-brno.cz/text/cs/typy-pen.aspx>
- Matrace z PUR pěny. *Sleepcentrum* [online]. Praha 5, 2016 [cit. 2016-03-29]. Dostupné z: <http://www.sleepcentrum.cz/pur-pena-matrace/>
- Technické listy. *LD seating* [online]. Boskovice, 2016 [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://netpricelist.ldseating.com/DataStorage/SerieFiles/1199.pdf>

- Detail matrace Svoboda King elastic medium. *Sklopné postele Svoboda* [online]. Blansko, 2016 [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://www.sklopne-postele.eu/matrace.php?id=svoboda-king-elastic-medium&img=zvetsit>
- Polyuretanová pěna. *Matrace* [online]. Nedvědice, 2012-2016 [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://www.matrace-obchod.cz/polyuretanova-pena/c5>
- Aktiv - polyuretanové pěny. *Medimat* [online]. Písek, 2013 [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://i0.cz/s/nos/cepK9p/266996/KATALOG.pdf>
- Pěny se sníženou hořlavostí: katalog produktů. *Molitan a. s.* [online]. Břeclav, 2011 [cit. 2016-04-01]. Dostupné z: <http://www.molitan.cz/products/view/9>
- Studené pěny: katalog produktů. *Molitan a. s.* [online]. Břeclav, 2011 [cit. 2016-04-01]. Dostupné z: <http://www.molitan.cz/products/view/7>
- Standardní pěny: katalog produktů. *Molitan a. s.* [online]. Břeclav, 2011 [cit. 2016-04-01]. Dostupné z: <http://www.molitan.cz/products/view/6>
- Viscor pěny: katalog produktů. *Molitan a. s.* [online]. Břeclav, 2011 [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://www.molitan.cz/products/view/10>
- Molitanová deska na míru pojená pěna RE100: Specifikace recyklované molitanové desky pojené pěny RE100. *ProPUR* [online]. Praha 5, 2012 [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://www.propur.cz/30,molitanove-desky-molitan-na-miru-metraz-pojena-pena-re100.html>
- Protipožární polyuretanové pěny. *Honter company s. r. o.* [online]. Praha 10, 2010-2014 [cit. 2016-04-05]. Dostupné z: <http://www.honter.cz/o-spolecnosti/certifikace.html>
- Vedra končí, ale v posteli se člověk potí celý rok.: Jak tomu zabránit? In: : *iDNES.cz* [online]. Praha 5: MAFRA, 2013 [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: http://bydleni.idnes.cz/matrace-a-nadmerne-poceni-0hg-/dum-osobnosti.aspx?c=A130810_230624_dum-osobnosti-rez
- Zařízení pro měření prodyšnosti: METEFEM, typ FF-12/A. *Technická univerzita v Liberci: Fakulta textilní* [online]. Liberec, 2008 [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: http://dirk.kmi.tul.cz/index.cgi?sou=science/laboratore/knt-testovani_filtrace.htm

13.3 Seznam obrázků

- Obrázek 1 – pohovka „Cassapanca“. Dostupné z: <http://www.metmuseum.org/art/collection/search/202107>
- Obrázek 2 – Pohovka madam Recamier. Dostupné z: https://www.1stdibs.com/furniture/seating/day-beds/fainting-couch-identical-to-that-madame-juliette-recamier/id-f_562091/
- Obrázek 3 – Křeslo vyrobené roku 1960. Dostupné z: <http://www.retrofactory.cz/kreslo-cesky-nabytek.html>
- Obrázek 4 – Dětská čalouněná židle. Dostupné z: <http://detsky-pokoj.bydleniprokazdeho.cz/detske-pokoje/bude-tato-detska-zidle-ta-spravna.php>
- Obrázek 5 – Celočalouněná postel s PUR matrací. Dostupné z: <http://www.idealni-bydleni.cz/idealni-bydleni-clanek-847-Poznejte-rozdil-v-matracich>
- Obrázek 6 – Původní výroba PUR pěn. Dostupné z: <http://tvi-pur.cz/zpracovani-polyuretanovych-pur-pen-nastrikem-a-litim/>
- Obrázek 7 – 2,4 a 2,6 – toluylendiisokyanát. Dostupné z: MLEZIVA, Josef. Polymery-výroba, struktura, vlastnosti a použití. 1. vyd. Brno : Sobotáles, 1993. 528 s. ISBN 80-901570-4-1.
- Obrázek 8 – 4,4 – diisokyanatodifenylmethan. Dostupné z: MLEZIVA, Josef. Polymery-výroba, struktura, vlastnosti a použití. 1. vyd. Brno : Sobotáles, 1993. 528 s. ISBN 80-901570-4-1.
- Obrázek 9 – 4,4'- diisokyanatodifenylmethan. Dostupné z: MLEZIVA, Josef. Polymery-výroba, struktura, vlastnosti a použití. 1. vyd. Brno : Sobotáles, 1993. 528 s. ISBN 80-901570-4-1.
- Obrázek 10 – Reakce výroby polyuretanových pěn. Dostupné z: MLEZIVA, Josef. Polymery-výroba, struktura, vlastnosti a použití. 1. vyd. Brno : Sobotáles, 1993. 528 s. ISBN 80-901570-4-1.
- Obrázek 11 – Buňka polyuretanové pěny. Dostupné z: <http://www.n-i-s.cz/cz/polyuretanova-pena--pur-pena/page/458/>
- Obrázek 12 – Mikroskopický pohled na studenou pěnu. Dostupné z: <http://www.loznice.cz/produkty/cellpur--a-sensitive---penove-matrace/14350>

- Obrázek 13 – Proces vypěňování polyuretanových pěn. Dostupné z: file:///C:/Users/asistentka/Downloads/zaverecna_prace.pdf
- Obrázek 14 – Schéma buněk. Dostupné z: http://www.fs.vsb.cz/export/sites/fs/330/.content/files/Slide13_Polymery.pdf
- Obrázek 15 – Výroba pojené polyuretanové pěny. Dostupné z: <http://www.n-i-s.cz/cz/polyuretanova-pena--pur-pena/page/458/>
- Obrázek 16 – K 5063. Dostupné z vlastního zdroje autora.
- Obrázek 17 – K 5040. Dostupné z vlastního zdroje autora.
- Obrázek 18 – PPUR. Dostupné z vlastního zdroje autora.
- Obrázek 19 – V 5020. Dostupné z vlastního zdroje autora.
- Obrázek 20 – CME 3535. Dostupné z vlastního zdroje autora.
- Obrázek 21 – HR 3530. Dostupné z vlastního zdroje autora.
- Obrázek 22 – HR 4037. Dostupné z vlastního zdroje autora.
- Obrázek 23 – HR 4542. Dostupné z vlastního zdroje autora.
- Obrázek 24 – T 2337. Dostupné z vlastního zdroje autora.
- Obrázek 25 – T 2536. Dostupné z vlastního zdroje autora.
- Obrázek 26 – T 3037. Dostupné z vlastního zdroje autora.
- Obrázek 27 – T 3240. Dostupné z vlastního zdroje autora.
- Obrázek 28 – V 4515. Dostupné z vlastního zdroje autora.
- Obrázek 29 – Schéma měřicího přístroje METEFEM, typ FF-12A. Dostupné z normy ČSN EN ISO 7312.
- Obrázek 30 – Průměrná prodyšnost PUR pěn z firmy BPP s. r. o. Dostupné z vlastního zdroje autora.
- Obrázek 31 – Průměrná prodyšnost PUR pěn z firmy Molitan a. s. Dostupné z vlastního zdroje autora.
- Obrázek 32 – Průměrná prodyšnost PUR pěn s objemovou hmotností 35 kg/m³. Dostupné z vlastního zdroje autora.
- Obrázek 33 – Průměrná prodyšnost PUR pěn s objemovou hmotností 50 kg/m³. Dostupné z vlastního zdroje autora.
- Obrázek 34 – Průměrná prodyšnost PUR pěn s objemovou hmotností 30 – 32 kg/m³. Dostupné z vlastního zdroje autora.

13.4 Použitá norma

- ČSN EN ISO 7312. Měkké lehčené polymerní materiály: Stanovení hodnoty propustnosti vzduchu při konstantním tlaku. 2. Brusel: European committee for standardization, 2010.

13.5 Seznam tabulek

- Tabulka 1 – Fyzikálně mechanické vlastnosti pěny CME 3535
- Tabulka 2 – Fyzikálně mechanické vlastnosti pěny HR 3530
- Tabulka 3 – Fyzikálně mechanické vlastnosti pěny HR 4037
- Tabulka 4 – Fyzikálně mechanické vlastnosti pěny HR 4542
- Tabulka 5 – Fyzikálně mechanické vlastnosti pěny T 2337
- Tabulka 6 – Fyzikálně mechanické vlastnosti pěny T 2536
- Tabulka 7 – Fyzikálně mechanické vlastnosti pěny T 3037
- Tabulka 8 – Fyzikálně mechanické vlastnosti pěny T 3240
- Tabulka 9 – Naměřená prodyšnost pěny N 5063
- Tabulka 10 – Naměřená prodyšnost pěny N 5040
- Tabulka 11 – Naměřená prodyšnost u pojené polyuretanové pěny
- Tabulka 12 – Naměřená prodyšnost pěny V 5020
- Tabulka 13 – Naměřená prodyšnost pěny CME 3535 vzorku A
- Tabulka 14 – Naměřená prodyšnost pěny CME 3535 vzorku C
- Tabulka 15 - Naměřená prodyšnost pěny HR 3530 vzorku A
- Tabulka 16 - Naměřená prodyšnost pěny HR 3530 vzorku C
- Tabulka 17 - Naměřená prodyšnost pěny HR 4037 vzorku A
- Tabulka 18 - Naměřená prodyšnost pěny HR 4037 vzorku C
- Tabulka 19 - Naměřená prodyšnost pěny HR 4542 vzorku A
- Tabulka 20 - Naměřená prodyšnost pěny HR 4542 vzorku C
- Tabulka 21 - Naměřená prodyšnost pěny T 2337 vzorku A
- Tabulka 22 - Naměřená prodyšnost pěny T 2337 vzorku C
- Tabulka 23 - Naměřená prodyšnost pěny T 2536 vzorku A
- Tabulka 24 - Naměřená prodyšnost pěny T 2536 vzorku C
- Tabulka 25 - Naměřená prodyšnost pěny T 3037 vzorku A
- Tabulka 26 - Naměřená prodyšnost pěny T 3037 vzorku C

- Tabulka 27 - Naměřená prodyšnost pěny T 3240 vzorku A
- Tabulka 28 - Naměřená prodyšnost pěny T 3240 vzorku C
- Tabulka 29 - Naměřená prodyšnost pěny V 4515 vzorku A
- Tabulka 30 - Naměřená prodyšnost pěny V 4515 vzorku C
- Tabulka 31 – Statistické údaje prodyšnosti pěn