



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní



Analýza struktury jednorázové dětské pleny

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil
Studijní obor: 3107R007 – Textilní marketing
Autor práce: **Lucie Špínková**
Vedoucí práce: Ing. Jiří Chaloupek, Ph.D.





Analysis of structure of a disposable baby diaper

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil
Study branch: 3107R007 – Textile marketing
Author: **Lucie Špinková**
Supervisor: Ing. Jiří Chaloupek, Ph.D.





Zadání bakalářské práce

Analýza struktury jednorázové dětské pleny

Jméno a příjmení: **Lucie Špínková**
Osobní číslo: T16000386
Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: Textilní marketing
Zadávající katedra: Katedra hodnocení textilií
Akademický rok: **2018/2019**

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s problematikou konstrukce jednorázových dětských plen. Provedte rešerši na dané téma.
2. Analyzujte strukturu a vlastnosti jednotlivých částí různě konstruovaných dětských plen. Zejména se zaměřte na testování savosti a zpětného průsaku. Otestujte smáčení jednotlivých vrstev.
3. Naměřené výsledky porovnejte a vyhodnoťte. Hledejte souvislosti mezi strukturou a savostí jednotlivých dětských plen.
5. Diskutujte výsledky a navrhněte další postupy řešení daného problému.

Rozsah pracovní zprávy:

30 – 40 stran

Forma zpracování práce:

tištěná/elektronická



Seznam odborné literatury:

1. W. Albrecht, H. Fuchs, W. Kittelmann: Nonwovens Fabrics, Wiley-VCH, Weinheim 2003, ISBN: 3-527-30406-1
2. RUSSELL, Edited by S.J. Handbook of nonwovens. Boca Raton, Fla. [etc.] : Cambridge: CRC press ; Woodhead, 2007. ISBN 978-185-5736-030.
3. Jirsák, O., Wadsworth, L.C. Nonwoven Textiles, Carolina Academic Press, Durham, NC 1999, ISBN 0-89089-978-8

Vedoucí práce:

Ing. Jiří Chaloupek, Ph.D.
Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů

Datum zadání práce:

16. října 2018

Předpokládaný termín odevzdání:

18. dubna 2019


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka

V Liberci 27. února 2019




doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že texty tištěné verze práce a elektronické verze práce vložené do IS STAG se shodují.

16. 4. 2019


Lucie Špinková

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Jiřímu Chaloupkovi, Ph.D. za odbornou pomoc, vstřícnost a čas, který mi věnoval během tvorby této bakalářské práce.

Dále bych také ráda poděkovala své rodině, která při mně po celou dobu studia stála a byla mi velkou oporou, čehož si velmi vážím a jsem jim za to vděčná. Děkuji.

Anotace

Bakalářská práce se zabývá konstrukcí a strukturou jednotlivých vrstev dětských jednorázových plen a jejich souvislostí se savostí a zpětným průsakem plen. Teoretická část je věnována problematice konstrukce jednorázových plen, materiálům používaným při jejich výrobě a technologii výroby používané při výrobě netkaných textilií. Praktická část popisuje postupy měření a dále naměřené a zpracované výsledky vlastností vybraných vzorků dětských jednorázových plen. V závěru jsou veškeré výsledky a poznatky shrnuty.

Klíčová slova

Dětská jednorázová plena, savost, smáčivost, struktura, zpětný průsak.

Annotation

The bachelor thesis deals with the structure and structure of the individual layers of disposable diapers and their relationship with absorbency and rewet of diapers. The theoretical part is devoted to the issue of disposable diapers construction, materials used in their production and production technology used in the production of nonwovens. The practical part describes the measurement procedures and the measured and processed results of the properties of selected samples of disposable diapers. In conclusion, all results and findings are summarized.

KeyWords

Absorbency, baby disposable diaper, leakage, structure, wettability.

Obsah

Seznam zkratk	10
Seznam tabulek	11
Seznam obrázků	12
1. Úvod	14
2. Historie plen	15
3. Vývoj v konstrukci jednorázových plen	17
3.1 Pleny první generace	17
3.2 Pleny druhé generace	18
3.3 Pleny třetí generace	19
3.4 Pleny čtvrté generace	20
3.5 Pleny páté generace	21
4. Faktory ovlivňující volbu jednorázových či látkových plen	23
4.1 Finanční náklady	23
4.2 Čas a pohodlí	24
4.3 Ekologie	24
4.4 Zdraví	25
5. Přední výrobci dětských jednorázových plen	26
5.1 Procter & Gamble	26
5.2 Drylock Technologies s. r. o.	27
6. Materiály a výrobní technologie používané při výrobě jednorázových plen	29
6.1 Materiály používané při výrobě jednorázových plen	29
6.1.1 Polypropylen	29
6.1.2 Polyethylen	30
6.1.3 Celulózová vlákna	30
6.2 Netkané textilie a jejich technologie výroby	31
6.2.1 Technologie spun–bond	32
6.2.2 Technologie melt–blown	34
6.2.3 Technologie SMS	36
7. Savost a smáčivost textilie	37
7.1 Nasákavost	37
7.2 Smáčivost	37
8. Praktická část	39
8.1 Analýza struktury vzorků jednorázových plen č. 1 - 5	39

8.1.1 Vzorek č. 1.....	39
8.1.2 Vzorek č. 2.....	42
8.1.3 Vzorek č. 3.....	44
8.1.4 Vzorek č. 4.....	47
8.1.5 Vzorek č. 5.....	49
8.2 Hmotnost plen a jejich částí	52
8.3 Plošná hmotnost.....	53
8.4 Měření nasákavosti vrchních částí plen metodou vztlínání.....	55
8.5 Měření úhlu smáčení.....	56
8.6 Měření savosti a zpětného průsaku plen	58
8.7 Shrnutí a porovnání výsledků měření	62
8.8 Nalezené souvislosti mezi strukturou a savostí jednotlivých plen, případné další postupy řešení daného problému	63
Závěr	65
Seznam použité literatury	66
Seznam příloh	69

Seznam zkratk

ČSN	označení českých technických norem
EFC	ElementaryChlorin Free
NaCl	chlorid sodný
PLMA	veletrh pro privátní značky (<i>Private Label Manufacturers Association</i>)
PVC	polyvinylchlorid
SAP	superabsorpční prášek
SMMS	spun-bond/melt-blown/melt-blown/spun-bond
SMS	spun-bond/melt-blown/spun-bond
SSMMS	spun-bond/spun-bond/melt-blown/melt-blown/spun-bond
USB	univerzální sériová směrnice (<i>Universal Serial Bus</i>)
θ	théta

Seznam tabulek

Tabulka 1: Průměrná celková hmotnost jednotlivých vzorků a jejich částí	52
Tabulka 2: Průměrné plošné hmotnosti jednotlivých vrstev	54
Tabulka 3: Výsledky měření vztlínivosti	55
Tabulka 6: Výsledky měření úhlu smáčení	57
Tabulka 4: Výsledky měření rychlosti vsáknutí	59
Tabulka 5: Naměřené hodnoty při měření zpětného průsaku.....	60

Seznam obrázků

Obr. 1: Ukázka vázání plenkových kalhotek v dobové příručce Naše dítě.....	16
Obr. 2: Plena první generace vyráběná v letech 1965 – 1985.....	18
Obr. 3: Plena druhé generace vyráběná v letech 1985 – 1990.....	19
Obr. 4: Plena třetí generace vyráběná v letech 1990 – 1993.....	20
Obr. 5: Plena čtvrté generace vyráběná v letech 1993 – 1995.....	21
Obr. 6: Plena páté generace.....	22
Obr. 7: Polypropylenové vlákno.....	30
Obr. 8: Polyethylenové vlákno.....	30
Obr. 9: Textilie vyrobená technologií spun-bond.....	32
Obr. 10: Schéma výroby netkané textilie technologií spun – bond.....	33
Obr. 11: Textilie vyrobená technologií melt-blown.....	34
Obr. 12: Schéma výroby netkané textilie technologií melt-blown.....	35
Obr. 13: Textilie vyrobená technologií SMS.....	36
Obr. 14: Smáčivost.....	38
Obr. 15: Plena – vzorek č. 1.....	39
Obr. 16: Detail vrchní vrstvy vzorku č. 1.....	40
Obr. 17: Grafické znázornění procentuálního zastoupení hmotnosti jednotlivých částí vzorku č. 1.....	41
Obr. 18: Plena – vzorek č. 2.....	42
Obr. 19: Detail vrchní vrstvy vzorku č. 2.....	42
Obr. 20: Grafické znázornění procentuálního zastoupení hmotnosti jednotlivých částí vzorku č. 2.....	44
Obr. 21: Plena – vzorek č. 3.....	45
Obr. 22: Detail vrchní vrstvy vzorku č. 3.....	45
Obr. 23: Grafické znázornění procentuálního zastoupení hmotnosti jednotlivých částí vzorku č. 3.....	46
Obr. 24: Plena – vzorek č. 4.....	47
Obr. 25: Detail vrchní vrstvy vzorku č. 4.....	48
Obr. 26: Grafické znázornění procentuálního zastoupení hmotnosti jednotlivých částí vzorku č. 4.....	49
Obr. 27: Plena – vzorek č. 5.....	50

Obr. 28: Detail vrchní vrstvy vzorku č. 5	50
Obr. 29: Grafické znázornění procentuálního zastoupení hmotnosti jednotlivých částí vzorku č. 5	51
Obr. 30: Graf průměrného procentuálního zastoupení jednotlivých částí plen.....	53
Obr. 31: Průběh měření vzlínivosti.....	55
Obr. 32: Graf porovnání nasákavosti vzorků č. 1 - 5	56
Obr. 33: Přístroj SeeSystem E	57
Obr. 34: Pomůcka k měření nasákavosti	58
Obr. 35: Graf průměrné rychlosti vsáknutí.....	59
Obr. 36: Znázornění měření zpětného průsaku	60
Obr. 37: Graf zpětného průsaku v gramech.....	61
Obr. 38: Graf průměrného zpětného průsaku v procentech.....	61

1. Úvod

Dětské pleny jsou jedním z nejčastěji vnímaných produktů, spojených s péčí o dítě. Na světovém i tuzemském trhu je v současné době nabízeno mnoho druhů a značek těchto výrobků. Dnes jsou jich plné obchody a kupuje je převážná většina rodin s malými dětmi. Dětské pleny se staly nedílnou součástí našich životů. Spotřebitelé na výrobce jednorázových plen vytvářejí neustálý tlak na snižování cen a na zlepšování uživatelských vlastností těchto plen.

Konstrukce plen a struktura jednotlivých vrstev dětských jednorázových plen od jejich uvedení na trh prochází neustálým vývojem. Úvodní část práce bude proto věnována postupnému vývoji v konstrukci těchto plen, seznámení se s nejčastěji používanými materiály při výrobě jednorázových plen a popisu technologie výroby netkaných textilií. Okrajově bude zmíněn významný zahraniční i tuzemský výrobce jednorázových dětských plen.

Již výroba samotné netkané textilie je prvním krokem k ovlivnění vlastností plen a to zvolením vhodného druhu vlákna či polymeru, jemnosti vlákna, plošnou hmotností netkané textilie, ale i zvoleným způsobem pojení netkané textilie. Cílem této práce je zjistit, jaký vliv má právě konstrukce a struktura jednotlivých vrstev plen na jejich savost a zpětný průsak. Pro účely této práce bude k dispozici 5 různých vzorků plen. Čtyři vzorky byly poskytnuty jedním výrobcem a pátý vzorek je od konkurenčního výrobce plen. Ty budou podrobeny testování, které by mělo prokázat, že odlišnosti ve struktuře, či konstrukci plen mají vliv na jejich zpětný průsak či savost.

V praktické části této práce bude každý ze vzorků rozebrán, popsán po konstrukční stránce a rovněž bude popsána struktura vrstev plen. K bližšímu zjištění, zda má vliv na savost a zpětný průsak plen, bude nejprve zjištěna celková hmotnost plen, hmotnost jejich částí, plošné hmotnosti jednotlivých textilních vrstev a smáčivost vrchních vrstev. Další část práce bude zaměřena na testování již zmíněné savosti a zpětného průsaku plen a následného hledání vzájemných souvislostí. Průběh a výsledky provedených zkoušek budou popsány a výsledky zaznamenány v tabulkách a grafech. Všechna získaná data a nalezené souvislosti mezi strukturou plen a savostí, případně zpětným průsakem budou následně vyhodnoceny a případně navrženy další postupy řešení daného problému.

2. Historie plen

Lidstvo používá dětské pleny již od dávných dob. Ve starověku lidé jako pleny používali listové zábaly, kůže zvířat a jiné přírodní zdroje. Eskymáci pod plenu z kůže dávali například mech. Inkové zase jako plenu používali trávu, která byla překryta králíčí kůží. V teplejších tropických podnebních byly děti většinou nahé a žádné pleny neměly. [1]

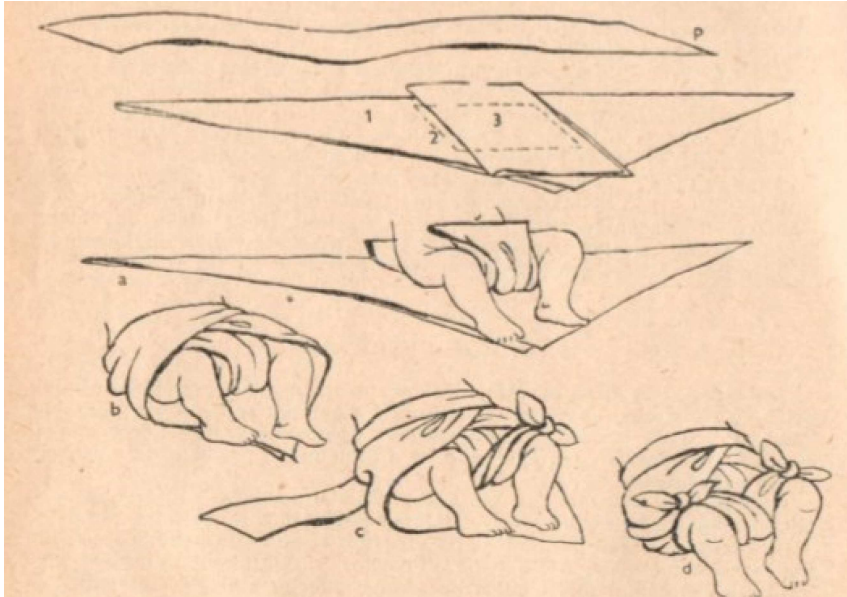
Pokud by slovo plena bylo přeloženo do anglického jazyka, bude nabídnuto slovo diaper. Tento výraz však původně neznamenal plenu tak, jak ji známe dnes. Původně se jednalo o tkaninu, která se skládala z malých geometrických útvarů, které se neustále dokola opakovaly. [2]

Pokud se mluví o počátku výroby moderních plen, tak jak jsou známe dnes, je potřeba se vrátit zpět do devatenáctého století. Tehdy se vyráběly pouze látkové pleny z vlněných, lněných a bavlněných tkanin. [2] Tak, jak v současnosti procházejí jednorázové dětské pleny neustálým vývojem kupředu, tak i ve vývoji látkových plen docházelo a stále čas od času dochází k velkému posunu ve zlepšení vlastností těchto látkových plen.

Velmi významnou osobností, podílející se na zlepšení vlastností látkových dětských plen, byla Marion O'Brien Donovan. Ve dvacátém století podala celkem čtyři patenty na zlepšení vlastností látkových dětských plen. Jedním z nejvýraznějších bylo nahrazení zavíracího špendlíku plastovými druky. [2] Ty velmi výrazně zlepšily bezpečnost dětí. Pokud se hovoří o bezpečnosti dětí, neměla by se opomenout také zdravotní rizika, která vznikala především působením teploty a vlhka na dětské pokožce. Tyto negativní vlivy byly odstraněny používáním vyvářky, která měla za úkol odstranit všechny dětem nebezpečné bakterie a viry. Neustále se však renovovaly také nepromokavé obaly dětských plen. První byly vyrobeny z igelitového závěsu, který se běžně používá ve sprchovém koutě. Jedním z posledních tzv. nepromokavých obalů jsou gumové nepromokavé kalhotky. [2]

Změny ve vývoji látkových plen nejsou vnímány tak výrazně, jako u plen jednorázových. Jak již bylo uvedeno, látkové pleny se používaly již od dávných dob, tzn. před několika sty lety, a tak jsou změny vnímány jako velmi nevýrazné, nebo spíše málo časté. Jednorázové

pleny se vyrábějí od poloviny 20. století. Jsou vyráběny převážně z netkaných textilií, jejichž výroba zpočátku procházela velmi prudkým vývojem a tak stejné tempo nabral i vývoj v konstrukci a struktuře jednorázových plen.



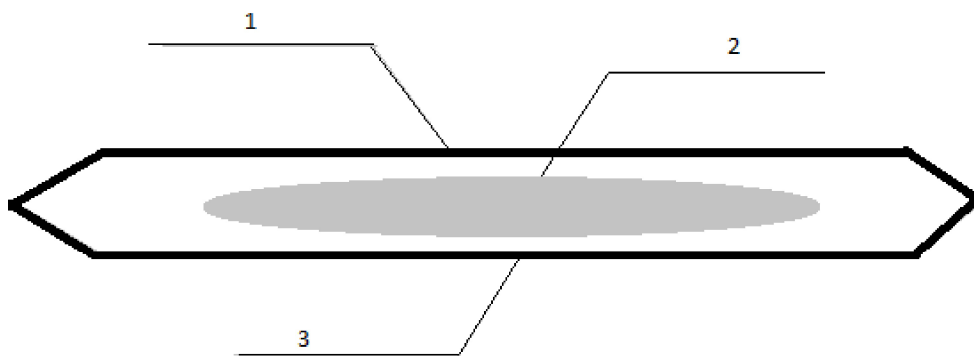
*Obr. 1: Ukázka vázání plenkových kalhotek v dobové příručce Naše dítě
p = Pruh látky šikmo střížený, 1 m dlouhý, 10 cm široký, 1. Plena složená do trojúhelníka, 2. Gumová vložka, 3. Plena složená do obdélníka. [3]*

3. Vývoj v konstrukci jednorázových plen

Společností Procter & Gamble byla v roce 1959 uvedena na trh první kompletní jednorázová dětská plena tak, jak ji známe dnes. Počátky vzniku jednorázových plen se však psaly již v roce 1942, kdy byla jednorázová plena vyrobena švédskou společností Paulistr. [2] Používání těchto jednorázových plen však znamenalo prudký vzrůst až v sedmdesátých letech dvacátého století. Zřejmě jednou z nejvýznamnějších postav, které stály u zrodu jednorázových plen, je Vic Mills, který pracoval pro společnost Procter & Gamble a je považován za vynálezce plenek Pampers. [3] Již od vzniku jednorázových dětských plen byla velkým konkurentem společnosti Procter & Gamble firma Kimberly Clark. Technologie výroby netkaných textilií a s tím tedy související výroba hygienických potřeb se neustále a hlavně rychle vyvíjí. Pleny potřebuje každý z nás a tak je tento trh velmi lákavý pro nové výrobce. V současné době tak existuje nepřehledné množství výrobců těchto jednorázových plen a každý z nich používá při výrobě svou vlastní osvědčenou konstrukci, která však čas od času prochází jistými změnami.

3.1 Pleny první generace

V letech 1965 až 1985 byly vyráběny jednorázové pleny, které byly označovány jako pleny první generace. Tyto pleny se vyráběly ze tří vrstev, kde byla vrchní vrstva, skrz kterou pronikala tekutina. Uvnitř plena obsahovala absorpční jádro, které tehdy obsahovalo 50 – 55 g celulózy. Hustota tohoto vláknenného materiálu bývala přibližně $0,06 \text{ g/cm}^3$. Spodní vrstva pleny byla vyrobena z nepropustného materiálu, který měl za úkol bránit pronikání kapaliny skrz plenu. [4] Viz obrázek 2. Přestože tou dobou byl nástup jednorázových plen něčím naprosto novým vzhledem k vlastnostem do té doby používaných látkových plen, v dnešní době by již neobstály.

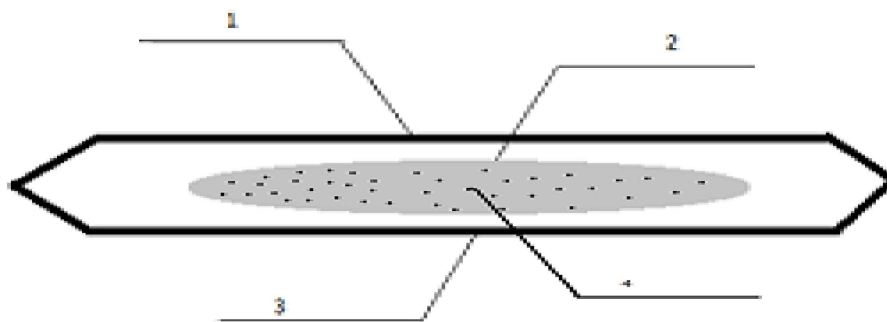


Obr. 2: Plena první generace vyráběná v letech 1965 – 1985
1 – Vrchní vrstva, 2 – absorpční jádro, 3 – spodní vrstva.

3.2 Pleny druhé generace

V letech 1985 – 1990 nastal ve výrobě jednorázových plen veliký obrat, a to výrazným zlepšením absorpčního jádra pleny. Pleny vyráběné v tomto období bývají označovány jako pleny druhé generace. Do této doby bylo absorpční jádro pleny vyplněno pouze savým vlákenným materiálem. [4] Začátkem 90. let byl vynalezen superabsorpční prášek (SAP). Tento superabsorpční prášek je vyráběn z polymerů. V suché základní podobě může být ve formě jemného bílého prášku, granulí, kuliček anebo vláken. V plenách je nejčastěji k vidění ve formě jemného bílého prášku nebo kuliček ve spojení s vláknitou buničinou, případně s dalšími vlákny. SAP na sebe dokáže výborně vázat tekutinu. Dokáže absorbovat takové množství kapaliny, které mnohonásobně převyšuje jeho vlastní hmotnost. Prášek po absorpci kapaliny změnil svůj vzhled na gelovou krystalickou hmotu, která je v sobě schopná tuto kapalinu udržet i za určitého tlaku. [5] Zlepšení užitných vlastností plen bylo dosaženo přidáním tohoto superabsorpčního prášku do absorpčního jádra pleny, který byl zakotven na povrchu vláken. Uvnitř plena obsahovala absorpční jádro, které dostalo několika změn týkajících se snížení hmotnosti vlákenné hmoty na 30 – 40 g, přidání superabsorpčního materiálu SAP, konkrétně 3 – 5 g a zvýšení hustoty absorpčního jádra na 0,08 – 0,1 g/cm³. [4] Pleny tzv. druhé generace se vyráběly stále ze tří vrstev, kde byla vrchní vrstva, skrz kterou pronikala tekutina. Spodní vrstva pleny byla vyrobena z nepropustného materiálu, který měl za úkol bránit pronikání kapaliny skrz

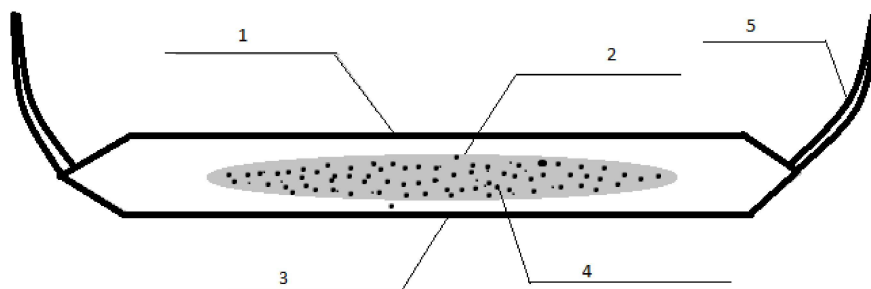
plenu, viz obrázek 3. Absorpční jádro však prošlo velkou změnou. Ta posunula uživatelské vlastnosti dětských jednorázových plen o veliký krok dopředu.



Obr. 3: Plena druhé generace vyráběná v letech 1985 – 1990
1 – Vrchní vrstva, 2 – absorpční jádro, 3 – spodní vrstva, 4 – SAP.

3.3 Pleny třetí generace

Výrobci jednorázových plen jsou neustále tlačeni spotřebiteli ke snižování cen a zároveň k neustálému zlepšování jejich užitných vlastností. Proto se v letech 1990 – 1993 začaly vyrábět pleny, které byly označovány jako pleny třetí generace. U těchto plen třetí generace byl do konstrukce pleny vnesen nový prvek, a to výroba postranních bariérových pásků, které mají bránit úniku tekutin podél nohou dítěte. Nároky spotřebitelů se v tomto ohledu neustále zvyšují a tak tato skutečnost vedla k dalšímu zvýšení obsahu SAP. Jeho obsah stoupl až na 50 % z celkového objemu absorpčního jádra. Jeho složení tedy vypadalo následovně: 25 – 30 g vláknenné hmoty, 8 – 10 g SAP a hustota absorpčního jádra se zvýšila na 0,1 – 0,12 g/cm³. [4] Rychlejší absorpce kapaliny zajišťuje lepší komfort plen. A tak se v této éře výroby jednorázových plen výrobci zaměřili znovu na tento problém. Vyřešili ho přidáním SAP do absorpčního jádra a snížením obsahu vláknenné směsi v jádru. Ubírat se tímto směrem ale nelze do nekonečna. Přidáním postranních bariérových pásků dostala plena vzhled, který se již moc neliší od těch současných a zároveň byly znovu vylepšeny uživatelské vlastnosti plen.



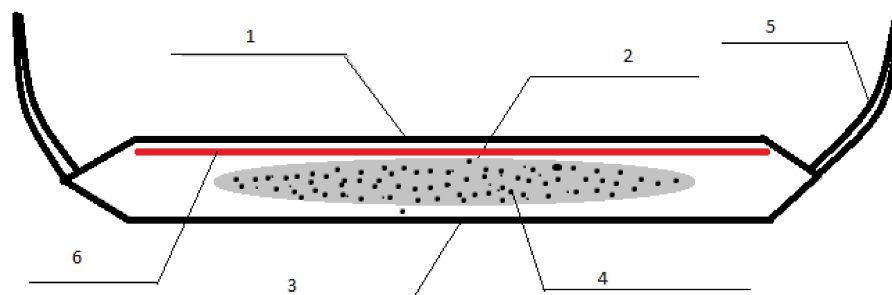
Obr. 4: Plena třetí generace vyráběná v letech 1990 – 1993
 1 – Vrchní vrstva, 2 – absorpční jádro, 3 – spodní vrstva, 4 – SAP, 5 – postranní bariérové pásy.

3.4 Pleny čtvrté generace

Pod neustálým tlakem trhu a spotřebitelů, kteří požadovali stále lepší komfortní vlastnosti jednorázových plen a tím i lepší absorpční schopnosti, se v letech 1993 – 1995 začaly vyrábět pleny čtvrté generace. [4] Do výroby těchto plen byl zanesen opět jeden nový konstrukční prvek. K jeho zavedení vedly výrobce negativní jevy, které způsobilo další snížení množství vlákenné buničiny v absorpčním jádru pleny za současného navýšení obsahu SAP.

Absorpční jádro tak bylo složeno z 15 – 20 g vlákenné hmoty a 12 – 16 g SAP. Hustota absorpčního jádra se pohybovala v rozmezí 0,13 – 0,16 g/cm³. Neustálé snižování vlákenné buničiny v absorpčním jádru pleny způsobovalo snížení sací schopnosti. [4] Superabsorpční prášek na sebe dokáže výborně vázat tekutinu a zároveň dokáže absorbovat takové množství kapaliny, které mnohonásobně převyšuje jeho vlastní hmotnost a je v sobě schopen tuto tekutinu udržet i za určitého tlaku. Jeho absorpční čas je však delší než rychlost přenosu tekutiny směrem k absorpčnímu jádru pleny. [5]

Díky tomuto problému byl do výroby vnesen nový konstrukční prvek. Bylo zapotřebí přenášet a rozmísťovat kapalinu po celé ploše absorpčního jádra. Tuto schopnost zajišťuje transportní vrstva, která se nalézá mezi vrchní vrstvou a absorpčním jádrem. Tato transportní vrstva je označována jako akviziční distribuční vrstva a díky ní se opět dospělo ke zvýšení účinnosti plen. [4]



Obr. 5: Plena čtvrté generace vyráběná v letech 1993 – 1995
 1 – Vrchní vrstva, 2 – absorpční jádro, 3 – spodní vrstva, 4 – SAP, 5 – postranní bariérové pásy, 6 – akviziční distribuční vrstva.

3.5 Pleny páté generace

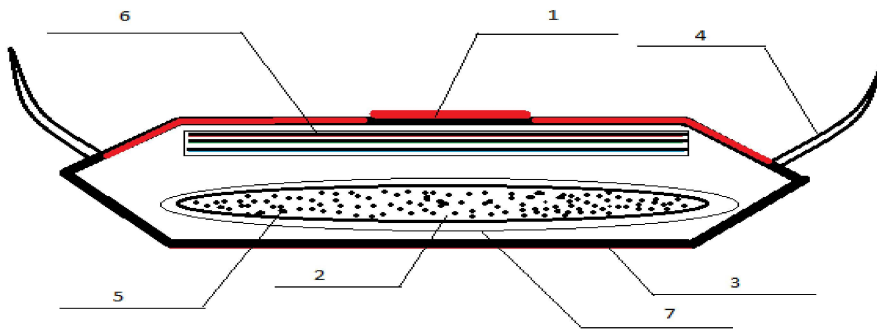
Prudké tempo technického vývoje výroby netkaných textilií pro osobní hygienu se začalo nepatrně zpomalovat, a tak se tato skutečnost projevila i ve vývoji v konstrukci a složení dětských jednorázových plen. Složení plen páté generace proto neprošlo žádnými výraznými změnami. V této epoše výroby plen výrobci přistoupili pouze k estetickým a strukturálním změnám. Tyto uvedené změny měly vést k dalšímu zlepšení komfortu vytvořením lepšího pocitu sucha v plenách.

Jednou ze změn bylo jiné uspořádání vrchní vrstvy. Nově byla tvořena ze středového pruhu a dvou bočních pásů. [4, 6] Středový pruh byl konstruován tak, aby byl měkký a snadno absorboval tekutinu. Dva boční pásy byly vyráběny z kompozitního materiálu za použití výrobní technologie nazývané SMS, tedy spun-bond/melt-blown/spun-bond. [7] Tento materiál je opatřen hydrofobní úpravou, která brání průniku tekutin za předpokladu dlouhodobého používání plen. Plošná hmotnost byla snížena ze stávajících 17 – 20 g/m² na přibližně 14 – 17 g/m². [4]

Další změnou bylo uložení absorpčního jádra do obalu. Obal absorpčního jádra nelze vyrobit z tenkého hedvábného papíru, protože jeho pevnost se za mokra snižuje a tak se obal začal vyrábět z netkané textilie o plošné hmotnosti 10g/m² a nižší. [4, 8] Absorpční jádra v plenách se opět ztenčila a obsah superabsorpčního prášku se naopak navýšil. Od obalu se tedy očekávalo udržení jádra ve stálém tvaru a zabránění volného pohybu SAP mimo absorpční jádro.

Při změnách se dostalo i na akviziční distribuční vrstvu a spodní vrstvu plen. Společnost Pargon Trade Brands začala používat při výrobě spodní vrstvy kombinaci polymerního filmu a netkané textilie. [8] Až doposud byla spodní vrstva vyráběna z nepropustného materiálu – polymerního filmu, který měl za úkol bránit propouštění tekutin skrz plenu. [9] Tato změna navodila u spotřebitelů dojem, že je plena celá z textilu.

U akviziční distribuční vrstvy došlo k také k inovacím. Tato vrstva plní v pleně funkci rychlého odvádění tekutiny do absorpčního jádra a zároveň by tuto tekutinu měla rozvádět po celém objemu tohoto jádra. Nově se ke správné funkčnosti akviziční distribuční vrstva začala vyrábět ze tří vrstev. Dvě objemné vrstvy a jedna vrstva vyrobená pomocí technologie spun-bond. [10]



Obr. 6: Plena páté generace

1 – Vrchní vrstva obsahující tři pruhy, 2 – absorpční jádro, 3 – spodní vrstva, 4 – postranní bariérové pásy, 5 – SAP, 6 – akviziční distribuční vrstva složená ze tří vrstev.

Tak, jak byla popsána konstrukce pleny páté generace, tak ji v podstatě známe i dnes. Samozřejmě k inovacím dochází neustále a každá společnost vyrábějící pleny má své know-how na strukturu a konstrukci jednorázových plen. Jedna společnost zavedla indikátor vlhkosti, což je barevný proužek umístěný na pleně, který změní svou barvu ve chvíli, kdy je potřeba plenu vyměnit. Jiná má zase u plen pro novorozence tvar pleny přizpůsobený pupíku novorozence, anebo absorpční kanálky v jádru pleny, které mají optimálně rozvádět tekutinu po celé ploše absorpčního jádra. Každý z výrobců se tak snaží předčít ostatní výrobce plen lepšími uživatelskými vlastnostmi svých výrobků.

4. Faktory ovlivňující volbu jednorázových či látkových plen

Pokud nastane čas, kdy člověk potřebuje pořizovat a používat dětské pleny, nabízí se otázka, zda zvolit jednorázové či látkové pleny. Každá z nabízených variant má jistě své kladné, ale i stinné stránky. Spousta spotřebitelů si v podstatě nenajde čas na porovnání různých ukazatelů a hodnot, které mohou napovědět, jaká volba je pro konkrétního kupujícího ta nejlepší. Někteří spotřebitelé vlastně ani nemají ponětí, čím se při výběru plen zaobírat.

4.1 Finanční náklady

Při výběru dětských plen jsou určitě nejčastěji řešenou otázkou finanční náklady na pořízení těchto plen. Při podrobnějším zaměření se na otázku financí lze zjistit, že zde jsou ve výhodě pleny látkové. Při běžné spotřebě až 10 plen denně v prvních týdnech života dítěte a o něco později přibližně 6 – 7 plen denně, vychází spotřeba jednorázových plen přibližně na 5.000 kusů na jedno dítě za předpokladu, že budou pleny používány v prvních třech letech života dítěte. Při předpokládané průměrné ceně jednorázové pleny ve výši 4,50 Kč za kus tak rodině s jedním malým dítětem vznikají celkové náklady na pořízení jednorázových plen přibližně ve výši 22.500,- Kč. [11]

Při používání látkových plen lze oproti těm jednorázovým ušetřit dosti vysokou sumu peněz. Jedná se o částku v řádech několika tisíců Kč. Náklady na pořízení látkových plen jsou jednorázově vyšší. Ty nejlevnější pleny se dají v současnosti pořídit přibližně za 5.000,- Kč, zároveň je ale možné utratit až 15.000,- Kč. [11] Dá se tedy předpokládat, že průměrná cena na pořízení základní výbavy se pohybuje přibližně ve výši 10.000,- Kč. U těchto látkových plen vznikají spotřebitelům navíc i další náklady, a to na praní a žehlení. Při průměrných cenách pracích prášků, vody a energie vyjde jedno praní přibližně na 14,- Kč. [11] Za předpokladu, že pleny bude rodič prát například každý třetí den, což je asi 300 pracích cyklů, se celkové náklady na údržbu látkových plen v prvních třech letech života dítěte pohybují ve výši cca 4.200,- Kč. V případě pořízení dalšího potomka se náklady na pořízení látkových plen stanou podstatně nižšími.

4.2 Čas a pohodlí

Jedním z největších kladů u jednorázových plen, které zřejmě nikdo nebude schopen vyvrátit, je ta skutečnost, že jednorázové dětské pleny nám dokáží uspořit spoustu času. Ten je pro většinu lidí v dnešní době velmi drahocenný, a proto jsou tentokrát ve výhodě pleny jednorázové. Ty po použití stačí zabalit, vyhodit a jednoduše použít plenu novou. Údržba a čištění látkových plen je časově daleko náročnější, než u těch jednorázových. Látkové pleny musíme po každém použití prát, případně vyvářet, sušit, žehlit a na cestách použité pleny skladovat. Ani pořizování jednorázových plen nezabere spotřebitelům moc času. Prostě je možné je jednoduše nakoupit v rámci každodenních nákupů. Vzhledem ke skutečnosti, že každý z nás jde minimálně jednou týdně nakoupit potraviny ať do menšího obchodu, či do velkého nákupního centra, není jejich pořízení časově náročné. Není potřeba navštěvovat specializované obchody.

4.3 Ekologie

Pokud spotřebitel stojí před volbou látkových, či jednorázových plen, může být dalším hlediskem, které mu pomáhá v této volbě, jejich ekologická zátěž a obsah toxických chemikálií. Ne každý spotřebitel je ochoten se touto otázkou zabývat, ale v současné době je to velice často probírané téma. Přestože látkové pleny zatěžují životní prostředí při své výrobě a praní – konkrétně se jedná o vysokou spotřebu vody a energie, u jednorázových plen je negativním faktorem jejich ekologická zátěž především na likvidaci. „Podle americké případové studie z roku 2003 tvoří v domácnosti s dítětem používajícím tyto plenky až 50 procent domácího odpadu. Jednorázové pleny jsou také třetí největší položkou skládkového odpadu pocházejícího od jednotlivců a představují asi čtyři procenta veškerého pevného odpadu“ [12] Látkové pleny nezpůsobují tak velkou ekologickou zátěž jako ty jednorázové. U látkových plen však nelze popřít fakt, že se při jejich častém a opakovaném praní spotřebovává velké množství vody a energie. Z dlouhodobého hlediska nejsou tyto hodnoty zrovna zanedbatelné. [11]

4.4 Zdraví

Dále lze poukázat na vliv jednorázových plen na zdraví jedinců, kteří právě tyto pleny používají a výskyt toxických chemikálií v těchto plenách. V roce 2000 objednala britská charitativní společnost Women's Environmental Network odbornou analýzu pěti nejznámějších typů jednorázových plenek: Pampers, Huggies, Sainsbury's, Boots a Benetton. V každém z nich bylo nalezeno stopové množství tributylu cínu, toxické organokovové chemikálie. Ačkoli množství bylo nepatrné, děti mu mohou být vystaveny až 3,6krát déle, než doporučuje limit Světové zdravotnické organizace. Jiná studie, publikovaná na podzim roku 2000 naznačuje, že jednorázové plenky by mohly být příčinou jiného problému – mužské neplodnosti. Německou univerzitou v Kielu, konkrétně jejím týmem pediatrií, bylo objeveno, že uvnitř jednorázových plenek se varlata chlapců přehřívají. K jejich správnému vývoji je totiž zapotřebí nižší teplota, než je průměrná teplota těla běžného jedince. [13]

5. Přední výrobci dětských jednorázových plen

Dětské jednorázové pleny jsou komoditou, se kterou se obchoduje po celém světě. Tak, jak se rodí děti ve všech koutech světa, tak i jednorázové pleny se do téměř všech destinací nějakým způsobem distribuují. Není tedy divu, že se společnosti zabývající se výrobou dětských jednorázových plen nacházejí po celém světě. Své zástupce v tomto odvětví má i Česká republika. Mezi ty nejznámější světové producenty patří například společnost Procter & Gamble, jejíž jeden vzorek byl použit k testování v této práci. Mezi přední tuzemské výrobce lze zařadit společnosti Drylock Technologies s. r. o.. Vzorky tohoto výrobce byly rovněž podrobeny testování.

5.1 Procter & Gamble

Procter & Gamble je nadnárodní americká společnost. Společnost byla založena v roce 1837 Williamem Proctem a Jamesem Gamblerem. Své sídlo má v Cincinnati, Ohio a je zaměřená na výrobu široké škály výrobků osobní péče, hygieny a zdravotní péče. Z počátku byly obchodní a výrobní aktivity společnosti zaměřené na výrobu mýdel a svíček, kterými v průběhu americké občanské války zásobovala armádu Unie. V průběhu dalších let společnost Procter & Gamble začala vyrábět mnoho nových produktů z rozličných oblastí jako zubní pastu obsahující fluorid, toaletní papír a jiné výrobky z hedvábného papíru, prádlo, změkčovadlo tkanin atd.. Mezi nejvíce revoluční výrobky uvedené touto společností na trh byla jednorázová plena Pampers, která byla poprvé uvedena na trh v roce 1961. [14]

Victor Mills ve službách společnosti Procter & Gamble vynalezl první jednorázovou plenu. Tehdy se psala padesátá léta a zrodily se plenky Pampers. V průběhu 60. let se začaly tyto pleny objevovat v obchodních domech a supermarketech po celých Spojených státech. V osmdesátých letech společnost uvedla na trh první tenkou plenu, která měla elastické utěsnění kolem nožiček a pásky, které šlo opakovaně zapínat. V současnosti společnost prodává pleny, o kterých tvrdí, že dýchají. Některé řady jejich výrobků obsahují zase pro změnu ochrannou vrstvu s pleťovým mlékem. [15]

Produkty společnosti Procter & Gamble lze nalézt v domácnostech ve více než 180 zemích světa a v 80 z nich má své zastoupení. Tzn., že tyto výrobky denně používá více než 5 miliard lidí. I takto rozsáhlá společnost se snaží své výrobky a technologii výroby neustále inovovat, ale pokud možno s co nejnižšími náklady. [16]

Ve výrobě a prodeji plen patří tato společnost v současné době mezi absolutní špičku ve svém oboru. Plenky Pampers bývají často v popředí různých anket a spotřebitelských testů. Lidé této značce důvěřují a výrobce jim tuto důvěru oplácí neustálým vylepšováním uživatelských vlastností a komfortu.

5.2 Drylock Technologies s. r. o.

Charakteristika společnosti, její vývoj od vzniku až po postavení výrobního závodu v tuzemsku a v neposlední řadě přehled jejích výrobků a inovací ve výrobě těchto plen je uveden v následujících třech odstavcích. Zdrojem níže uvedených informací o společnosti Drylock Technologies s. r. o. jsou její internetové stránky. [17]

Společnost na výrobu plen Drylock Technologies s. r. o. vznikla v roce 2011. Je to tedy společnost, která se nemůže chlubit dlouholetými zkušenostmi. Rodina Van Malderenů koupila továrnu v ruském Nižním Novgorodě, která se zabývala výrobou hygienických prostředků. Krátce poté, o pouhý jeden rok později, již Drylock vyvinul bezcelulóзовou plenu, za kterou získal několik ocenění. Ještě v témže roce byl v Hrádku nad Nisou vybudován nový závod. Společnost Drylock Technologies s. r. o. začala rozšiřovat sortiment a začala expandovat do celého světa. Rok 2017 se stal pro společnost dalším přelomovým rokem. Na veletrhu PLMA totiž společnost představila svou novou unikátní technologii Magical Tubes®. Společnost o ní tvrdí, že je pravděpodobně tou nejlepší technologií absorpčního jádra. V roce 2018 byla tato technologie uvedena do výroby.

V produkci dětských plen společnost nabízí tři typy produktů. Jedním z nich jsou nejtenčí plenky na světě. Tyto pleny mají absorpční jádro vyrobené technologií MagicalTubes®. Dle výrobce tato technologie zajišťuje optimální rozvedení tekutiny a současně suché a pohodlné prostředí. Dalším typem produktu jsou plenky pro každodenní použití. Tyto pleny se vyznačují nízkým obsahem celulózy v absorpčním jádru pleny a skvěle se

přizpůsobí každému dítěti. Posledním typem produktu jsou dětské kalhotky. Ty jsou především měkké, pohodlné a spolehlivé.

Společnost Drylock Technologies s. r. o. klade velký důraz na efektivní zpracování materiálů, přičemž využívá moderní technologie a zároveň se snaží maximálně recyklovat odpady z výroby. Společnost se při své výrobě zaměřuje především na inovativní postupy, které by měly být stále příznivější ke spotřebitelům, ale při udržení nákladů na stále stejné výši. Příkladem jsou například výše uvedené pleny bez celulózy v absorpčním jádru pleny anebo technologie Magical Tubes®.

6. Materiály a výrobní technologie používané při výrobě jednorázových plen

Výrobky osobní hygieny jako dětské pleny, dámské vložky, vlhčené ubrousky a výrobky pro inkontinenční pacienty jsou vyráběny převážně z netkaných textilií. [18] Existuje mnoho druhů materiálů, ze kterých lze vyrobit netkanou textilií, ale ne všechny jsou vhodné právě pro výrobu výrobků osobní hygieny. Pokud se zaměříme například na kontaktní vrstvu těchto výrobků, tj. taková vrstva, která přichází do styku s pokožkou, není vhodné používat bavlnu, která absorbuje vlhkost. V plenách by potom zcela chyběl pocit sucha.

Každá vrstva v jednorázové dětské pleně plní svou konkrétní úlohu. Aby svou funkci plnily co nejlépe, používají se různé technologie výroby. Nejčastěji se používají technologie spun-bond, melt-blown a kombinace spun-bond a melt-blown.[4, 9] Označení materiálů je pak SMS, SMMS a SSMMS.

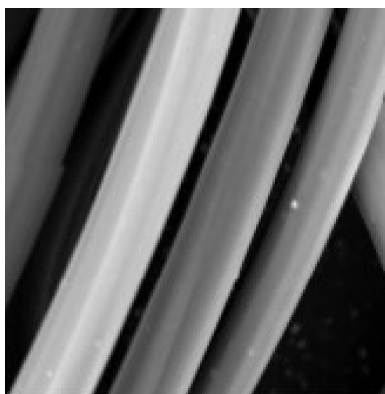
6.1 Materiály používané při výrobě jednorázových plen

Mezi nejčastěji používané materiály při výrobě netkaných textilií se řadí polyester a polypropylen. [19] Volba použitých materiálů určených pro výrobu netkaných textilií určených pro výrobky osobní hygieny je velmi důležitá. Velice totiž záleží na tom, zda jsou vhodné pro použití právě v těchto výrobcích. Proto jsou v největší míře používány pro výrobu osobní hygieny polypropylen a polyetylen. Každá část pleny plní svou odlišnou funkci a proto je volba použitých materiálů s ohledem na jejich vlastnosti velmi důležitá.

6.1.1 Polypropylen

Tento polymer se vyznačuje výbornou odolností vůči chemikáliím. Výjimkou je však dlouhodobé působení olejů. Polypropylen má minimální navlhavost. Teplota tání je u těchto polymerů 164 - 170 °C, teplota měknutí 145 – 155 °C a tepelná odolnost výrobků je 110 °C. K nevýhodám netkaných textilií vyrobených z polypropylenu patří nižší tepelná odolnost, nemožnost povrchového barvení obvyklým způsobem, proto se barví před

zvlákňováním, nižší schopnost zotavení po deformaci a nízká odolnost vůči ultrafialovému záření. [20, 21]



Obr. 7: Polypropylenové vlákno [22]

6.1.2 Polyethylen

Tento polymer má nízkou teplotu tání, která se pohybuje v rozmezí 100 – 120 °C. Pro tuto svou vlastnost se často využívá jako pojivo pro netakné textilie. Mezi další kladné vlastnosti patří dobrá chemická odolnost, minimální navlhavost – 0,01 %. Nevýhodou je špatná barvitelnost a proto se barví před zvlákňováním, vlákna z tohoto polymeru jsou snadno hořlavá a velmi srážlivá. [21, 22]



Obr. 8: Polyethylenové vlákno [23]

6.1.3 Celulózová vlákna

Celulózová vlákna mají dobré hygienické vlastnosti, které jsou způsobeny vysokou absorpcí vody. Tato vlákna se velmi dobře zpracovávají a barví. Negativními vlastnostmi

je například snižující se pevnost za mokra a nízká odolnost vůči otěru a vlhkosti. [19] Díky své schopnosti dobře absorbovat tekutinu se tato vlákna při výrobě jednorázových plen využívají velmi často. Bývají obsažena v absorpčním jádru plen.

6.2 Netkané textilie a jejich technologie výroby

„Netkaná textilie je vrstva vyrobená z jednosměrně nebo náhodně orientovaných vláken, spojených třením a/nebo kohezí a/nebo adhezí s výjimkou papíru a výrobků vyrobených tkaním, pletením, všíváním, proplétáním nebo plstěním.“ [19]

Pod spojením slov netkaná textilie si lze představit velmi širokou škálu výrobků, které však mají odlišnou strukturu a jsou vyrobeny rozdílnými technologiemi. Netkané textilie jsou k vidění všude kolem nás. Používají se například v automobilovém a stavebním průmyslu, v leteckém a kosmickém výzkumu, vyrábí se z nich různé zdravotnické materiály, filtry, ochranné oděvy a oděvní a obuvnické materiály. Používají se ale také jako bytové a čistící textilie. Pro výrobu netkaných textilií pro výrobky osobní hygieny a konkrétně pro pleny je důležité, že je možné při jejich výrobě ovlivnit jemnost vláken, jejich délku a plošnou hmotnost textilie. Díky tomu se dá ovlivnit struktura jednotlivých vrstev plen. Všechny tyto parametry jsou potom důležité pro správnou funkci plen.

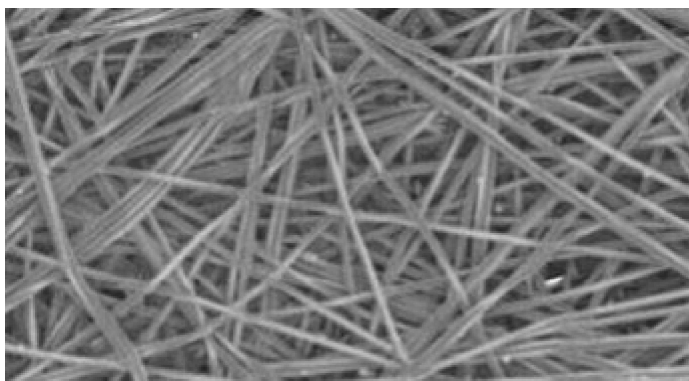
S netkanými textiliemi se lze setkávat stále častěji. O tom svědčí i neustále se zvyšující produkce netkaných textilií. Dle Českého statistického úřadu bylo v roce 1993 vyrobeno v České republice 10.414 tun netkaných textilií a výrobků z nich, kromě oděvů. Produkce této komodity neustále stoupá a v roce 2017 bylo na území České republiky vyrobeno již 185.896 tun netkaných textilií a výrobků z nich, kromě oděvů. [24]

Jak již bylo uvedeno, každá vrstva v jednorázové dětské pleně plní svou specifickou úlohu. Vrchní vrstva by měla být příjemná při styku s pokožkou, měla by a snadno a rychle absorbovat tekutinu, ale zároveň by tuto tekutinu neměla zadržovat ve své struktuře. Akviziční distribuční vrstva má za úkol přenášet a rozmísťovat kapalinu po celé ploše jádra, postranní bariérové pásy mají bránit úniku tekutin podél nohou dítěte a jádro pleny v sobě má zadržet co největší množství tekutiny. Aby všechny tyto uvedené vrstvy svou funkci plnily co nejlépe, používají se různé technologie výroby netkaných textilií.

6.2.1 Technologie spun–bond

Níže je popsán technologický postup výroby netkaných textilií technologií spun-bond. Zdrojem informací byla [20].

Název technologie spun–bond je odvozen z anglických výrazů zvlákňování a pojení. Tato technologie výroby je velice produktivní a je vhodná pro masovou výrobu. Technologie spun–bond se vysokou měrou podílí na nárůstu produkce netkaných textilií.

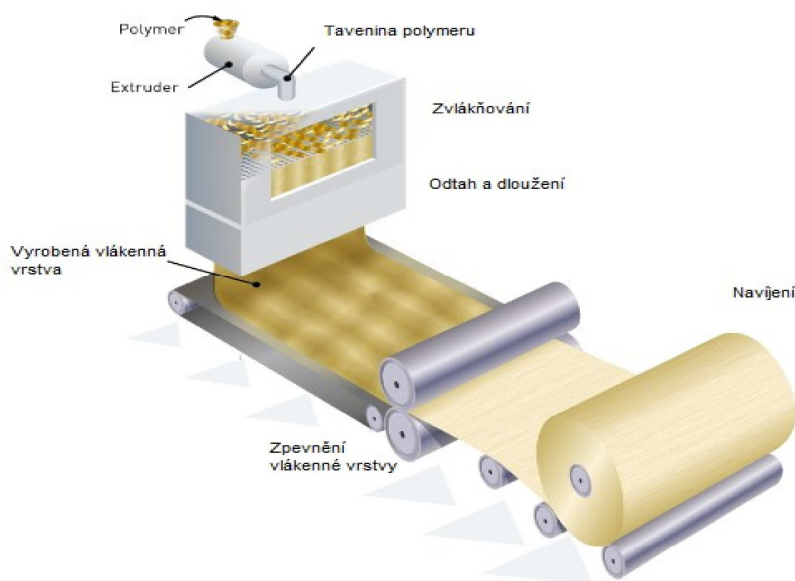


Obr. 9: Textilie vyrobená technologií spun-bond [25]

Proces výroby netkaných textilií za použití technologie spun–bond lze členit do následujících fází. Nejprve dochází k tavení polymeru, který je předkládán ve formě granulátu. Následně je zvlákňován pomocí zvlákňovacích trysek. Část tavení a zvlákňování je v podstatě totožná, jako technologie výroby vláken z taveniny syntetických polymerů. Materiálem pro tuto technologii výroby jsou lineární vláknotvorné polymery. Nejčastěji používaným polymerem je polypropylen. Důvodem je hlavně jeho nižší cena. Do některých výrobků je vhodnější použít polyester a řidčeji polyamid. Některé speciální textilie vyžadují výrobu pomocí zvlákňovacích trysek, které vyrábějí bikomponentní vlákna. Vlákna jsou následně odtahována od hubice, případně dlužena. K odtahu pod zvlákňující trubicí může docházet několika způsoby. Gravitační silou, kde jsou výsledkem málo pevné textilie z nekonečných vláken. Dále vzduchovou odtahovací tryskou, potom jsou výsledkem netkané textilie z částečně dlužených vláken, která mají zbytkovou tažnost obvykle 100 – 250 % a nebo galetami s případným dlužením mezi jedním nebo více páry galet. Výsledkem tohoto způsobu odtahu jsou vysoce pevné textilie z vydlužených vláken. Po vychlazení, případně po vydložení je vlákna nutné rozložit

rovnoměrně na plochu pohybujícího se sítového dopravníku a tím se docílí vytvoření vlákně vrstvy. To lze provést několika způsoby. Například přímým ukládáním vláken z dostatečně široké zvláknovací trysky. Takto se vyrábí například materiál u nedloužených polypropylenových vláken. Dalším možným způsobem je elektrickým nabitím vláken ve vzduchové odtahovací trysce. To způsobuje vzájemné odtahování jednotlivých fibril. Dále lze použít způsoby rozmítání svazku vláken pod odtahovací vzduchovou tryskou výkyvnou destičkou, výkyvný pohyb odtahovací vzduchové trysky, šanžirování odváděcího dopravníku anebo odtah a ukládání v celé šíři. Když jsou vlákna rovnoměrně rozložena, dochází ke zpevnění vlákně vrstvy. Zpevnění vlákně vrstvy může probíhat vzájemným slepením neúplně vychlazených nedloužených vláken, chemickým nebo tepelným pojením anebo vpichováním.

Netkané textilie vyrobené za použití technologie spun–bond mají v současnosti velmi široké použití. Tyto textilie jsou využívány především na výrobu zdravotnických výrobků a výrobků určených pro osobní hygienu. Není to však jejich jediné využití. Používají se rovněž jako obalové materiály, geotextilie, filtry, ochranné oděvy, agrotextilie a podobně.



Obr. 10: Schéma výroby netkané textilie technologií spun – bond [26]

6.2.2 Technologie melt–blown

Netkané textilie vyrobené touto technologií se rovněž používají při výrobě výrobků osobní hygieny. Používají se jak samotné, tak ve spojení s technologií spun-bond. Informace o technologických postupech při výrobě této netkané textilie byly rovněž čerpány z [20].

Název této technologie výroby netkaných textilií je odvozen od anglických slov melt – tavit, tavenina a blown – foukat. Tak jako se u technologie spun–bond tento výraz většinou do češtiny nepřekládá, je tomu tak i u technologie melt–blown.

Netkané textilie vyrobené technologií melt–blown se skládají z vláken volitelných průměrů. Typicky jsou to mikrovlákna o průměru 2 – 4 mikrony, která mají velký měrný povrch. Je možné však vyrobit i textilie z mnohem jemnějších vláken o průměru 0,1 mikronů anebo naopak z vláken běžných textilních jemností, což je 10 – 10 mikronů. Textilie vyrobená technologií melt-blown je vidět na obrázku 11.

Při výrobě technologií melt–blown jsou nejčastěji používanými polymery polypropylen, polyetylen, polyester a polyamid, které jsou speciálně vyvinuté nízkomolekulární polymery s vysokým indexem toku.



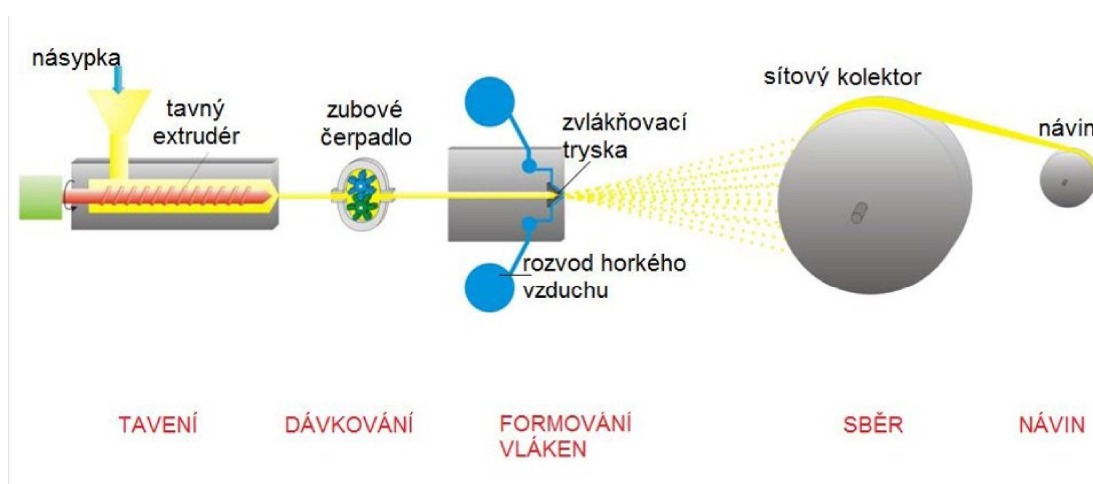
Obr. 11: Textilie vyrobená technologií melt-blown [27]

Proces výroby netkaných textilií za použití technologie melt-blown lze členit do fází tavení polymeru a doprava taveniny k hubici, formování vláken, strhávání taveniny proudem vzduchu, formování vláken a jejich chlazení, formování vláknenné vrstvy a pojení.

Nejprve dojde k tavení polymeru. Tato tavenina se následně transportuje pomocí tavného extruderu k hubici, kde dochází k formování vláken. Vlákna jsou tvořena ve speciální výtlačné hubici, která má mnoho zvlákňovacích otvorů. Šíře hubice je totožná s výrobní šíří zařízení. K zvlákňovacím otvorům je přiváděn stlačený horký vzduch, který strhává taveninu a tím jsou formována a chlazena vlákna. S rostoucí délkou vlákna se zvyšuje síla působení vzduchu na tvořící se vlákno. Vlákno je tak nepravdělně dlouženo a při určité délce dochází k jeho odtržení. Tak se formuje vlákenná vrstva na porézním sběrném bubnu nebo pásu. V této části procesu má velký vliv zejména vzdálenost mezi hubicí a sběrným bubnem vzhledem k míře zrychlení vlákenné hmoty. Vlákenná vrstva je v konečné fázi pojena. Ke zpevnění textilií melt-blown dochází nejčastěji kalandrováním.

Tato technologie výroby netkaných textilií je relativně náročná na spotřebu energie, protože je zapotřebí velké množství ohřátého vzduchu a jeho transport vysokým tlakem. Naopak lze ale vyzdvihnout možnost ovlivnit při výrobě zejména jemnost vláken, jejich délku a objemovou hmotnost textilie. Vlákna jsou jemnější při vyšším dávkování vzduchu a zároveň nižším dávkování polymeru, při vyšší teplotě vzduchu a při nižší viskozitě taveniny polymeru.

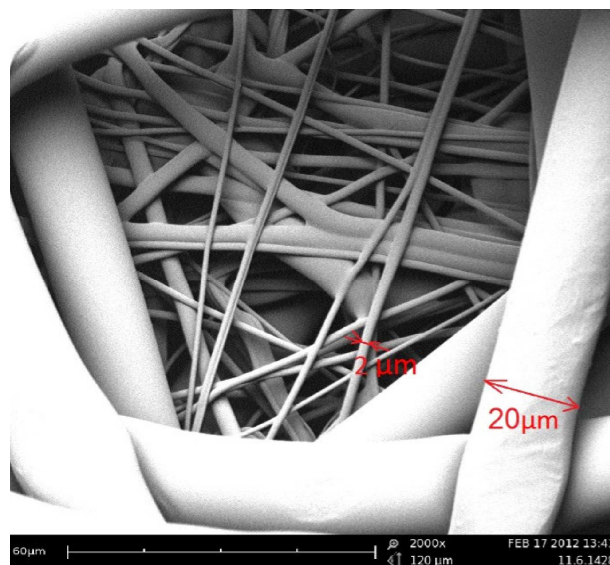
Textilie vyráběné technologií melt-blown mají rovněž velmi široké použití. Lze se s nimi setkat v ochranných oděvech a oděvech pro čisté prostory, v průmyslových sorbentech, v sanitárním a hygienickém zboží. Dále se tyto textilie používají jako filtrační materiály pro plyny a kapaliny, bateriové separátory, prachovky a adhezivní vrstvy.



Obr. 12: Schéma výroby netkané textilie technologií melt-blown [27]

6.2.3 Technologie SMS

Netkané textilie typu SMS jsou vyráběny kombinací textilií typu spun-bond a melt-blown. Textilie tohoto typu je tvořena dvěma vrstvami spun-bond, mezi nimiž je uložena jedna vrstva melt-blown. Výsledná textilie tohoto typu má výborné fyzikální vlastnosti jako např. pevnost, pružnost, oděr, pevnost v protržení a jiné. Rovněž má vynikající bariérové vlastnosti bránící průchodu nejen velmi drobných částic a mikroorganismů, ale i agresivních tekutin. Lze tedy konstatovat, že netkaná textilie vyrobená technologií SMS má velmi dobré hydrofobní vlastnosti, které předurčují možnosti jejího využití. Textilie typu SMS se nejčastěji používají při výrobě postranních bariérových pásek v dětských plenách, ochranných pracovních oděvů, v konstrukci obličejových masek a při výrobě filtračních a separačních textilií. [28]



Obr. 13: Textilie vyrobená technologií SMS [27]

7. Savost a smáčivost textilie

7.1 Nasákavost

Savost je z hlediska užitných vlastností plen velmi důležitý parametr. Převážná většina spotřebitelů požaduje po pleně rychlý odvod tekutiny od pokožky. K tomu, aby plena co nejrychleji nasála tekutinu, je zapotřebí vhodně zvolit nejen samotnou konstrukci pleny, ale také vhodnou strukturu jednotlivých vrstev. Jaká vrstva, případně jaká struktura, má na savost zásadní vliv bude předmětem praktické části této práce.

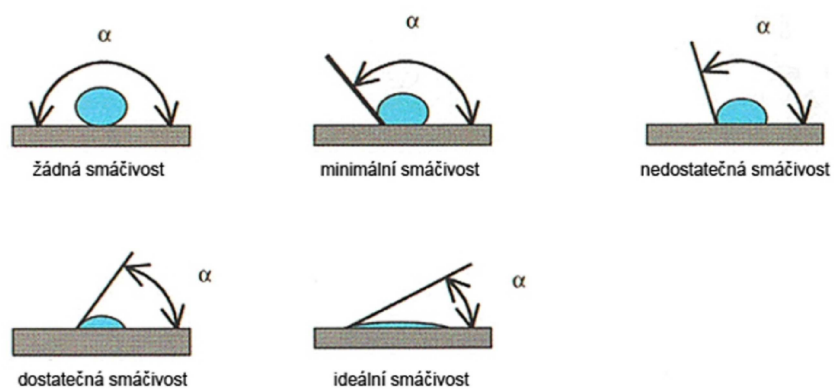
Savost textilie vyjadřuje její schopnost přijímat kapalinu. Jinými slovy se dá savost vyjádřit jako schopnost absorpce kapaliny do struktury textilie. Ke zjištění této fyzikální vlastnosti textilie lze použít 3 způsoby. Prvním z nich je smočení textilie po celé její ploše. Vzorek textilie se dle normy ČSN 80 0831 celý namočí do kapaliny, následně se nechá okapat a přírůstek její hmotnosti se vyjádří v %. Druhá metoda je kapková. Tato metoda měření nasákavosti spočívá v tom, že se na vzorek textilie kápne kapka vody a následně se změří doba, za kterou se tato kapka vsákne do textilie. Ve třetí metodě se měří vzlínavost dle normy ČSN 80 0828. Tou lze měřit nasákavost plošných textilií tak, že se připraví vzorek do obarvené vody a v určitých časových intervalech se sleduje sací výška, tj. do jaké výšky dosáhne kapalina. [29]

7.2 Smáčivost

„Smáčivost je schopnost kapaliny udržovat kontakt s pevným povrchem, vyplývající z mezimolekulární interakce. Stupeň smáčení je určen projevem adhezních a kohezních sil, což jsou přitažlivé a odpudivé síly mezi částicemi povrchových vrstev dvou stýkajících se látek.“ [30]

Smáčivost textilie je závislá na poměrech povrchových napětí na rozhraní pevné látky, kapalně látky a plynné látky. Jednou z metod, která se dá při měření smáčivosti použít, je měření úhlu smáčení θ . Čím větší je naměřený úhel smáčení θ , tím méně smáčivá je textilie. Pokud úhel smáčení θ měří více než 90° , je textilie nesmáčivá, dá se rovněž uvést,

že je hydrofobní. Pokud je naopak úhel smáčení θ menší než 90° , mluvíme o textilií jako o smáčivé, či hydrofilní viz obr. č. 14. [29]



Obr. 14: Smáčivost [31]

Měření úhlu smáčení bude popsáno v praktické části této práce, kde bude rozvňž zkoumán případný jeho vliv na funkci jednorázových plen.

8. Praktická část

Tato část bakalářské práce je věnována porovnání několika odlišných druhů plen od výrobce Drylock Technologies, s. r. o., který byl osloven a poskytl čtyři vzorky jednorázových plen vyráběných v závodu v Hrádku nad Nisou. Současně s těmito vzorky byl zkoumán ještě jeden vzorek od konkurenčního výrobce, a to od firmy Procter & Gamble. U všech vzorků plen je popsána jejich konstrukce a struktura jejich jednotlivých částí. V souvislosti s tím byla zjišťována celková hmotnost plen, hmotnost jejich částí a plošné hmotnosti jednotlivých textilních vrstev. Dále je v této části práce popsáno testování savosti, zpětného průsaku plen a smáčivost vrchních vrstev plen. Cílem této práce je najít jak vzájemně souvisí použitá konstrukce a struktura plen s jejich savostí a zpětným průsakem. Následně jsou získaná data a nalezené souvislosti vyhodnoceny a navrženy další postupy řešení daného problému.

8.1 Analýza struktury vzorků jednorázových plen č. 1 - 5

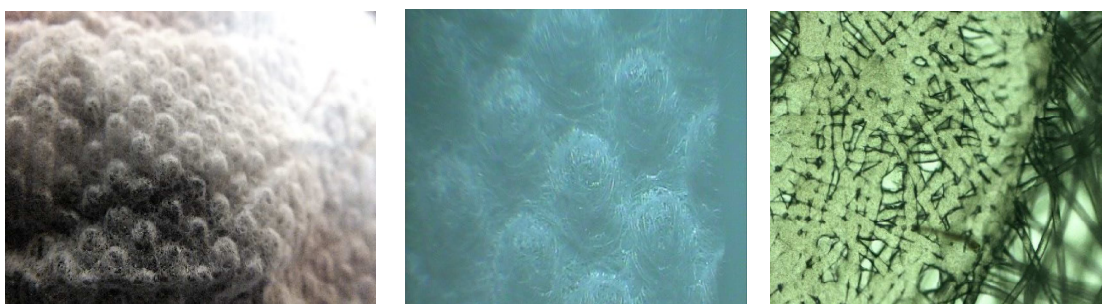
8.1.1 Vzorek č. 1



Obr. 15: Plena – vzorek č. 1, 15a – detail vrchní vrstvy, 15b – pohled na plenu ve složeném stavu, 15c – pohled na plenu v rozloženém stavu.

Jedná se o vzorek poskytnutý společností Drylock Technologies, s. r. o.. Tato plena je určena především pro novorozence od 2 do 5 kg váhy a měla by poskytovat co největší komfort při ležení.

Její vrchní vrstva je měkká a výrazně odlišná od ostatních. Na pohled působí trojrozměrným dojmem. Vrchní vrstva této pleny je vyrobena technologií spun-bond z bikomponentních vláken typu jádro-plášť. Jádro vlákna je vyrobeno z polypropylenu a plášť z polyethylenu. Naměřený průměr vláken je 15 μm ($\pm 3 \mu\text{m}$). Tato vlákenná vrstva má izotropní strukturu, což znamená, že má stejné vlastnosti ve všech směrech a je tepelně pojena pomocí kalandru, jehož válce jsou rastrované. Válce mají rastr jakýchsi zaoblených výstupků, které vytlačují pravidelný vzor.



Obr. 16: Detail vrchní vrstvy vzorku č. 1, 16a – detail pořízený fotoaparátem, 16b – detail pořízený makroskopem, 16c – detail pořízený mikroskopem.

Průměrná plošná hmotnost této vrchní vrstvy je 27,5 g/m^2 ($\pm 0,7 \text{ g/m}^2$). Smáčecí úhel této vrstvy je 117°, z čehož vyplývá, že je hydrofobní a nemá tendenci absorbovat tekutinu do struktury této textilní vrstvy. Pod vrchní vrstvou je akviziční distribuční vrstva. Jedná se o laminát několika vrstev netkané textilie, které od sebe nelze bez porušení oddělit a zjistit tak jejich přesný počet. Při měření smáčivosti u vrchní vrstvy, kde nebyla oddělena akviziční distribuční vrstva, byl úhel smáčení naměřen 120°. Spojením těchto dvou vrstev byl tedy úhel smáčení ještě vyšší. Průměrná plošná hmotnost akviziční distribuční vrstvy je 68,4 g/m^2 ($\pm 0,5 \text{ g/m}^2$).

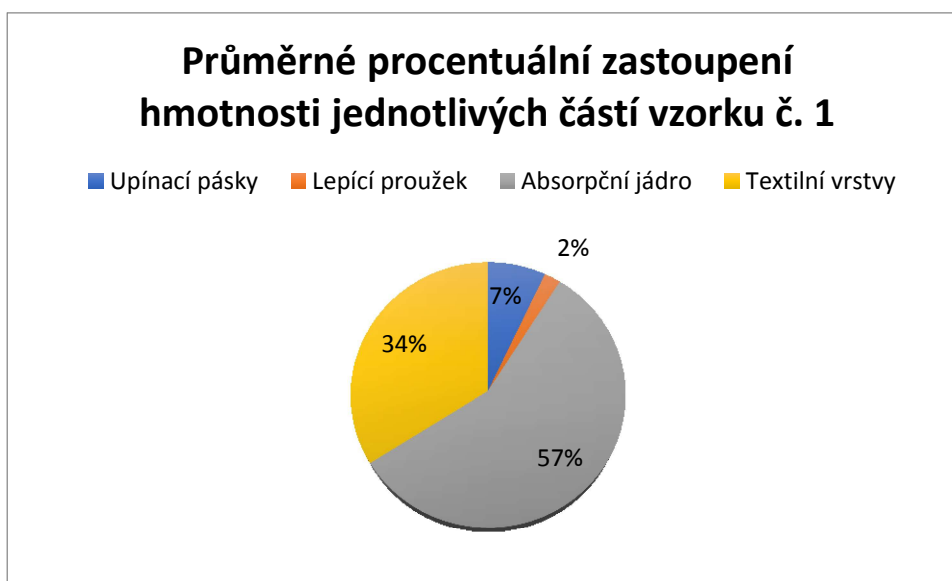
Mezi akviziční distribuční vrstvou a spodní vrstvou se nachází jádro ze směsi superabsorpčního prášku a vlákenného materiálu. Vlákenný materiál je z celulózy. Ze superabsorpčního prášku byl naměřen ekvivalentní průměr zrna 510 μm (± 74). Toto

absorpční jádro je uloženo v obalu. Obal má za úkol zabránit úniku SAP mimo jádro. Podíl hmotnosti vlákenného materiálu a SAP nebyl samostatně testován, protože je od sebe nebylo možné oddělit. Byla proto zjištěna průměrná hmotnost vlákenného materiálu včetně SAP a ta má hodnotu 11,6 g ($\pm 0,6$ g).

Spodní vrstva pleny je složena z polymerního filmu a vrstvy netkané textilie, což navozuje dojem textilního charakteru. Tyto dvě vrstvy mají průměrnou plošnou hmotnost 14,2 g/m² ($\pm 0,6$ g/m²). Úkolem této vrstvy je zabránit při opakovaných cyklech močení průsaku tekutiny ven z pleny.

Po stranách jsou 2 postranní bariérové pásy s gumičkami, které mají bránit úniku tekutiny podél nožiček dítěte. Upínací pásy jsou pružné a na suchý zip. To umožňuje jejich opětovné zapínání. Tyto upínací pásy mají průměrnou hmotnost 1,2 g ($\pm 0,0$ g).

V obrázku č. 17 je graficky znázorněno procentuální zastoupení hmotností jednotlivých částí pleny vzorku č. 1.



Obr. 17: Grafické znázornění procentuálního zastoupení hmotnosti jednotlivých částí vzorku č. 1

Tato plena má ještě další konstrukční prvky, a to tvar přizpůsobený pupíku malého novorozence a indikátor vlhkosti, což je barevný proužek umístěný na pleně, který změní svou barvu ve chvíli, kdy je potřeba plenu vyměnit.

8.1.2 Vzorek č. 2



Obr. 18: Plena – vzorek č. 2, 18a – pohled na plenu ve složeném stavu, 18b – pohled na plenu v rozloženém stavu s patrnými odvodovými kanálky.

Jedná se rovněž o vzorek poskytnutý výrobcem Drylock Technologies s. r. o. označený jako „LILLYDOO“ a je určen pro děti o váze 4 až 9 kg.

Tato plena je složena z vrchní vrstvy, která je rovněž jako u vzorku č. 1 vyrobena technologií spun-bond z bikomponentních vláken typu jádro-plášť o průměru 12 μm ($\pm 1 \mu\text{m}$). Jádro vlákna je vyrobeno z polypropylenu a plášť z polyethylenu. Struktura této vrchní vrstvy je izotropní. Tato vlákenná vrstva je tepelně pojena pomocí kalandru, jehož válce jsou rastrované. Rastr válce byl však odlišný od vzorku č. 1. Pojící body mají tvar oválů, které mají stejný směr a jsou v pravidelných řadách, jak je vidět na obrázku 19.



Obr. 19: Detail vrchní vrstvy vzorku č. 2, 19a -detail pořízený fotoaparát, 19b – detail pořízený makroskopem, 19c – detail pořízený mikroskopem.

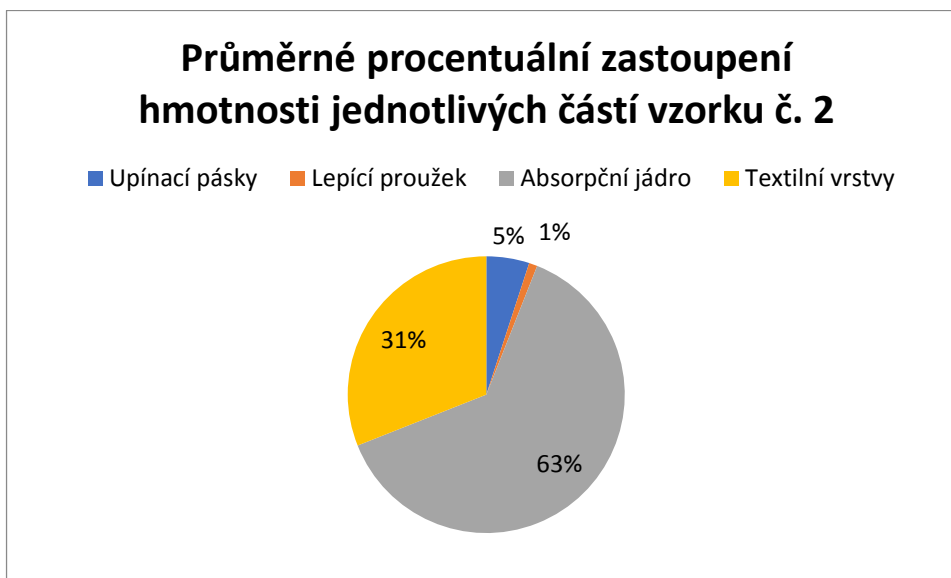
Průměrná plošná hmotnost této vrchní vrstvy je $20,0 \text{ g/m}^2$ ($\pm 0,4 \text{ g/m}^2$). Smáčení úhel této vrstvy je 83° , z čehož vyplývá, že je hydrofobní a rovněž nemá tendenci absorbovat tekutinu do struktury této vrchní vrstvy. Pod vrchní vrstvou je akviziční distribuční vrstva. Jedná se o laminát několika vrstev netkané textilie, které od sebe nelze bez porušení oddělit a zjistit tak jejich přesný počet. Při opakovaném měření smáčivosti, u vrchní vrstvy ve spojení s akviziční distribuční vrstvou, byl úhel smáčení naměřen 95° . Spojením těchto dvou vrstev byl tedy úhel smáčení ještě vyšší. Průměrná plošná hmotnost akviziční distribuční vrstvy je $77,1 \text{ g/m}^2$ ($\pm 1,7 \text{ g/m}^2$).

Mezi akviziční distribuční vrstvou a spodní vrstvou se nachází jádro ze směsi superabsorpčního prášku a vlákenného materiálu, který je z celulózy. U superabsorpčního prášku byl naměřen ekvivalentní průměr zrna $110 \text{ }\mu\text{m}$ ($\pm 39 \text{ }\mu\text{m}$). Toto absorpční jádro je uloženo v obalu. Tento obal má za úkol zabránit úniku SAP mimo jádro. Podíl hmotnosti vlákenného materiálu a SAP nebyl samostatně zjišťován, protože je od sebe nebylo možné oddělit. Byla proto zjištěna průměrná hmotnost vlákenného materiálu včetně SAP a ta má hodnotu $23,5 \text{ g}$ ($\pm 0,7 \text{ g}$).

Spodní vrstva pleny je složena z polymerního filmu a vrstvy netkané textilie, což navozuje dojem textilního charakteru. Tyto dvě vrstvy mají průměrnou plošnou hmotnost $16,2 \text{ g/m}^2$ ($\pm 0,7 \text{ g/m}^2$). Úkolem této vrstvy je zabránit při opakovaných cyklech močení průsaku tekutiny ven z pleny.

Po stranách jsou 2 postranní bariérové pásy s gumičkami, které mají bránit úniku tekutiny podél nožiček dítěte. Upínací pásy jsou pružné a na suchý zip. To umožňuje jejich opětovné zapínání. U nich byla naměřena průměrná hmotnost $1,7 \text{ g}$ ($\pm 0,0 \text{ g}$).

Na obrázku č. 20 je graficky znázorněno procentuální zastoupení hmotností jednotlivých částí pleny vzorku č. 2.



Obr. 20: Grafické znázornění procentuálního zastoupení hmotnosti jednotlivých částí vzorku č. 2

Tato plena má jeden odlišný prvek od ostatních plen tohoto výrobce. Na první pohled jsou patrné absorpční kanálky Magical Tubes® viz obr. 18b. Ty mají za úkol optimálně rozvádět tekutinu po celé ploše absorpčního jádra a pomoci tak udržovat v pleně co nejdéle pocit sucha.

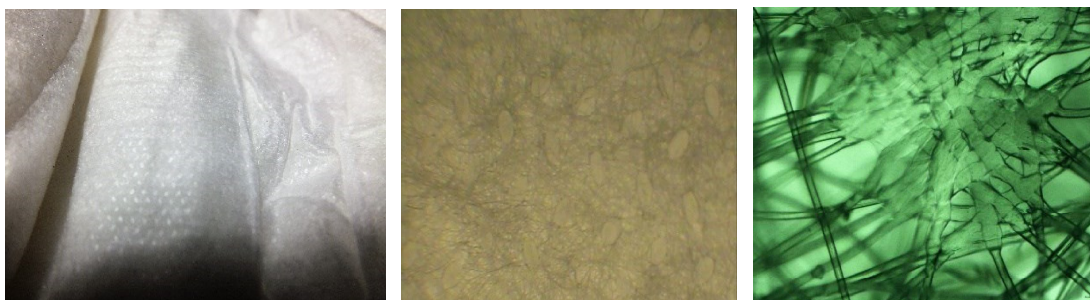
8.1.3 Vzorek č. 3

Tato plena je výrobcem Drylock Technologies s. r. o. označena jako „budni Baby“. Je určena pro děti vážící od 8 do 16 kg. Tento vzorek je tak, jako ty předcházející, složen z vrchní vrstvy, akviziční distribuční vrstvy, absorpčního jádra ze směsi SAP a vlákenného materiálu umístěného v obalu. Spodní vrstva je opět polymerní film v kombinaci s vrstvou netkané textilie. Postranní bariérové pásy a upínací systém nevykazují na pohled žádné rozdíly. Jeden rozdíl je však pouhým okem patrný, a to opět použití kalandru s jiným rastrem. Tentokrát jsou pojíací body oválného tvaru a směřují do různých stran. Jejich uspořádání má nepravidelný vzhled.



Obr. 21: Plena – vzorek č. 3, 21a – pohled na plenu ve složeném stavu, 21b – pohled na plenu v rozloženém stavu.

Vrchní vrstva vzorku č. 3 je vyrobena z bikomponentních vláken typu jádro/plášť. Jádro je vyrobeno z polypropylenu a plášť z polyetylenem. Průměr vlákna je $12\ \mu\text{m}$ ($\pm 1\ \mu\text{m}$). Struktura této vrchní vrstvy je izotropní. Jedná se o netkanou textilií vyrobenou technologií spun-bond, která je pojená kalandrovacím válcem s rastrem viz obrázek 22. Tento rastr je opět odlišný od předchozích dvou. Průměrná plošná hmotnost této vrchní vrstvy je $15,8\ \text{g/m}^2$ ($\pm 2,3\ \text{g/m}^2$). Smáčení úhel této vrstvy je 86° , z čehož vyplývá, že je hydrofobní. Nemá tedy tendenci absorbovat tekutinu do své struktury.



Obr. 22: Detail vrchní vrstvy vzorku č. 3, 22a -detail pořízený fotoaparát, 22b – detail pořízený makroskopem, 22c – detail pořízený mikroskopem

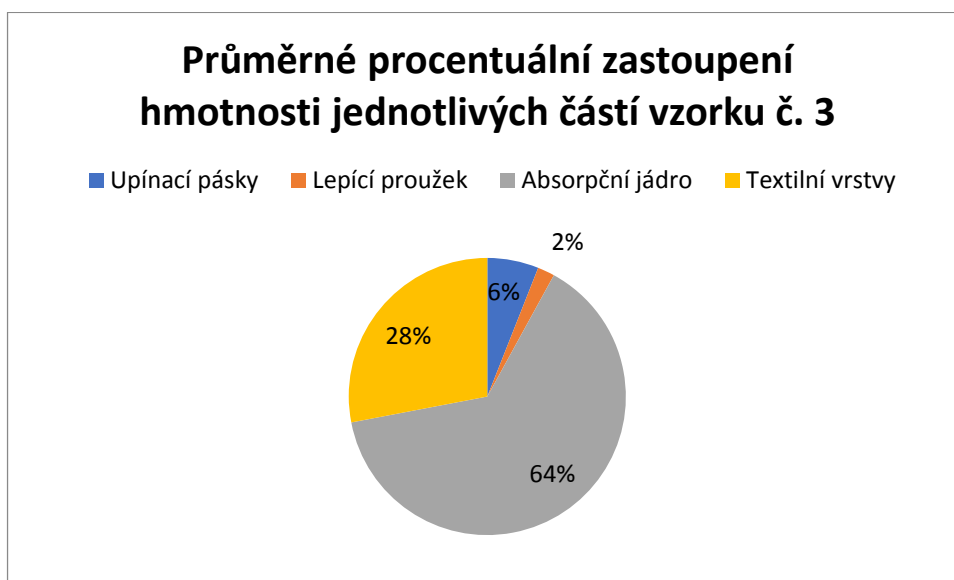
Pod vrchní vrstvou je akvizitní distribuční vrstva. Jedná se o laminát několika vrstev netkané textilie, které od sebe nelze bez porušení oddělit a zjistit tak jejich přesný počet. Při opakovaném měření smáčivosti, u vrchní vrstvy ve spojení s akvizitní distribuční vrstvou, byl úhel smáčení naměřen 97° . Spojením těchto dvou vrstev byl tedy úhel smáčení ještě vyšší. Průměrná plošná hmotnost akvizitní distribuční vrstvy je $66,9\ \text{g/m}^2$ ($\pm 1,5\ \text{g/m}^2$).

Mezi akviziční distribuční vrstvou a spodní vrstvou se nachází jádro ze směsi superabsorpčního prášku a celulózového vláknenného materiálu. Ekvivalentní průměr zrna prášku je 495 μm ($\pm 82 \mu\text{m}$). Toto absorpční jádro je uloženo v obalu. Tento obal má za úkol zabránit úniku SAP mimo jádro. Hmotnost samotného vláknenného materiálu a hmotnost samotného SAP zjišťován, protože je od sebe nebylo možné oddělit. Byla proto zjištěna průměrná hmotnost vláknenného materiálu včetně SAP a ta má hodnotu 17,6 g ($\pm 0,6$ g).

Spodní vrstva pleny je složena z polymerního filmu a vrstvy netkané textilie. To na spotřebitele dělá dojem, že je celá plena z textilu a navozuje tak dojem textilního charakteru. Tyto dvě vrstvy mají průměrnou plošnou hmotnost 14,2 g/m² ($\pm 1,4$ g/m²). Úkolem této vrstvy je zabránit při opakovaných cyklech močení průsaku tekutiny ven z pleny.

Po stranách jsou 2 postranní bariérové pásy s gumičkami, které mají bránit úniku tekutiny podél nožiček dítěte. Upínací pásy jsou pružné a na suchý zip. To umožňuje jejich opětovné zapínání. U nich byla naměřena průměrná hmotnost 1,6 g ($\pm 0,0$ g).

Na obrázku č. 23 je graficky znázorněno procentuální zastoupení hmotností jednotlivých částí pleny vzorku č. 3.



Obr. 23: Grafické znázornění procentuálního zastoupení hmotnosti jednotlivých částí vzorku č. 3

U vzorku č. 3 není kromě odlišné vrchní vrstvy patrný žádný rozdíl ani žádný prvek navíc, viditelný pouhým okem, který by jakkoliv mohl ovlivnit vlastnosti pleny.

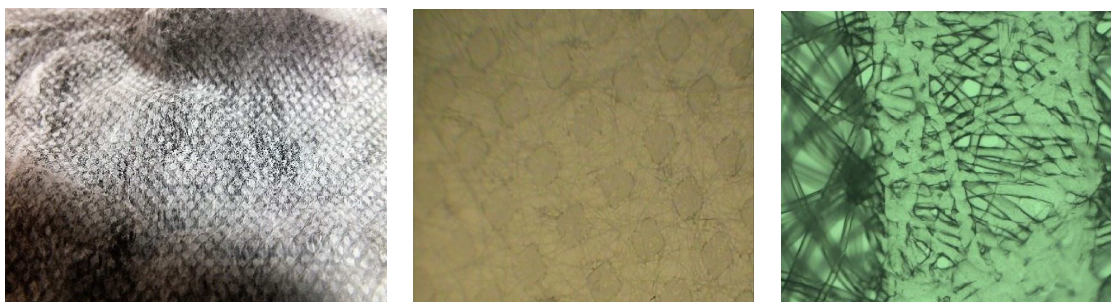
8.1.4 Vzorek č. 4

Poslední vzorek označený výrobcem jako „Love & Green“ opět nevykazuje na první pohled žádný výrazný prvek jako vzorky č. 1 a 2. Je určen pro děti vážící 8 až 16 kg. Jeho konstrukční složení je stejné jako u předchozích vzorků.



Obr. 24: Plena – vzorek č. 4, 24a – pohled na plenu ve složeném stavu, 24b - pohled na plenu v rozloženém stavu.

Vrchní vrstva vzorku č. 4 je opět vyrobena z bikomponentních vláken typu jádro/plášť. Jádro je vyrobeno z polypropylenu a plášť z polyethylenu. Tato vlákna mají průměr 10 μm ($\pm 1 \mu\text{m}$). Jedná se o netkanou textilií vyrobenou technologií spun-bond, s izotropní strukturou, která je pojená kalandrovacím válcem s rastrem. Jak je vidět na obrázku 25, tento rastr je znovu odlišný od předchozích tří vzorků. Pojící body mají tvar kosočtverce se zaoblenými rohy. Všechny mají stejný směr a jsou uspořádána do pravidelných řad. Ačkoliv nebyla měřena hustota pojících bodů, u tohoto vzorku je na první pohled nejvyšší. Průměrná plošná hmotnost této vrchní vrstvy je 19,8 g/m^2 ($\pm 0,5 \text{g}/\text{m}^2$). Smáčecí úhel této vrstvy je 68°, z čehož vyplývá, že je na rozdíl od předchozích vzorků hydrofilní.



Obr. 25: Detail vrchní vrstvy vzorku č. 4, 25a -detail pořízený fotoaparát, 25b – detail pořízený makroskopem, 25c – detail pořízený mikroskopem.

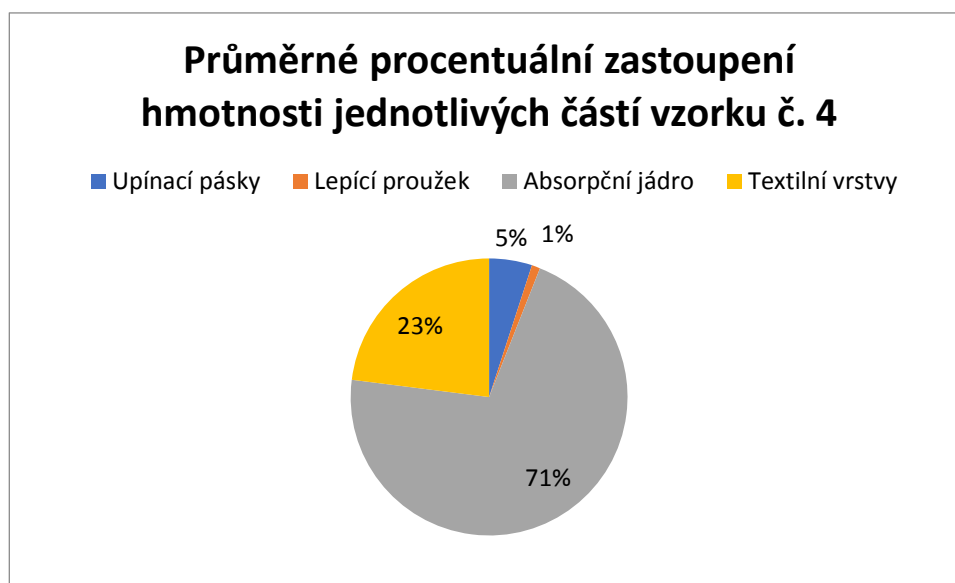
Pod vrchní vrstvou je akviziční distribuční vrstva. Jedná se o spojení několika vrstev netkané textilie, které od sebe nelze bez porušení oddělit a zjistit tak jejich přesný počet a případně jejich plošné hmotnosti apod.. Při opakovaném měření smáčivosti, u vrchní vrstvy ve spojení s akviziční distribuční vrstvou se kapka vody okamžitě vsákla. Úhel smáčení tak nebyl vůbec měřen. Průměrná plošná hmotnost akviziční distribuční vrstvy je $80,5 \text{ g/m}^2 (\pm 4,3 \text{ g/m}^2)$.

Mezi akviziční distribuční vrstvou a spodní vrstvou se nachází jádro ze směsi superabsorpčního prášku a vláknenného materiálu z celulózy. Ekvivalentní průměr zrna prášku je $135 \mu\text{m} (\pm 52 \mu\text{m})$. Toto absorpční jádro je uloženo v obalu. Hmotnost samotného vláknenného materiálu a hmotnost samotného SAP zjišťován, protože je od sebe nebylo možné oddělit. Byla proto zjištěna průměrná hmotnost vláknenného materiálu včetně SAP a ta má hodnotu $24,7 \text{ g} (\pm 0,6 \text{ g})$.

Spodní vrstva pleny je složena z polymerního filmu a vrstvy netkané textilie. To na spotřebitele dělá dojem, že je celá plena z textilu a navozuje tak dojem textilního charakteru. Tyto dvě vrstvy mají průměrnou plošnou hmotnost $12,8 \text{ g/m}^2 (\pm 0,8 \text{ g/m}^2)$. Úkolem této vrstvy je zabránit při opakovaných cyklech močení průsaku tekutiny ven z pleny.

Po stranách jsou 2 postranní bariérové pásy s gumičkami, které mají bránit úniku tekutiny podél nožiček dítěte. Upínací pásy jsou pružné a na suchý zip. To umožňuje jejich opětovné zapínání. U nich byla naměřena průměrná hmotnost $1,6 \text{ g} (\pm 0,0 \text{ g})$.

Na obrázku č. 26 je graficky znázorněno procentuální zastoupení hmotností jednotlivých částí pleny vzorku č. 4.



Obr. 26: Grafické znázornění procentuálního zastoupení hmotnosti jednotlivých částí vzorku č. 4

U vzorku č. 4 je kromě odlišné vrchní vrstvy patrný i rozdíl ve smáčivosti této vrstvy. Jaký má velikost úhlu smáčení vliv na vlastnosti pleny bude testováno v další části této práce.

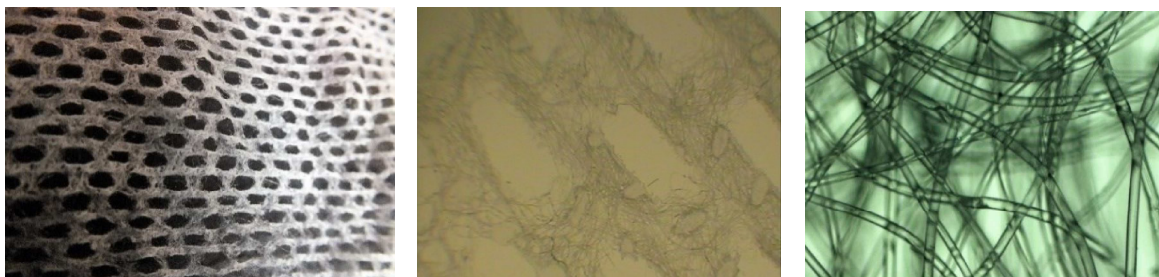
8.1.5 Vzorek č. 5

Tento vzorek je od výrobce Procter & Gamble. Jedná se o plenu Pampers řady Premium care. Tato plena je určena pro novorozence o váze 3 – 6 kg, kterým by měla poskytovat co největší komfort při ležení. Konstrukce této pleny je odlišná od těch předchozích, které byly vyrobeny společností Drylock Technologies s. r. o..



Obr. 27: Plena – vzorek č. 5, 27a – detailní pohled na vrchní vrstvu pleny, 27b – pohled na plenu ve složeném stavu, 27c – pohled na plenu v rozloženém stavu.

Vrchní vrstva pleny je perforovaná a díky vysekávanému vzoru působí dojmem pleteniny. U vzorku č. 5 je vrchní vrstva vyrobena rovněž technologií spun-bond z bikomponentních vláken typu jádro-plášť o průměru $17\ \mu\text{m}$ ($\pm 2\ \mu\text{m}$). Jádro je vyrobeno z polypropylenu a plášť z polyethylenu. Tato vlákenná vrstva je také pojena pomocí kalandru, jehož válce jsou rastrované. Vše je opět vidět na obrázku 28. Rozdíl oproti vzorkům č. 1 – 4 spočívá v tom, že má vrchní vrstva tohoto vzorku vysekávaný oválný vzor. Tento vzor je pravidelný, směřující jedním směrem. Pojící body mají oválný tvar, ale působí dojmem, že jsou nepravidelně umístěny a mají nahodilý směr. Průměrná plošná hmotnost této vrchní vrstvy je $18,9\ \text{g/m}^2$ ($\pm 0,8\ \text{g/m}^2$). Smáčecí úhel této vrstvy je 90° , z čehož vyplývá, že je hydrofobní a nemá tendenci absorbovat tekutinu do své struktury.



Obr. 28: Detail vrchní vrstvy vzorku č. 5, 28a -detail pořízený fotoaparát, 28b – detail pořízený makroskopem, 28c – detail pořízený mikroskopem.

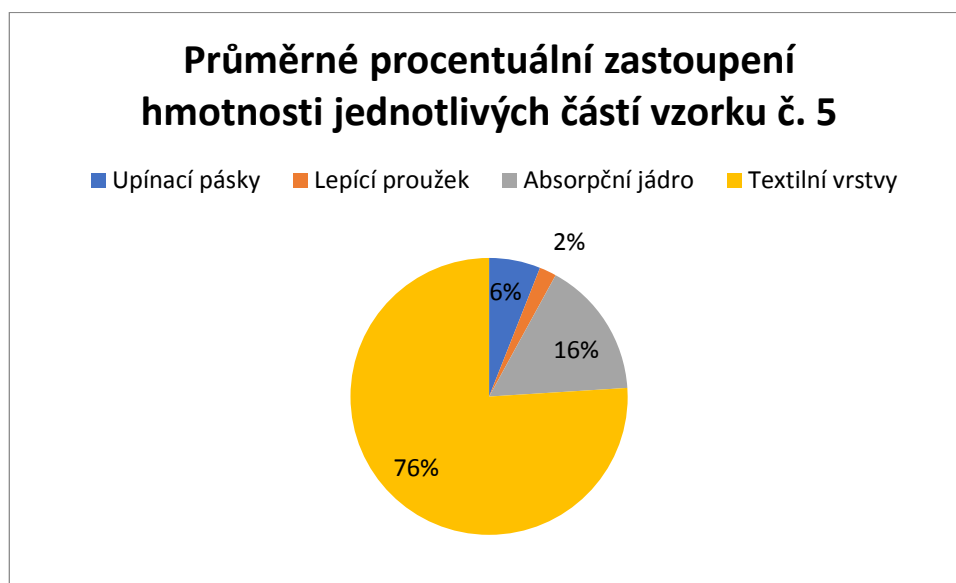
Pod vrchní vrstvou se nachází, stejně jako u předchozích vzorků, akviziční distribuční vrstva, která má plošnou hmotnost $70,4\ \text{g/m}^2$ ($\pm 1,2\ \text{g/m}^2$). Pod touto vrstvou se nachází vrstva vlákenného materiálu, která není uložena v obalu. Dále je zde absence

superabsorpčního prášku. Absorpční jádro je tak zcela odlišné od ostatních vzorků. Průměrná hmotnost celulózové vlákně směsi je 3,4 g ($\pm 0,2$ g).

Spodní vrstva pleny je složena z polymerního filmu a vrstvy netkané textilie. To na spotřebitele dělá dojem, že je celá plena z textilu. Tyto dvě vrstvy mají průměrnou plošnou hmotnost 19,2 g/m² ($\pm 1,4$ g/m²). Úkolem této vrstvy je zabránit při opakovaných cyklech močení průsaku tekutiny ven z pleny.

Po stranách jsou 2 postranní bariérové pásy s gumičkami, které mají bránit úniku tekutiny podél nožiček dítěte. Upínací pásy jsou pružné a na suchý zip. To umožňuje jejich opětovné zapínání. Ty mají průměrnou hmotnost 1,2 g ($\pm 0,0$ g).

Na obrázku č. 29 je graficky znázorněno procentuální zastoupení hmotností jednotlivých částí pleny vzorku č. 4.



Obr: 29: Grafické znázornění procentuálního zastoupení hmotnosti jednotlivých částí vzorku č. 5

U vzorku č. 5 je zcela odlišná vrchní vrstva a celková konstrukce pleny. Zcela tu chybí superabsorpční prášek v absorpčním jádru pleny a to není na rozdíl od ostatních vzorků umístěno v obalu.

8.2 Hmotnost plen a jejich částí

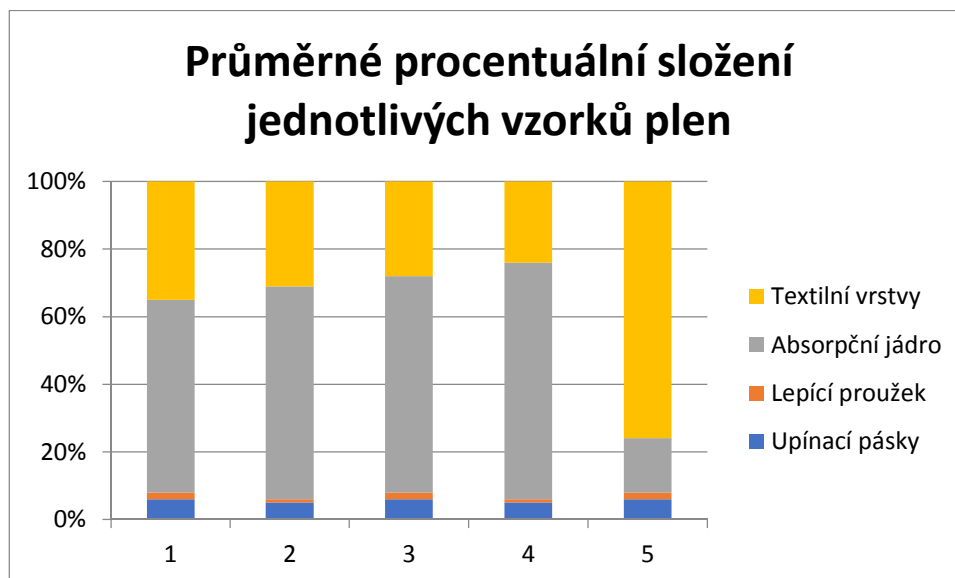
K tomu, aby bylo možné ověřit, jaké vlastnosti plen ovlivňují savost a zpětný průsak, bylo zapotřebí zjistit různé parametry všech testovaných vzorků. Jednou z možností bylo zjistit jejich celkovou hmotnost a podíly hmotností jejich jednotlivých částí. Měření hmotnosti jednotlivých vzorků plen a jejich částí bylo prováděno na laboratorní váze KERN EW 150-3M. Tato váha je schopna vážit s přesností na tisícinu gramu a její váhová kapacita je 150 g.

Od každého vzorku bylo podrobena vážení 5 kusů a k dispozici tedy bylo 5 naměřených hodnot od každého vzorku pleny, ze kterých byly získány průměrné hmotnosti jednotlivých plen a jejich částí. Pleny byly rozebrány a váženy byly upínací pásky, lepící proužky a absorpční jádra. Hmotnost absorpčních jader byla měřena v ochranném obalu, který měl zajistit, aby byl zvážena jak vlákenný materiál, tak superabsorpční prášek. Hmotnost zmiňovaného obalu byla 0,388 g. Proto byla z každé naměřené hodnoty všech absorpčních jader odečtena právě tato hodnota, aby hmotnost odpovídala skutečnosti. Průměrné hodnoty jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1: Průměrná celková hmotnost jednotlivých vzorků a jejich částí

Vzorek	Průměrná celková hmotnost pleny v [g]	Průměrná celková hmotnost upínacích pásek v [g]	Průměrná celková hmotnost upínacího proužku v [g]	Průměrná celková hmotnost absorpčního jádra v [g]
Průměr vzorku č. 1	20,26 ±0,20	1,25 ±0,01	0,40 ±0,00	11,55 ±0,55
Průměr vzorku č. 2	37,07 ±0,60	1,68 ±0,03	0,43 ±0,01	23,45 ±0,69
Průměr vzorku č. 3	27,51 ±0,13	1,57 ±0,03	0,51 ±0,01	17,56 ±0,57
Průměr vzorku č. 4	34,88 ±0,47	1,62 ±0,03	0,35 ±0,01	24,67 ±0,60
Průměr vzorku č. 5	21,75 ±0,16	1,24 ±0,02	0,41 ±0,01	3,40 ±0,15

Procentuální zastoupení hmotností jednotlivých částí je uvedeno v obrázku č. 30.



Obr. 30: Graf průměrného procentuálního zastoupení jednotlivých částí plen

Jak je vidět v tabulce 1 a v grafickém výstupu z této tabulky, vzorky č. 1 až 4 se od sebe nijak výrazně neliší. Největší váhový podíl v plenách má absorpční jádro. Procentuální zastoupení absorpčního jádra ve vzorcích 1 až 4 se pohybuje v rozmezí od 57 do 71 %. Zcela odlišné složení má vzorek č. 5, který je od jiného výrobce a obsahuje oproti předchozím vzorkům pouze 16 % absorpčního jádra. Tento rozdíl je dán skutečností, že absorpční jádro je složeno pouze z vlákenného materiálu a superabsorpční prášek tu vůbec není. Vzorky č. 1 a 5 jsou určeny pro téměř stejnou váhovou kategorii novorozenců a z výsledků vážení je patrné, že jejich celková váha se liší pouze o 1,5 g. Rozdíly v hmotnosti upínacích pásek a lepících proužků jsou téměř nulové.

Rozdíly lze vidět především u vzorku č. 3 a 4. Přestože jsou oba vzorky určené pro děti o váze 8 až 16 kg, je zde patrný váhový rozdíl v celkové váze. Vzorek č. 4 má o 7,3 g větší hmotnost.

8.3 Plošná hmotnost

Plošná hmotnost je hmotnost textilie v [kg] nebo [g] na jednotku plochy [m^2]. Pro výzkum byla použita gravimetrická metoda. Tato metoda spočívá v tom, že se dle normy ČSN 12127 odstříhne normovaný vzorek textilie o velikosti 100 x 100 mm a dojde k jeho zvážení. Následně se naměřené hodnoty přepočítají na [kg/m^2] nebo [g/m^2]. [31]

Vzhledem k rozměrům dětských plen a ke skutečnosti, že od sebe šly jednotlivé vrstvy jen těžko oddělit bez jakéhokoliv poškození, byly použity vzorky textilie o velikosti 50 x 50 mm. Jednotlivé vrstvy netkaných textilií používané v jednorázových dětských plenách mají velice nízké plošné hmotnosti a tak jsou všechny výsledné hodnoty udávány v jednotkách [g/m²].

Z každého vzorku byla oddělena a vážena pro zjištění plošné hmotnosti vrchní vrstva, akviziční distribuční vrstva a spodní vrstva. Akviziční distribuční vrstva bývá složená z několika vrstev, které od sebe lze velice obtížně oddělit. Proto bylo u stanovení plošné hmotnosti této části plen brána v úvahu plošná hmotnost akviziční distribuční vrstvy jako celku a nikoliv jednotlivých vrstev této části pleny. Spodní vrstva byla u všech vzorků plen složena z polymerního filmu a vrstvy netkané textilie. Tyto dvě vrstvy od sebe rovněž nešly oddělit a tak byla také spodní vrstva vážena jako celek.

Všechny vzorky o velikosti 50 x 50 mm byly zváženy a následně byla ze získaných údajů vypočtena plošná hmotnost vrchní, akviziční distribuční a spodní vrstvy. Naměřené průměrné hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Tabulka 2: Průměrné plošné hmotnosti jednotlivých vrstev

Vzorek	Průměrná plošná hmotnost vrchní vrstvy v [g/m²]	Průměrná plošná hmotnost akviziční distribuční vrstvy v [g/m²]	Průměrná plošná hmotnost spodní vrstvy v [g/m²]
Vzorek 1	27,46 ±0,66	68,40 ±0,49	14,24 ±0,61
Vzorek 2	20,00 ±0,40	77,12 ±1,66	16,16 ±0,73
Vzorek 3	15,84 ±2,27	66,88 ±1,45	14,24 ±1,40
Vzorek 4	19,76 ±0,46	80,48 ±4,28	12,80 ±0,80
Vzorek 5	18,96 ±0,83	70,40 ±1,20	19,19 ±1,35

Z naměřených hodnot je patrné, že mezi plošnými hmotnostmi u jednotlivých textilních vrstev vzorků 1 – 5 nejsou patrné velké rozdíly. U vzorku č. 2, 4 a 5 je průměrná plošná hmotnost vrchní vrstvy v podstatě totožná. U vzorku č. 4 byla naměřena nejnižší plošná hmotnost vrchní vrstvy 15,84 g/m² (±2,27 g/m²) a u vzorku č. 1 byla tato hodnota naopak nejvyšší, a to 27,46 g/m² (±0,66 g/m²). U vzorku č. 1 je odlišná vrchní vrstva oproti ostatním. Průměrná plošná hmotnost u akviziční distribuční vrstvy se u vzorků č. 1 – 4 pohybuje v rozmezí 66,88 – 80,48 g/m². Z výsledků je viditelné, že mezi plošnou hmotností vrchní vrstvy a akviziční distribuční vrstvy není žádná přímá úměra. Plošná

hmotnost je u všech vzorků nejnižší u spodní vrstvy. Pohybuje se v rozmezí od 12,80 do 19,19 g/m².

8.4 Měření nasákavosti vrchních částí plen metodou vzlínání

K měření nasákavosti u vzorků plen byla nejprve použita metoda vzlínivosti, a tedy měření do jaké výšky se nasákne kapalina v určitém časovém intervalu. Postup měření byl přizpůsoben laboratorním podmínkám. Z každého vzorku pleny byl připraven vzorek o rozměrech 2,55 x 10 cm. Jednalo se o vrchní vrstvu pleny včetně akviziční distribuční vrstvy. Každý jednotlivý vzorek byl vertikálně připevněn na měřicí zařízení a ponořen do obarvené vody. Po 60 sekundách byl vzorek vytažen a byla naměřena sací výška v mm. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 3.

Tabulka 3: Výsledky měření vzlínivosti

Vzorky	Sací výška v [mm]	Čas v [s]
Vzorek 1	10	60
Vzorek 2	16	60
Vzorek 3	0	60
Vzorek 4	0	60
Vzorek 5	0	60

Průběh měření vzlínivosti je zachycen na obrázku 31 a porovnání naměřených hodnot nasákavosti vrchních částí plen je uvedeno v obrázku 32.



Obr. 31: Průběh měření vzlínivosti



Obr. 32: Graf porovnání nasákavosti vzorků č. 1 - 5

Vzorky č. 3, 4 a 5 neměly vůbec tendenci za nepřítomnosti absorpčního jádra vodu rozvádět po povrchu pleny. U vzorku č. 1, s výrazně odlišnou vrchní vrstvou, byla naměřena sací výška 10 mm. U vzorku č. 2 byla naměřena sací výška 16 mm. Lze tedy konstatovat, že měřené vzorky nemají buď žádnou, nebo mají pouze minimální tendenci rozvádět za nepřítomnosti absorpčního jádra vodu po povrchu pleny.

8.5 Měření úhlu smáčení

Měření smáčivosti, konkrétně úhlu smáčení, bylo prováděno na přístroji označeném jako SeeSystem E od společnosti ADVEX INSTRUMENTS. Tento přístroj je zobrazen na obrázku 33. Je to přenosný počítačový přístroj, který je určen k měření úhlu smáčení a stanovení povrchové energie. See Systém E má v sobě zabudovanou kameru s objektivy s vysokým rozlišením a umožňuje periodické zachycení snímků pro studie, které jsou závislé na čase. Přístroj je pomocí USB kabelu připojen k počítači a software umožňuje výpočet povrchové energie na základě nejčastěji používaných modelů. [32]



Obr. 33: Přístroj SeeSystem E [32]

Pro měření úhlu smáčení byla použita metoda sedící kapky. Z každého vzorku pleny byla připravena část vrchní vrstvy a vrchní vrstva včetně akviziční distribuční vrstvy o velikosti přibližně 2 x 2 cm. Ta byla položena před snímací systém přístroje a na netkanou textilií byla umístěna kapka vody. Následně byl zachycen snímek, který byl softwarem zpracován. Došlo k určení úhlu smáčení z průměru podstavy a výšky kapky. Ze snímku získaného projekcí kapky byl zjištěn průměr základny d a výška kapky h . Úhel smáčení byl získán proložením tečny v bodě, který leží na rozhraní tří fází. Ze znalosti h a d lze vypočítat úhel smáčení θ . Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce č. 6.

Tabulka 4: Výsledky měření úhlu smáčení

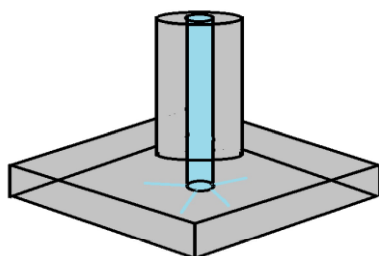
Vzorek	Smáčecí úhel vrchní vrstvy v °	Smáčecí úhel vrchní a akviziční distribuční vrstvy v °
Vzorek 1	117	120
Vzorek 2	83	95
Vzorek 3	86	97
Vzorek 4	68	vsáknutí
Vzorek 5	90	104

Toto měření potvrdilo výsledky předchozího měření nasákavosti metodou vzlínání. Výsledky naměřených hodnot vrchních vrstev se pohybovaly okolo 90°. U vzorku č. 1, tj. ten, který má odlišnou vrchní vrstvu, byl naměřen úhel smáčení dokonce ještě větší.

Výsledky tedy potvrzují, že vrchní vrstvy jednorázových plen u vzorků č. 1, 2, 3 a 5 jsou nesmáčivé a lze tedy říci, že nesají vodu a odpuzují ji. Při měření smáčivosti u vrchní vrstvy, kde nebyla oddělena akviziční distribuční vrstva, byl úhel smáčení naměřen vždy vyšší, než u vrchní vrstvy samotné. Výjimku tvořil vzorek č. 4. Naměřený úhel smáčení u vzorku č. 4 byl pouze 68°. Při měření vrchní vrstvy spojené s akviziční distribuční vrstvou se dokonce nanesená kapka vody okamžitě vsákla. To znamená, že jsou tyto vrstvy u vzorku č. 4 smáčivé a tedy hydrofilní.

8.6 Měření savosti a zpětného průsaku plen

Tato metoda spočívá v tom, že se navzorek textilie kápne kapka vody a následně se změří doba, za kterou se tato kapka vsákne do textilie. Postup měření byl dle potřeb přizpůsoben laboratorním podmínkám. Na pleny nebyla nanášena pouze kapka vody, ale 150 ml kapaliny. Pro větší objektivitu měření byla použita syntetická moč, což je 0,9 % roztok NaCl. [2] Tato kapalina byla nalita do válce o objemu 150 ml, na jehož dně byl otvor, kterým kapalina vtékala do pleny. Na dně válce byly prohloubeny rozvodové kanálky, které měly zajistit lepší odvod kapaliny do různých míst pleny, viz obrázek 34.



Obr. 34: Pomůcka k měření nasákavosti

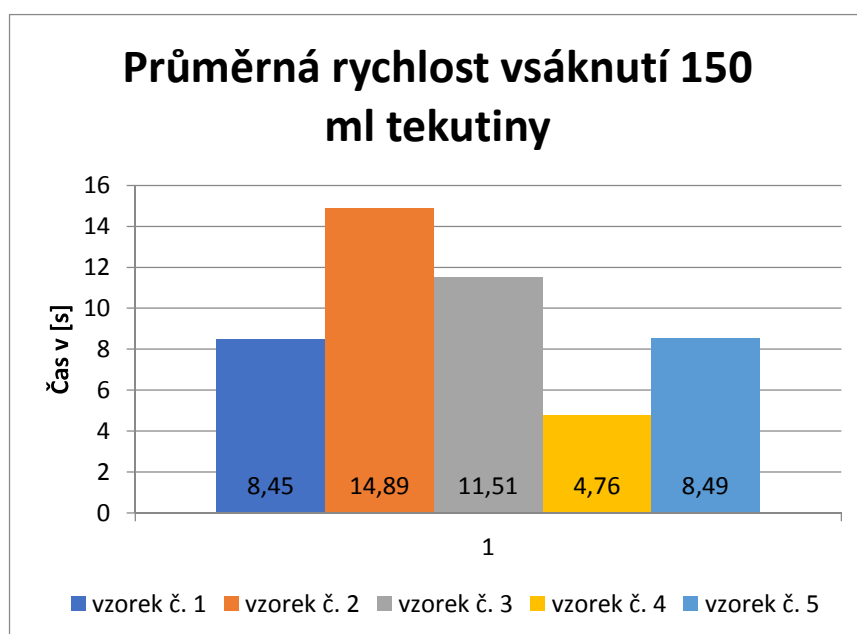
Při prvním měření bylo zjištěno, že se kapalina vsakuje do plen takovou rychlostí, že ji nelze dost dobře měřit. Proto byl pokus inovován. Na plenu byla položena folie. Na tu byla položena pomůcka k měření nasákavosti, na kterou byl vyvíjen takový tlak, aby ve chvíli, kdy je do válce nalita kapalina, z něj tato kapalina prozatím nevytékala. Ve chvíli, kdy byl válec naplněn 150 ml syntetické moči, byla folie z povrchu pleny odstraněna a začalo

měření času, za který se tato kapalina do pleny vsákne. Výsledky měření rychlosti vsáknutí jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 5: Výsledky měření rychlosti vsáknutí

Vzorek	Průměrná rychlost vsáknutí 150 ml v [s]
Průměr 1	8,45 ±1,44
Průměr 2	14,89 ±0,54
Průměr 3	11,51 ±1,60
Průměr 4	4,76 ±1,07
Průměr 5	8,49 ±0,46

Naměřené průměrné hodnoty rychlosti vsáknutí 150 ml syntetické moči jsou graficky vyhodnoceny v obrázku č. 35.

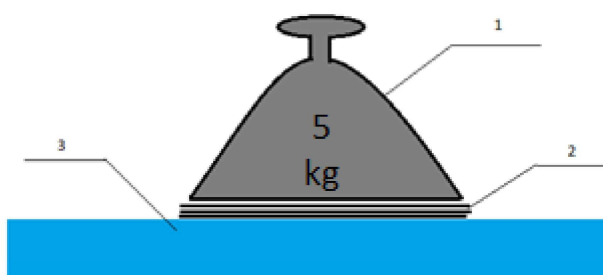


Obr. 35: Graf průměrné rychlosti vsáknutí

Z výstupů měření je vidět, že vzorek č. 1 a vzorek č. 5 mají rychlost vsáknutí kapaliny velice podobnou. Oba vzorky jsou pleny určené pro novorozence a mají výrazně odlišnou vrchní vrstvu. Vzorek č. 5 je také konstrukčně odlišný než ostatní vzorky. Přimo pod akviziční distribuční vrstvou je umístěn vláknenný materiál bez SAP. Jádro není umístěné ani v obalu, jako u ostatních vzorků. I přes tuto rozdílnou konstrukci byly u těchto dvou vzorků naměřeny hodnoty téměř totožné. U vzorku č. 2 byl čas potřebný k nasáknutí tekutiny nejdelší. Tento vzorek má uvnitř absorpčního jádra absorpční kanálky, jak již bylo

uvedeno. Ty mají za úkol rozvádět tekutinu v pleně po celé ploše absorpčního jádra. Nejkratší průměrný čas k vsáknutí byl zapotřebí u vzorku č. 4. Jedná se o plenu, která má největší procentuální zastoupení absorpčního jádra.

Ve chvíli, kdy byla do každého jednotlivého vzorku nasáknuta syntetická moč, bylo přibližně na střed pleny umístěno zvážených 10 ks filtračních papírů o velikosti 100 x 100 mm. Tyto filtrační papíry byly na 2 minuty zatíženy závažím o hmotnosti 5 kg, jak je vidět na obrázku 36. Po uplynutí této doby byly papíry opět zváženy a tak byl zjištěn váhový rozdíl filtračních papírů v [g]. Tímto způsobem byl měřen zpětný průsak tekutin.



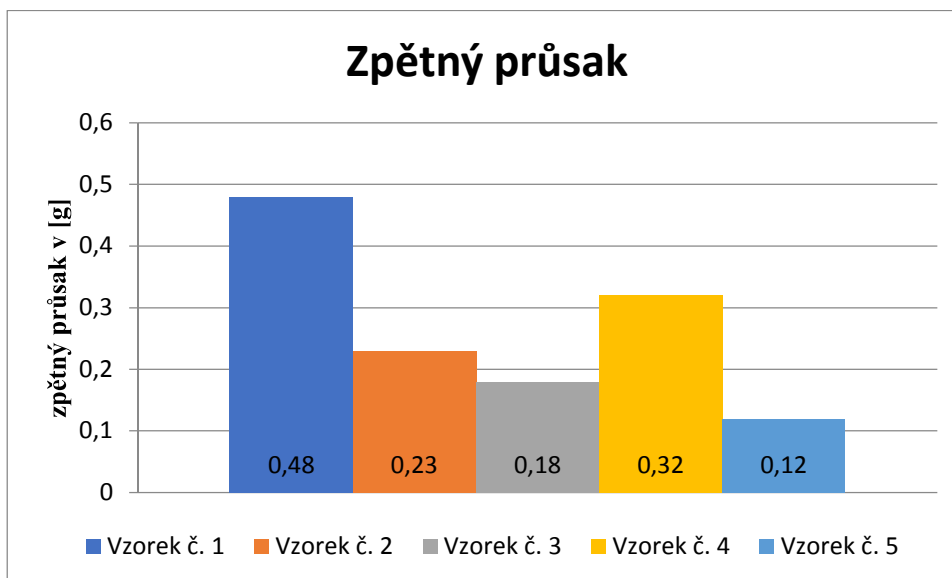
Obr. 36: Znárodnění měření zpětného průsaku, 1- závaží o hmotnosti 5 kg, 2 – 10 ks filtračních papírů, 3 – plena.

Naměřené průměrné hodnoty jsou uvedeny v tabulce 5.

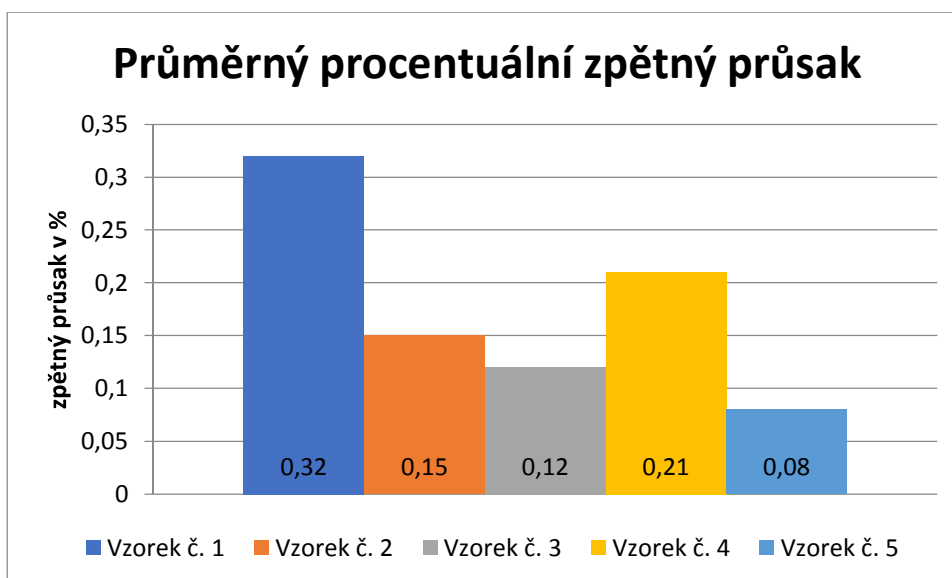
Tabulka 6: Naměřené hodnoty při měření zpětného průsaku

Vzorek	Průměrná hmotnost 10 ks filtračních papírů v [g]	Průměrná hmotnost filtračních papírů po nasáknutí v [g]	Průměrná hmotnost nasáknuté kapaliny v [g]
Vzorek 1	8,34 ±0,04	8,81 ±0,10	0,48 ±0,10
Vzorek 2	8,41 ±0,05	8,64 ±0,07	0,23 ±0,07
Vzorek 3	8,38 ±0,06	8,56 ±0,12	0,18 ±0,13
Vzorek 4	8,40 ±0,09	8,72 ±0,08	0,32 ±0,04
Vzorek 5	8,22 ±0,08	8,33 ±0,08	0,12 ±0,05

V níže uvedených obrázcích č. 37 a 38 jsou graficky uvedeny naměřené hodnoty zpětného průsaku u jednotlivých vzorků plen.



Obr. 37: Graf zpětného průsaku v gramech



Obr. 38: Graf průměrného zpětného průsaku v procentech

V tomto testu dopadl nejhůře vzorek č. 1. U tohoto vzorku byla zjištěna nejvyšší plošná hmotnost vrchní vrstvy a také jako jeden ze dvou vzorků absorboval kapalinu do struktury textilie při měření nasákavosti metodou vztlínání. Naopak nejlepší hodnoty byly naměřeny u vzorku č. 5, což je plena od jiného výrobce. Ta se zcela liší svou konstrukcí od těch předchozích. Její absorpční jádro tvoří pouze 16 % celkové hmotnosti pleny. U ostatních byly naměřeny hodnoty od 57 % do 71 %. Plošná hmotnost vrchní vrstvy se však od těch

ostatních, vyjma vzorku č. 1, nijak výrazně neodchyluje. Jediným výrazným rozdílem je to, že vrchní vrstva tohoto vzorku je perforovaná a vzhledem připomíná pleteninu. U vzorku č. 2 se naměřené hodnoty pohybovaly ve středu všech naměřených hodnot.

8.7 Shrnutí a porovnání výsledků měření

Po zhodnocení výsledků měření celkové hmotnosti a hmotností jednotlivých částí plen je patrné, že se od sebe vzorky č. 1 až 4 od sebe nijak výrazně neliší. Největší váhový podíl v plenách má absorpční jádro. Procentuální zastoupení hmotnosti absorpčního jádra ve vzorcích 1 až 4 se pohybuje v rozmezí od 57 do 71 %. Zcela odlišné složení má vzorek č. 5, který je od jiného výrobce a obsahuje oproti předchozím vzorkům pouze 16 % absorpčního jádra. Na tento rozdíl má vliv skutečnost, že absorpční jádro je složeno pouze z vlákenného materiálu a superabsorpční prášek není v absorpčním jádru vůbec obsažen. Rozdíly v hmotnosti upínacích pásků a lepících proužků jsou u všech vzorků téměř nulové.

Dále byly zjišťovány plošné hmotnosti jednotlivých textilních vrstev plen. Mezi plošnými hmotnostmi u jednotlivých textilních vrstev všech vzorků nejsou patrné velké rozdíly. U vzorku č. 2, 4 a 5 je průměrná plošná hmotnost vrchní vrstvy v podstatě totožná. U vzorku č. 3 byla naměřena nejnižší plošná hmotnost vrchní vrstvy $15,84 \text{ g/m}^2 (\pm 2,27 \text{ g/m}^2)$ a u vzorku č. 1 byla tato hodnota naopak nejvyšší, a to $27,46 \text{ g/m}^2 (\pm 0,66 \text{ g/m}^2)$. Průměrná plošná hmotnost u akviziční distribuční vrstvy se u vzorků č. 1 – 4 pohybuje v rozmezí $66,88 - 80,48 \text{ g/m}^2$. Plošná hmotnost je u všech vzorků nejnižší u spodní vrstvy. Pohybuje se v rozmezí od $12,80$ do $19,19 \text{ g/m}^2$.

Pleny byly dále podrobeny testování rychlosti vsáknutí tekutiny. Vzorek č. 1 a vzorek č. 5 mají rychlost vsáknutí kapaliny velice podobnou. Oba vzorky jsou pleny určené pro novorozence a mají výrazně odlišnou vrchní vrstvu. Vzorek č. 5 je konstrukčně zcela odlišný než ostatní vzorky. Přímo pod akviziční distribuční vrstvou je umístěn vlákenný materiál bez SAP. Jádro není umístěné ani v obalu, jako u ostatních vzorků. I přes tuto rozdílnou konstrukci byly u těchto dvou vzorků naměřeny hodnoty téměř totožné. U vzorku č. 2 byl čas potřebný k nasáknutí tekutiny nejdelší. Tento vzorek má uvnitř absorpčního jádra absorpční kanálky. Nejkratší průměrný čas k vsáknutí tekutiny byl zapotřebí u vzorku č. 4.

Dalším testovaným parametrem byl zpětný průsak. Při měření zpětného průsaku dopadl nejhůře vzorek č. 1, který má nejvyšší plošnou hmotnost vrchní vrstvy. Naopak nejlepší hodnoty byly naměřeny u vzorku č. 5, což je plena od jiného výrobce. Ta se liší svou konstrukcí od těch předchozích. Její absorpční jádro tvoří pouze 16 % celkové hmotnosti pleny. Dalším rozdílem je perforovaná vrchní vrstva.

Měřením úhlu smáčení u vrchní vrstvy, kde nebyla oddělena akviziční distribuční vrstva, bylo zjištěno, že u vzorků 1, 2, 3, a 5 je vrchní vrstva hydrofobní. Při opakovaném měření nebyla vrchní vrstva oddělena od akviziční distribuční vrstvy a úhel smáčení byl naměřen vždy vyšší, než u vrchní vrstvy samotné. Výjimku tvořil vzorek č. 4. Úhel smáčení u vrchní vrstvy vzorku č. 4 byl pouze 68°. Při opakovaném měření vrchní vrstvy spojené s akviziční distribuční vrstvou se nanesená kapka vody okamžitě vsákla, což znamená, že jsou tyto vrstvy u vzorku č. 4 hydrofilní.

8.8 Nalezené souvislosti mezi strukturou a savostí jednotlivých plen, případné další postupy řešení daného problému

Na všech vzorcích byly měřeny celkové hmotnosti plen, hmotnosti jádra a netextilních částí, plošné hmotnosti jednotlivých textilních vrstev, nasákavosti vrchních a akvizičních distribučních vrstev, rychlosti vsáknutí a zpětného průsaku. Dále byl měřen úhel smáčení vrchní vrstvy samotné a vrchní vrstvy včetně akviziční distribuční vrstvy.

U zpětného průsaku byla naměřena nejvyšší hodnota u vzorku č. 1. Při vsáknutí 150 ml tekutiny do pleny bylo 0,32 % hmotnosti této tekutiny prosáknuto zpět. Nejnižší hodnota zpětného průsaku byla naměřena u vzorku č. 5. U této pleny prosáknulo zpět z pleny pouze 0,08 % hmotnosti tekutiny vsáknuté do pleny. U vzorků č. 1 a 5 je patrný rozdíl v průměrné plošné hmotnosti vrchní vrstvy. Vzorek č. 1 má nejvyšší plošnou hmotnost vrchní vrstvy. U vzorku č. 5 je plošná hmotnost téměř nejnižší. Dalším rozdílem mezi vzorky č. 1 a 5 je v jejich konstrukci. Vzorek č. 1 je složen z vrchní vrstvy, akviziční distribuční vrstvy, absorpčního jádra uloženého v obalu a spodní vrstvy. Vzorek č. 5 je od vzorku č. 1 konstrukčně odlišný. Pod akviziční distribuční vrstvou je absorpční jádro z vláknenného materiálu, ale bez superabsorpčního prášku a bez obalu. Na zpětný průsak plen má podle naměřených hodnot vliv vrchní vrstva, její struktura a konstrukce pleny.

Dále byla u plen měřena rychlost vsáknutí syntetické moči do jejich struktury. Nejlepší hodnota byla naměřena u vzorku č. 4. 150 ml tekutiny se do pleny vsáklo za 4,76 s. Při hledání možných příčin tohoto výsledku měření byla nalezena souvislost se smáčivostí vrchní vrstvy. Vzorek č. 4 má totiž jako jedinný vrchní vrstvu hydrofilní. Úhel smáčení byl naměřen 68°. Po spojení s akviziční distribuční vrstvou se tekutina dokonce okamžitě vsákla. U ostatních vzorků jsou jak vrchní vrstvy samotné, tak ve spojení s akviziční distribuční vrstvou, hydrofobní. Podle naměřených hodnot nemá plošná hmotnost vrchní vrstvy a procentuální zastoupení hmotnosti absorpčního jádra vliv na rychlost vsáknutí tekutiny do pleny. Jediná souvislost byla nalezena ve smáčivosti vrchní vrstvy, jak bylo uvedeno výše.

Mezi hmotnostmi jednotlivých plen a procentuálním zastoupením hmotností jednotlivých částí plen nebyly nalezeny žádné závislosti na chování plen. Z výsledků měření je těžké odhadnout, jak velký vliv má na chování plen struktura a použitá výrobní technologie vrchní vrstvy. Je otázkou, jaký vliv na chování plen by měla změna jemnosti vláken, či změna hustoty a plochy pojících bodů u netkaných textilií používaných jako vrchní vrstva pleny.

Vyšší smáčivost vrchní vrstvy pleny umožňuje rychlejší vsáknutí tekutiny do absorpčního jádra pleny. Pokud zároveň tekutina neprosákne zpět, nastává tak rychleji pocit sucha. U plen pro novorozence je rychlý odvod tekutiny od pokožky velmi žádoucí. Na druhou stranu, se ale díky komfortu, který dítě v pleně pociťuje, prodlužuje doba užívání plen. Dítě díky pocitu sucha v pleně necítí potřebu se od návyku nosit pleny odnaučit. Vylepšení vlastnosti pleny tak může paradoxně vést k negativnímu jevu, který není žádoucí.

I když všechny naměřené hodnoty směřují k závěru, že na chování plen má největší vliv struktura vrchní vrstvy, nelze pominout skutečnost, že různé vrstvy plen společně fungují jako celek a vzájemně se svými vlastnostmi doplňují. U samotné vrchní vrstvy by byl například bez absorpčního jádra, které v sobě zadržuje tekutinu, jistě naměřen daleko vyšší zpětný průsak.

Závěr

Péče o dítě je nedílnou součástí lidských životů a plenky byly, jsou a budou neodmyslitelnou součástí základní výbavy pro dítě. Proto je toto odvětví pro výrobce velice lukrativní a na trhu je nabízeno mnoho typů plen. Tato práce částečně přispívá k pochopení toho, jak se jednotlivé pleny chovají z pohledu jejich konstrukce a z pohledu chování jednotlivých vrstev.

V praktické části této práce byla popsána celková konstrukce a struktura jednotlivých vrstev pět vzorků plen, z nichž čtyři byly poskytnuty od jednoho výrobce, a jeden vzorek byl od výrobce konkurenčního. Bylo zjištěno, že konstrukce plen od jednotlivých výrobců je odlišná. 4 vzorky od jednoho výrobce se neliší konstrukcí, ale rozdíly byly nalezeny ve struktuře vrchní vrstvy těchto plen. Rozdílné byly plošné hmotnosti, průměr použitých vláken, tvar a hustota pojících bodů u těchto vrchních vrstev. U všech vzorků byla dále měřena smáčivost, savost a zpětný průsak.

Při závěrečném porovnání všech naměřených hodnot bylo zjištěno, že zpětný průsak je ovlivněn plošnou hmotností vrchní vrstvy, její strukturou a celkovou konstrukcí pleny. Nejlépe dopadl vzorek č. 5. Při hledání souvislostí mezi rychlostí vsáknutí a naměřenými hodnotami bylo zjištěno, že na rychlost vsáknutí má bezpochyby vliv smáčivost vrchní vrstvy. U vzorku č. 4, který má jako jediný vrchní vrstvu pleny hydrofilní, byla tekutina do pleny vsáknuta nejrychleji.

Tato práce prokázala, že jsou mezi plenami určité rozdíly, ale všechny bezesporu plní svůj účel. Jedna lépe, jiná o něco hůře, ale ukázalo se, že nezáleží pouze na tom, zda je jedna vrstva hydrofobní či hydrofilní. Pleny skvěle fungují jako celek a mají očekávané vlastnosti.

Konstrukce plen, tak jak byla popsána v této práci, dospěla do stádia, kdy bezpochyb skvěle plní svou funkci, proto by bylo vhodné se při dalším testování jednorázových plen zaměřit na komfort těchto plen. Konkrétně například na měření prodyšnosti plen při zachování současného stavu chování ke kapalinám, či měření prostupu tepla, což by mohlo mít vliv na zdraví dítěte.

Seznam použité literatury

1. Diaper Jungle, The History of Diapers - Disposable & Cloth The History of Diapers, [online], [cit. 2019-04-01], Copyright © 2019 Diaper Jungle. Dostupné z: <http://www.diaperjungle.com/history-of-diapers>
2. DocPlayer, Vítám Vás na přednášce z předmětu zdt dětské pleny a inkontinence, [online], [cit. 2019-01-18], 2019 © DocPlayer.cz. Dostupné z: <https://docplayer.cz/23938105-vitam-vas-na-prednasce-z-predmetu-zdt-detske-pleny-inkontinence.html>
3. Kubíčková S. Environmentální aspekty dětských plen. Online. Brno 2015 cit. 2019-01-18. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/180027/fss_m/DP.pdf. Diplomová práce. Fakulta sociálních studií Masarykovy univerzity v Brně. Vedoucí práce Kateřina Rezková
4. Last Development of Baby Diaper Market in Europe, Chemical Fibers International, No.2, April 1999, 168
5. Russell, S. J. Handbook of nonwovens. Boca Raton, Fla. [etc.]: Cambridge: CRC press; Woodhead, 2007. ISBN 978-185-5736-030
6. Next Index 2002 in Geneva, Chemical Fibers International, No. 3, May 1999, 266
7. Mansfield, R. G.: A Hybrid Market, America's Textiles International, August 1999, 38
8. Starr, J. R., Pricie, M.: The Accelerating of Advanced Design Features and Materials in Hygiene Absorbent Products Worldwide. INDEX 99 Nonwoven Congress, Geneva, Switzerland, 1999
9. Barge, P.: Fighting Leakage in Thin Diapers. A Challenge Taken up by Engineered Multifunctional Fabric. INDEX 96, Nonwoven Congress, Geneva, Switzerland, 1996
10. Starr, J. R., Pricie, M.: Changing Absorbent Products Outlook for Key Raw Material, INDEX 96, Nonwovens Congress, Geneva, Switzerland, 1996
11. Látkové pleny.cz, Porovnání nákladů plen, [online], [cit. 2019-01-27], Copyright © 2019, Látkové pleny.cz. Dostupné z: <https://latkovepleny.cz/jednorazove-vs-latkove-pleny/porovnan-nakladu-plen/>

12. dTest, o.p.s., Jak vybrat dětskou plenu, [online], [vid. 2018-10-31], © dTest, o.p.s..
Dostupné z: [https://www.dtest.cz/clanek-4343/jak -vybrat-detskou-plenu](https://www.dtest.cz/clanek-4343/jak-vybrat-detskou-plenu)
13. Ekolist.cz, Návrat látkových plenek, [online], [vid. 2019-01-27], Copyright © BEZK.
Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zelena-domacnost/rady-a-navody/navrat-latkovych-plenek>
14. Procter & Gamble. Personal care companies. In: Wikipedia [online]. Editováno 9.4.2019 17:53 pm. [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Procter_%26_Gamble
15. Pampers, [online], [cit. 2019-01-28], © 2019 Procter & Gamble. Dostupné z: <https://www.pampers.cz>
16. Procter & Gamble, [online], [cit. 2019-01-28], © 2019 Procter & Gamble. Dostupné z: <https://pg.jobs.cz>
17. Drylock Technologies s. r. o., [online], [cit. 2019-01-27], © 2019 Drylock Technologies. Dostupné z: <https://drylocktechnologies.com>
18. Norton, Ch.: Changing with the Times, Americas Textile International, September 1999
19. Jirsák, O., Kalinová, K. Netkané textilie. V Liberci: Technická univerzita v Liberci. 2003. ISBN 80-7083-746-2
20. Jirsák, O., Wadsworth, L. C. Nonwoven Textiles, Carolina Academic Press, Durham, NC 1999. ISBN 0-89089-978-8
21. Albrecht, W., Fuchs, H., Kittelmann, W.: Nonwovens Fabrics, Wiley-VCH, Weinheim 2003, ISBN: 3-527-30406-1
22. Svobodová, V. Sorpce tuků na hydrofobní textilie z polypropylenových přízí. [online]. Liberec 2009. [cit. 2019-01-27]. Dostupné z: https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/4156/bc_16723.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Bakalářská práce. Fakulta textilní Technické univerzity v Liberci. Vedoucí práce Jaroslav Odvárka
23. Halamová, I. Identifikace chemických vláken v textilní praxi. [online]. Liberec 2011. [cit. 2019-02-02]. Dostupné z: <https://dspace.tul.cz/handle/15240/11247>. Bakalářská práce. Fakulta textilní Technické univerzity v Liberci. Vedoucí práce Hana Pařilová

24. Český statistický úřad. Výroba vybraných výrobků v průmyslu – 2017. [online]. [cit. 2019-02-02]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/vyroba-vybranych-vyrobku-v-prumyslu-2017>
25. Technická univerzita v Liberci. Nano[studijní]materiály, Termické a chemické technologie výroby netkaných textilií, Přednáška 5. [online]. [cit. 2019-02-02]. Dostupné z: https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/9319/mod_resource/content/0/5.pdf
26. EDANA. Formation. [online]. [cit. 2019-02-22]. Dostupné z: <https://www.edana.org/discover-nonwovens/how-they're-made/formation>
27. Technická univerzita v Liberci. Nano[studijní]materiály, Termické a chemické technologie výroby netkaných textilií, Přednáška 6. [online]. [cit. 2019-02-03]. Dostupné z: https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/9316/mod_resource/content/0/6.pdf
28. PFNonwovens Czech s. r. o. Technologie. SMS [online]. [cit. 2019-02-03]. © 2005 - 2019 PFNonwovens Czech s.r.o. Dostupné z: <http://www.pfnnonwovens.cz/technologie-sms>
29. KOVAČIČ, V. Textilní zkušebnictví 2, 1. vydání, Liberec, Katedra textilních materiálů, Technická univerzita v Liberci 2004, ISBN 80-7083-825-6
30. Holub, J. Smáčivost povrchu vůči kapalinám a druhá viskozita kapalin. [online]. Brno 2010. [cit. 2019-02-03]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=29171.
Bakalářská práce. Fakulta strojního inženýrství Vysokého učení technického v Brně. Vedoucí práce Simona Fialová
31. Technická univerzita v Liberci. Nano[studijní]materiály. [online]. [cit. 2019-02-03]. Dostupné z: https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/5317/mod_resource/content/3/adheze.pdf
32. Advex Instruments s. r. o. [online]. [cit. 2019-02-16]. Copyright © 2008 Advex Instruments, s. r. o. Dostupné z: http://www.advex-instruments.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=1&Itemid=262008

Seznam příloh

Příloha A	- Celková hmotnost a hmotnost netextilních částí plen	70
Příloha B	- Plošná hmotnost jednotlivých textilních vrstev plen	72
Příloha C	- Rychlost vsáknutí 150 ml tekutiny	74
Příloha D	- Zpětný průsak	13
Příloha E	- Měření úhlu smáčení	15

Příloha A - Celková hmotnost a hmotnost netextilních částí plen

Vzorek č.1	Celková hmotnost pleny v [g]	Celková hmotnost upínacích pásků v [g]	Celková hmotnost lepícího proužku v [g]	Celková hmotnost absorpčního jádra v [g]
A	20,33	1,24	0,399	11,092
B	19,91	1,24	0,390	11,213
C	20,37	1,27	0,399	12,347
D	20,33	1,24	0,396	11,198
E	20,36	1,25	0,394	11,905
Průměr	20,26	1,25	0,395	11,551

Vzorek č. 2	Celková hmotnost pleny v [g]	Celková hmotnost upínacích pásků v [g]	Celková hmotnost lepícího proužku v [g]	Celková hmotnost absorpčního jádra v [g]
A	37,53	1,64	0,417	22,912
B	37,68	1,71	0,438	24,547
C	36,55	1,71	0,445	22,895
D	36,31	1,69	0,422	23,657
E	37,28	1,67	0,442	23,246
Průměr	37,07	1,68	0,433	23,451

Vzorek č. 3	Celková hmotnost pleny v [g]	Celková hmotnost upínacích pásků v [g]	Celková hmotnost lepícího proužku v [g]	Celková hmotnost absorpčního jádra v [g]
A	27,48	1,59	0,512	17,065
B	27,53	1,58	0,527	17,303
C	27,36	1,52	0,504	18,322
D	27,71	1,57	0,517	18,021
E	27,48	1,56	0,511	17,106
Průměr	27,512	1,57	0,514	17,563

Vzorek č. 4	Celková hmotnost pleny v [g]	Celková hmotnost upínacích pásků v [g]	Celková hmotnost lepícího proužku v [g]	Celková hmotnost absorpčního jádra v [g]
A	34,57	1,65	0,34	25,225
B	34,23	1,635	0,355	23,778
C	35,1	1,583	0,357	25,005
D	35,1	1,628	0,348	25,019
E	35,4	1,618	0,353	24,319
Průměr	34,88	1,623	0,351	24,669

Vzorek č. 5	Celková hmotnost pleny v [g]	Celková hmotnost upínacích pásků v [g]	Celková hmotnost lepícího proužku v [g]	Celková hmotnost absorpčního jádra v [g]
A	22	1,266	0,414	3,202
B	21,57	1,245	0,401	3,442
C	21,77	1,202	0,414	3,556
D	21,64	1,226	0,406	3,286
E	21,76	1,249	0,413	3,512
Průměr	21,748	1,238	0,410	3,400

Příloha B - Plošná hmotnost jednotlivých textilních vrstev plen

Vzorek č. 1	Hmotnost vrchní vrstvy 5x5 cm v [g]	Hmotnost akviziční distribuční vrstvy 5x5 cm v [g]	Hmotnost spodní vrstvy 5x5 cm v [g]	Plošná hmotnost vrchní vrstvy v [g/m ²]	Plošná hmotnost akviziční distribuční vrstvy v [g/m ²]	Plošná hmotnost spodní vrstvy v [g/m ²]
A	0,070	0,171	0,038	28,00	68,4	15,2
B	0,070	0,170	0,034	28,00	68,0	13,6
C	0,066	0,173	0,035	26,40	69,2	14,0
D	0,069	0,170	0,035	27,56	68,0	14,0
E	0,068	0,171	0,036	27,36	68,4	14,4
Průměr	0,069	0,171	0,036	27,46	68,40	14,24

Vzorek č. 2	Hmotnost vrchní vrstvy 5x5 cm v [g]	Hmotnost akviziční distribuční vrstvy 5x5 cm v [g]	Hmotnost spodní vrstvy 5x5 cm v [g]	Plošná hmotnost vrchní vrstvy v [g/m ²]	Plošná hmotnost akviziční distribuční vrstvy v [g/m ²]	Plošná hmotnost spodní vrstvy v [g/m ²]
A	0,051	0,187	0,038	20,4	74,8	15,2
B	0,050	0,197	0,042	20,0	78,8	16,8
C	0,049	0,195	0,041	19,6	78,0	16,4
D	0,049	0,195	0,042	19,6	78,0	16,8
E	0,051	0,190	0,039	20,4	76,0	15,6
Průměr	0,050	0,193	0,040	20,00	77,12	16,16

Vzorek č. 3	Hmotnost vrchní vrstvy 5x5 cm v [g]	Hmotnost akviziční distribuční vrstvy 5x5 cm v [g]	Hmotnost spodní vrstvy 5x5 cm v [g]	Plošná hmotnost vrchní vrstvy v [g/m ²]	Plošná hmotnost akviziční distribuční vrstvy v [g/m ²]	Plošná hmotnost spodní vrstvy v [g/m ²]
A	0,038	0,166	0,039	15,2	66,4	15,6
B	0,033	0,164	0,038	13,2	65,6	15,2
C	0,048	0,172	0,030	19,2	68,8	12,0
D	0,037	0,164	0,036	14,8	65,6	14,4
E	0,042	0,170	0,035	16,8	68,0	14,0
Průměr	0,040	0,167	0,033	15,84	66,88	14,24

Vzorek č. 4	Hmotnost vrchní vrstvy 5x5 cm v [g]	Hmotnost akviziční distribuční vrstvy 5x5 cm v [g]	Hmotnost spodní vrstvy 5x5 cm v [g]	Plošná hmotnost vrchní vrstvy v [g/m ²]	Plošná hmotnost akviziční distribuční vrstvy v [g/m ²]	Plošná hmotnost spodní vrstvy v [g/m ²]
A	0,049	0,215	0,035	19,6	86,0	14,0
B	0,048	0,195	0,031	19,2	78,0	12,4
C	0,051	0,190	0,030	20,4	76,0	12,0
D	0,050	0,196	0,033	20,0	78,4	13,2
E	0,049	0,210	0,031	19,6	84,0	12,4
Průměr	0,049	0,201	0,032	19,76	80,48	12,80

Vzorek č. 5	Hmotnost vrchní vrstvy 5x5 cm v [g]	Hmotnost akviziční distribuční vrstvy 5x5 cm v [g]	Hmotnost spodní vrstvy 5x5 cm v [g]	Plošná hmotnost vrchní vrstvy v [g/m ²]	Plošná hmotnost akviziční distribuční vrstvy v [g/m ²]	Plošná hmotnost spodní vrstvy v [g/m ²]
A	0,045	0,175	0,043	18,0	70,0	17,2
B	0,047	0,181	0,051	18,8	72,4	20,4
C	0,050	0,176	0,050	20,0	70,4	20,0
D	0,049	0,173	0,046	19,6	69,2	18,4
E	0,046	0,175	0,0499	18,4	70,0	19,96
Průměr	0,047	0,176	0,048	18,96	70,40	19,19

Příloha C - Rychlost vsáknutí 150 ml tekutiny

Vzorek č. 1	Rychlost vsáknutí 150 ml kapaliny v [s]	Vzorek č. 2	Rychlost vsáknutí 150 ml kapaliny v [s]
A	8,94	A	8,88
B	6,26	B	9,54
C	10,14	C	10,22
D	8,89	D	8,96
E	8,02	E	9,32
Průměr	8,45	Průměr	9,38

Vzorek č. 3	Rychlost vsáknutí 150 ml kapaliny v [s]	Vzorek č. 4	Rychlost vsáknutí 150 ml kapaliny v [s]
A	9,01	A	3,12
B	13,18	B	6,01
C	12,34	C	5,15
D	12,03	D	5,05
E	10,98	E	4,48
Průměr	11,51	Průměr	4,76

Vzorek č. 5	Rychlost vsáknutí 150 ml kapaliny v [s]
A	7,96
B	8,39
C	9,12
D	8,76
E	8,23
Průměr	8,49

Příloha D - Zpětný průsak

Vzorek č. 1	Hmotnost 10 ks filtračních papírů v [g]	Hmotnost filtračních papírů po nasáknutí v [g]	Hmotnost nasáknuté kapaliny v [g]
A	8,39	8,92	0,53
B	8,28	8,81	0,53
C	8,34	8,71	0,37
D	8,36	8,91	0,37
E	8,33	8,71	0,58

Vzorek č. 2	Hmotnost 10 ks filtračních papírů v [g]	Hmotnost filtračních papírů po nasáknutí v [g]	Hmotnost nasáknuté kapaliny v [g]
A	8,37	8,69	0,32
B	8,39	8,53	0,14
C	8,48	8,71	0,23
D	8,43	8,67	0,27
E	8,37	8,61	0,21
Průměr	8,41	8,64	0,23

Vzorek č. 3	Hmotnost 10 ks filtračních papírů v [g]	Hmotnost filtračních papírů po nasáknutí v [g]	Hmotnost nasáknuté kapaliny v [g]
A	8,33	8,70	0,37
B	8,33	8,40	0,07
C	8,48	8,57	0,09
D	8,36	8,66	0,12
E	8,39	8,49	0,23
Průměr	8,38	8,56	0,18

Vzorek č. 4	Hmotnost 10 ks filtračních papírů v [g]	Hmotnost filtračních papírů po nasáknutí v [g]	Hmotnost nasáknuté kapaliny v [g]
A	8,34	8,62	0,28
B	8,32	8,70	0,38
C	8,54	8,84	0,30
D	8,36	8,75	0,31
E	8,45	8,70	0,33
Průměr	8,40	8,72	0,32

Vzorek č. 5	Hmotnost 10 ks filtračních papírů v [g]	Hmotnost filtračních papírů po nasáknutí v [g]	Hmotnost nasáknuté kapaliny v [g]
A	8,33	8,41	0,08
B	8,18	8,37	0,19
C	8,14	8,22	0,08
D	8,16	8,39	0,09
E	8,28	8,28	0,15
Průměr	8,22	8,33	0,12

Příloha E - Měření úhlu smáčení

