

UNIVERZITA PARDUBICE

FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
KATEDRA POLYGRAFIE A FOTOFYZIKY

Vliv vlhkosti materiálu na kvalitu skládačkových obalů z kaširovaných lepenek

Michaela Vavrdová

Bakalářská práce

2017

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michaela Vavrdová**
Osobní číslo: **C14179**
Studijní program: **B3441 Polygrafie**
Studijní obor: **Polygrafie**
Název tématu: **Vliv vlhkosti materiálu na kvalitu skládačkových obalů z kaširovaných lepenek**
Zadávací katedra: **Katedra polygrafie a fotofyziky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Prostudujte dostupné materiály zabývající se problematikou výroby skládačkových obalů z kaširovaných lepenek. Na základě získaných poznatků v teoretické části práce zpracujte přehled materiálů pro jejich výrobu a popište způsob jejich výroby.
2. Dále prostudujte a v teoretické části práce zpracujte literaturu zabývající se vlivem vlhkosti papírových materiálů na jejich chování při ofsetovém tisku a následném kaširování.
3. V rámci experimentální části práce se zúčastněte ve společnosti Model Obaly, s.r.o. výroby několika zakázek skládačkových obalů z kaširovaných lepenek. Zaměřte se na sledování změn vlhkosti materiálu v průběhu výroby a jejich vliv na kvalitu hotových obalů.
4. V závěrečné části práce zhodnoťte vliv vlhkosti materiálu na kvalitu skládačkových obalů z kaširovaných lepenek.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Hana Holická, Ph.D.

Katedra polygrafie a fotofyziky

Datum zadání bakalářské práce: **28. února 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **7. července 2017**



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

L.S.



prof. Ing. Petr Němec, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 29. února 2016

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 7. 7. 2017

Michaela Vavrdová

Děkuji Ing. Haně Holické, Ph.D. za odborné vedení práce, věcné připomínky, dobré rady a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce. Mé poděkování patří též firmě Model Obaly a.s. se sídlem v Opavě za spolupráci při získávání údajů pro experimentální část práce. Také bych chtěla poděkovat mé rodině a přátelům za podporu při studiu a tvorbu potřebného zázemí a trpělivost se mnou při práci na tomto tématu.

ANOTACE

Práce je věnována problematice vlivu vlhkosti na kvalitu skládačkových obalů. Zabývá se stručným popisem výroby skládačkových lepenek a výroby vlnité lepenky. Popisuje vliv vlhkosti a teploty prostředí na kvalitu materiálu. V praktické části se zabývá vlhkostí a teplotou materiálu v průběhu výroby několika zakázek, které byly zpracovány ve firmě Model Obaly a.s..

KLÍČOVÁ SLOVA

vlhkost, teplota, vlnitá lepenka, skládačkové obaly

TITLE

The influence of moisture on the quality of folding packages made of the laminated carboard

ANNOTATION

The work is focused on the influence of humidity on the quality of the folding packaging. It deals with a brief description of the production of folding cardboard and the production of corrugated cardboard. It describes the effect of humidity and temperature of environment on material quality. Practical part it deals with the humidity and temperature of the material during the production of several orders, which were processed in Model Obaly a.s..

KEYWORDS

Humidity, temperature, corrugated cardboard, folding packaging

OBSAH

0	Úvod.....	11
1	Teoretická část.....	12
1.1	Kaširované lepenky	12
1.1.1	Vícevrstvá hladká lepenka.....	12
1.1.2	Dvouvrstvá vlnitá lepenka.....	14
1.2	Skládačkové obaly	17
1.2.1	Technologie výroby potištěných skládaček z kaširovaných lepenek.....	17
1.3	Vliv teploty a vlhkosti okolního prostředí na papír	22
1.3.1	Vlhkost vzduchu.....	23
1.3.2	Vlhkost papíru	24
1.3.3	Zásady pro skladování papíru.....	25
1.3.4	Vliv vlhkosti papíru na jeho chování při ofsetovém tisku.....	27
2	Experimentální část.....	28
2.1	Experimentální materiály	29
2.1.1	Papírové materiály.....	29
2.1.2	Lepidla.....	30
2.1.3	Tiskové barvy	30
2.1.4	Tiskové laky	30
2.2	Experimentální přístroje a zařízení.....	31
2.2.1	Tiskové stroje	31
2.2.2	Stroj pro kaširování hladké a vlnité lepenky	31
2.2.3	GTS SWORD HYGROMETER	31
2.2.4	Analyzátor absolutní vlhkosti/sušící váhy RADWAG MAC 50/NH.....	32
2.3	Postup měření	33
2.4	Výsledky měření a diskuse	34
2.4.1	Relativní vlhkost a teplota papíru před tiskem.....	34

2.4.2	Relativní vlhkost a teplota papíru před a po tisku	35
2.4.3	Relativní vlhkost a teplota během procesu zasychání barev před kašírováním .	37
2.4.4	Absolutní vlhkost GD2 Serviliner 230 před kašírováním	39
2.4.5	Absolutní vlhkost materiálu před kašírováním i po kašírováním.....	39
3	Závěr.....	42
4	POUŽITÁ LITERATURA.....	43

SEZNAM ILUSTRACÍ

Obrázek 1 Dělení vlnité lepenky podle počtu vrstev a geometrie vlny [8].....	16
Obrázek 2 Různé typy skládaček: a: průřezy trupu, b,c: skládačky se zalepovacími klopami, d– i: se zasouvacími klopami,	18
Obrázek 3 Výkres sestavy přířezů na archu [7]	18
Obrázek 4 Šestibarvový archový ofsetový stroj s lakovací jednotkou [16].....	19
Obrázek 5 Schéma stroje pro výrobu vlnité lepenky [8].....	19
Obrázek 6 Různé druhy skládatelných přířezů v plochém stavu a ve složeném stavu [7].....	21
Obrázek 7 Vzorec celulózy [9].....	22
Obrázek 8 Způsob, jak se na molekuly celulózy váže voda [9].....	22
Obrázek 9 Zvlhčovací systém [12].....	26
Obrázek 10 Deformace stohu papíru vznikající v důsledku nevhodných klimatických podmínek skladování papíru [1].....	27
Obrázek 11 GTS SWORD HYGROMETER.....	31
Obrázek 12 Analyzátor absolutní vlhkosti	32
Obrázek 13 Přípravek na vykružování vzorků pro měření absolutní vlhkosti.....	32
Obrázek 14 Tři místa na archu, kde byly odebrány vzorky	33
Obrázek 15 Zakázka číslo 10244465	36
Obrázek 16 Zakázka číslo 10244466	36

SEZNAM TABULEK A GRAFŮ

Tabulka 1	Hodnoty volumenu pro hladkou lepenku nebo karton označený písmenem D.....	14
Tabulka 2	Parametry jednotlivých druhů vln [8]	16
Tabulka 3	Teplota a relativní vlhkost v tiskové hale.....	29
Tabulka 4	Teplota a relativní vlhkost v kaširovací hale.....	29
Tabulka 5	Relativní vlhkost materiálu GD2 Serviliner 230 před tiskem.....	34
Tabulka 6	Relativní vlhkost materiálu GD2 Serviliner 230 v průběhu sušení před kaširovací linkou.....	37
Tabulka 7	Absolutní vlhkost materiálu GD2 Serviliner 230 před kaširováním zakázek číslo 10244465, 1024474 a 10243048	39
Tabulka 8	Absolutní vlhkost materiálu GD2 Serviliner 230 zakázky 10243989 před kaširováním a po kaširování.....	40
Tabulka 9	Absolutní vlhkost materiálu GD2 Serviliner 230 zakázky 10244816 před kaširováním a po kaširování.....	40
Tabulka 10	Absolutní vlhkost materiálu GD2 Serviliner 230 zakázky 10245055 před a po kaširování	41
Graf 1	Graf závislosti vlhkosti vzduchu na teplotě [14]	23
Graf 2	Hysterezní křivka natíraného papíru s plošnou hmotností 115 g/m ² a 170 g/m ² [9].....	25
Graf 3	Hysterezní křivka novinového a bezdřevého ofsetového papíru [9].....	25

0 Úvod

Obalový materiál z kaširovaných lepenek je v dnešní době velice důležitý a setkáváme s ním každý den. U obalového materiálu také hodně závisí na tom, co do něj vkládáme a kde se později výrobek bude vyskytovat a podle toho rozhodujeme, jak bude výrobek následně vypadat. Vlnitá lepenka, která je nejrozšířenějším materiálem v obalovém průmyslu, je náchylná na vlhkost, tak jako jiné papírové materiály, a proto je nutné hlídat hodnotu vlhkosti při jejím zpracování.

Výroba skládačkových obalů z kaširované lepenky se skládá z výroby jednotlivých částí, jako je dvouvrstvá vlnitá lepenka a karton pro horní vrstvu. Výroba jednotlivých částí je popsána v teoretické části. V průběhu výroby vlnité lepenky, přijde materiál do kontaktu s lepidlem, které obsahuje určitou vlhkost a také přijde do kontaktu s horkým válcem, který vytváří vlnu a při kontaktu s tímto válcem dochází k odpaření vlhkosti materiálu. Při tisku technikou offset se do materiálu dostane vlhkost z vlhčicího roztoku a při kaširování vrstvy vlnité lepenky a kartonu přijde znovu do styku s lepidlem a tím pádem s další vlhkostí.

Problematika vlhkosti materiálu při jeho výrobě je popsána v teoretické části této práce. V praktické části byla měřena a vyhodnocena vlhkost a teplota materiálu v průběhu výroby několika zakázek, které byly zpracovány ve firmě Model Obaly a.s.. Cílem této práce je zhodnotit vliv vlhkosti materiálu na kvalitu skládačkových obalů z kaširovaných lepenek.

1 Teoretická část

1.1 Kaširované lepenky

Lepenka je papír o hmotnosti obvykle nad 250 g/m^2 . Vyrábí se slepováním několika vrstev papíru nebo kartonu. Lepenky mají v polygrafii využití především v oblasti knihařského zpracování nebo v obalové technice. Pro výrobu obalů se používají lepenky plné nebo vlnité. Při podstatně nižší plošné hmotnosti dosahuje vlnitá lepenka pevnostních vlastností plné lepenky. Kromě toho má vlnitá lepenka lepší schopnost tlumit nárazy, vibrace a vykazuje dobrou rozměrovou stabilitu. Z těchto důvodů jsou plné lepenky v obalovém průmyslu do velké míry nahrazovány lepenkami vlnitými. [1]

Kaširování je slepování dvou a více vrstev stejných nebo rozdílných materiálů. Tímto způsobem se zvyšují užitkové vlastnosti a horní vrstva může sloužit jako ochranná nebo dekorativní vrstva. Tento postup se provádí pro dosažení vyššího estetického účinku a zlepšení některých funkčních vlastností, jako mohou být hydrofóbnost, olejofóbnost a odolnost vůči oděru. Jsou dva základní postupy kaširování lepenek, kontinuální a periodický postup. U kontinuálního postupu je na roli materiálu nanášeno vhodné lepidlo (obvykle se používá lepidlo PVAC) a ihned po nánosu lepidla se přitlačuje další vrstva odvíjeného materiálu. Kaširovaná lepenka se následně navíjí na kotouč nebo se řeže na příslušné rozměry. Touto technologií se mohou upravovat pouze strojní lepenky do 900 g/m^2 , silnější lepenky se nazývají bednové lepenky a ty se zpracovávají na speciálních slepovacích strojích pro výrobu bednových lepenek. U periodického postupu, který se nazývá arch-arch, se lepidlo nanáší na lepenku a archy se na ni přikládají a zalisují. Tento postup se provádí u moderních kaširovacích strojů od zahraničních dodavatelů. Další postup může být prováděn na stroji, ve kterém se lepidlem opatřuje potahovaný materiál. [2]

1.1.1 Vícevrstvá hladká lepenka

Hladké lepenky a kartony jsou vícevrstvé materiály s různým složením vrstev. Jejich plošná hmotnost se pohybuje v rozmezí $200\text{--}600 \text{ g/m}^2$. Hladká lepenka je vyráběna slisováním za mokra několika vrstev materiálu. Používá se pro výrobu krabic a dalších obalových materiálů, knižních desek a dalších výrobků. [3, 4, 5, 6]

Podle normy DIN 19303 jsou některé typy těchto kartonů a lepenek označovány kódem tvořeným dvěma písmeny, nebo dvěma písmeny a číslicí. První písmeno v kódu označuje druh povrchové úpravy hladké lepenky. V případě, že je na prvním místě v kódu písmeno U znamená to, že hladká lepenka je nenatíraná. Písmeno U je odvozeno z německého slova

Ungestrichener. Jako další se používá písmeno G, které je odvozeno z německého slova Gestrichener a znamená, že hladká lepenka je natíraná. Poslední povrchovou úpravou je odlévaný nátěr, v německé terminologii gußgestrichener. Tento způsob úpravy se označuje písmenem A. [3, 4, 5, 6]

Druhé písmeno v kódu označuje převažující typ vlákniny, která byla pro výrobu hladké lepenky nebo kartonu použita. Používá se těchto pět písmen: Z, N, C, D, T. Písmeno Z se používá pro lepenku (karton), která byla vyrobena z bělené buničiny, a pro tento typ lepenky (kartonu) se používá německý termín Vollgebleichter Zellstoffkarton. Horní a spodní strana může být opatřena pigmentovým nátěrem. V anglické terminologii se pro tento typ lepenky používá označení SBB (Solid Bleached Board). Písmeno N označuje lepenku vyrobenou z nebělené buničiny, pro kterou se používá německý termín Ungebleichter Zellstoffkarton. Nebělená chemická buničina může být částečně nahrazena mechanickou buničinou nebo recyklovanou vlákninou. Pro dosažení bílého zbarvení jedné strany může být jedna vrstva tvořena z bělené chemické buničiny, případně opatřena pigmentovým nátěrem. Pro tuto lepenku se používá anglické označení SUB (Solid Unbleached Board). Z německého termínu Chromersatzkarton, vychází označení písmenem C pro lepenku, označovanou jako chromonáhrada (chromokarton). Lepenka chromonáhrada (chromokarton) je tvořena z jedné nebo více vrstev chemické buničiny, mezi kterými je vrstva bělené dřevoviny nebo mechanické buničiny. Horní vrstva je z bělené chemické buničiny, spodní vrstva může být i z nebělené chemické buničiny. Horní i spodní strana může být opatřena pigmentovým nátěrem. Pro tuto lepenku se používá anglické označení FBB (Folding Box Board). Písmeno D, z německého termínu Duplex aus Recyclingfasern označuje, že vícevrstvá lepenka (karton) je vyrobena z recyklovaných vláken. Střední a spodní vrstva je tvořena z recyklovaných vláken, proto má spodní strana vždy šedou barvu. Horní vrstva může být tvořena z bělené buničiny vyrobené z primárních vláken nebo deinkingem upravených recyklovaných vláken a může být opatřena pigmentovým nátěrem. Lepenka z recyklovaných vláken je v angličtině označována zkratkou WLC (White Lined Chipboard). Poslední typ lepenky (kartonu) je označen písmenem T, z německého termínu Triplex aus Recyclingfasern a má rovněž anglické označení WLC (White Lined Chipboard). Jedná se o vícevrstvou lepenku nebo karton, která má střední vrstvu z recyklovaných vláken a horní a spodní vrstva je vytvořena z bělené buničiny vyrobené z primárních vláken nebo deinkingem upravených recyklovaných vláken a může být opatřena pigmentovým nátěrem. Na rozdíl od typu D má tedy spodní strana bílý, krémový nebo hnědý odstín. [3, 4, 5, 6]

Chemická buničina je získávána vařením štěpek dřeva ve speciálních chemikáliích. Pomocí tepla, tlaku a chemikálií dochází k destrukci ligninu a převedení na rozpustnou formu. Bělení se provádí pomocí oxidu chloričitého nebo chlornanu sodného. Bělením se odstraní další část ligninu. Mechanická buničina je získávána rafinací štěpek po předchozí plastifikaci ligninu teplem, chemikáliemi nebo jejich kombinací. Podle druhu plastifikace se rozlišuje vláknina termomechanická, chemomechanická a chemotermomechanická. Mechanická buničina obsahuje větší množství ligninu než chemická buničina a vlákna tedy mají lepší vazebnou schopnost než vlákna dřevoviny. Dřevovina je vláknina, která se získává mechanickou cestou, kdy k uvolnění vláken dochází broušením polen dřeva na brusném kameni. V tomto případě nedochází k chemické změně složení vláken a není odstraněn lignin. Lignin absorbuje UV záření a krátkovlnnou část viditelného záření, což způsobuje nižší bělost dřevoviny. Obsah dřevoviny v papíru zlepšuje opacitu papíru. [1]

U typů lepenek a kartonů N, C, D a T bývá v kódu ještě číslice. U typu D, u kterého má spodní strana vždy šedou barvu, tato číslice označuje hodnotu volumenu. Jednotlivé hodnoty volumenu jsou zaznamenány v Tabulce 1. U typů N, C a T tato číslice označuje zabarvení spodní strany lepenky nebo kartonu. Jednička značí bílé zabarvení, lepenka s kódem s číslicí dvě značí krémové zabarvení a číslice tři označuje hnědé zabarvení. [3, 4, 5, 6]

Tabulka 1 Hodnoty volumenu pro hladkou lepenku nebo karton označený písmenem D

číslice	Volumen (cm ³ /g)
1	> 1,45
2	1,30–1,45
3	< 1,30

1.1.2 Dvouvrstvá vlnitá lepenka

Vlnité lepenky se vyrábějí slepováním jedné nebo několika vrstev zvlněného papíru a jedné nebo několika vrstev plochého papíru nebo kartonu. Podle počtu slepovaných vrstev se vlnité lepenky dělí na dvouvrstvé až sedmivrstvé. Podle hodnot vzdálenosti vrcholů vln (rozteče) a výšky vlny se dělí na hrubovlnné, středovlnné, jemnovlnné a mikrovlnné. [1]

1.1.2.1 Materiály na výrobu vlnité lepenky

Papír na zvlněnou vrstvu, kterému se říká “Fluting“ je většinou vyroben z papíru, který je vyroben mechanickou cestou s přidavkem sekundárních vláken. Obsah ligninu se výrazně uplatňuje při vyztužení vln, aby byly odolné proti plošnému borcení. Papír pro výrobu vlny se používá s plošnou hmotností 105 až 130 g/m². Může se také používat balicí papír, který se

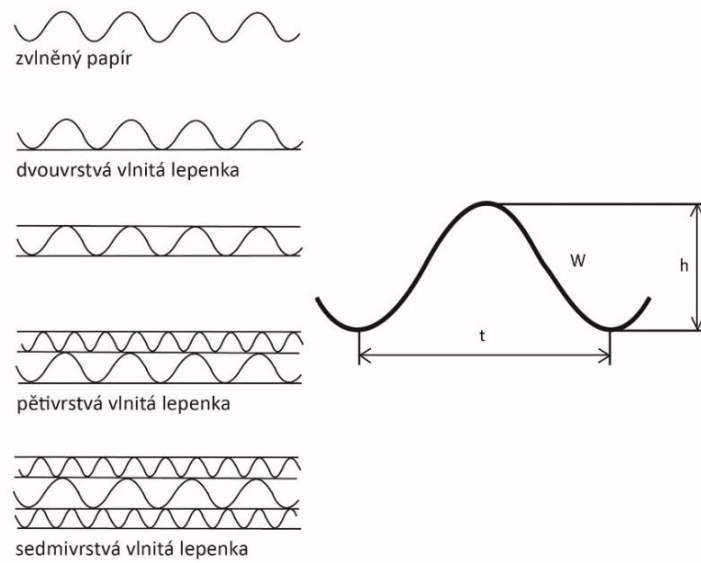
vyrábí ze sběrového papíru v plošné hmotnosti 125 až 160 g/m². Pokud má vlna sloužit k dekoračním účelům, používají se speciální papíry. Mohou to být papíry natírané, zbarvené, potištěné nebo metalizované. [7]

Na krycí vrstvu se používají kartony s plošnou hmotností 125 až 300 g/m². Mohou to být jednovrstvé nebo i vícevrstvé kartony ze sulfátové buničiny v hnědé barvě. Používají se i kartony v bílé barvě, mohou být bělené z jedné strany pro náročnější potiskované obaly nebo bělené z obou stran. Další kartony používané pro krycí vrstvu mohou být dvou a vícevrstvé vyrobené z recyklovaného papíru. Také se mohou používat různé druhy barevných nebo natíraných kartonů. [7]

1.1.2.2 Druhy vlnitých lepenek

Vlnité lepenky se dělí pomocí několika hledisek. Prvním hlediskem může být počet vrstev vlnité lepenky, od jednovrstvé až po sedmivrstvé vlnité lepenky (Obrázek 1). Jednovrstvá vlnitá lepenka je pouze zvlněný papír na zvlňovací stolicí. Dvouvrstvá vlnitá lepenka se používá jako ochranná vrstva při převozu různých předmětů, například nábytku. Tří a vícevrstvé lepenky se používají například při výrobě krabic. Čím více lepenka obsahuje vrstev, tím je odolnější vůči tlaku a otřesům při převozu a skladování výrobků. [8]

Dalším parametrem pro dělení vlnité lepenky je velikost vln. Geometrie vlny je znázorněna na Obrázku 1, kde h je výška vlny, t je roztečná vzdálenost vrcholů vln a W je tvar vlny. Faktor zvlnění je číslo, které udává poměr délky krycí vrstvy a délky papíru použitého na zvlněnou vrstvu. V Tabulce 2 jsou popsány parametry jednotlivých vln. Písmena se k jednotlivým vlnám přiřazovala podle toho, v jakém pořadí byly tyto vlny vyvinuty. Podle úpravy vrchní a spodní vrstvy vlnité lepenky můžeme dělit lepenky na: hnědá/hnědá, bílá/hnědá a bílá/bílá. [8]



Obrázek 1 Dělení vlnité lepenky podle počtu vrstev a geometrie vlny [8]

Tabulka 2 Parametry jednotlivých druhů vln [8]

Vlna	Výška (mm)	Roztečná vzdálenost (mm)	Faktor zvlnění (mm)
A	4,45	8,66	1,53
B	2,50	6,60	1,31
C	3,66	7,95	1,42
D	7,50	14,96	1,48
E	1,16	3,50	1,24
F	0,75	2,40	1,22
G	0,50	1,80	1,21
K	6,00	11,70	1,50
N	0,55–0,60	1,82	1,81
O	0,30	1,25	1,14
W	1,7–2,3	5,00	-

1.2 Skládačkové obaly

Skládačky jsou v současné době nejrozšířenějšími spotřebitelskými obaly. Používají se pro balení potravin, léčiv, kosmetických výrobků, pracích prostředků, cigaret, chemických výrobků, průmyslového zboží, potřeb pro domácnost, hraček a dalšího zboží. Grafická úprava skládaček slouží k tomu, aby spotřebitel viděl, k čemu je zboží určeno a jak se používá. V dnešní době se stále více vymýšlí náročnější grafické úpravy, které zaujmou zákazníka. V současné době se skládačky vyrábějí z lepenek vyšších plošných hmotností, z lepenek vlnitých s velmi jemnou vlnou i z lepenek s jemnou vlnou. [7]

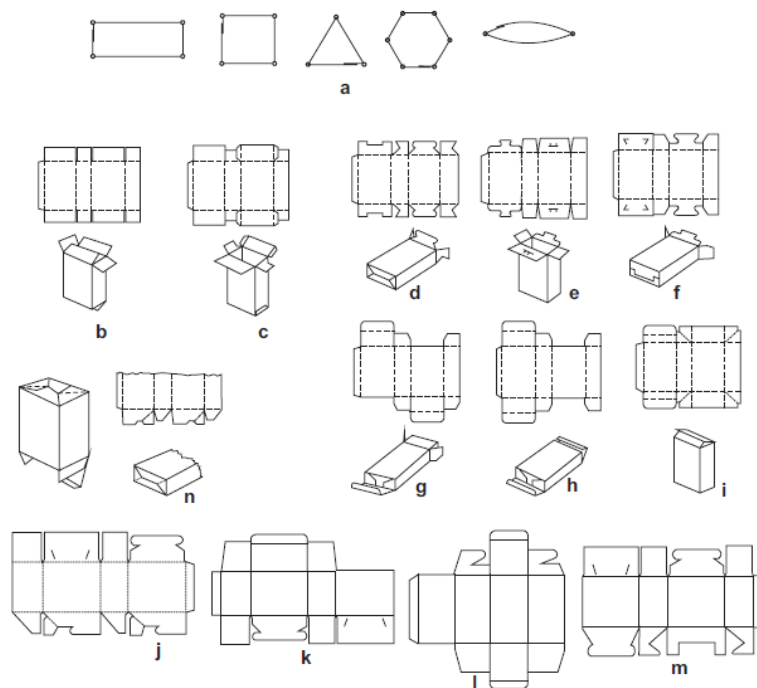
Skládačkové lepenky se vyrábějí ve velkém sortimentu rozměrů, konstrukčních provedení, potisku, tvaru při zasílání k zákazníkovi, způsobu zušlechťování, způsobu zavírání a dalších parametrů v různých kombinacích. Výběr konstrukčního provedení je závislý na vlastnostech, které bude muset splňovat skládačková lepenka, na účelu použití a na druhu materiálu. [7]

Ve většině případů se obaly dodávají v plochém stavu, protože zauímají nejmenší prostor a lépe se převážejí, skladují a lépe se s nimi manipuluje. Zákazník si je po převzetí složí do tvaru krabice. [7]

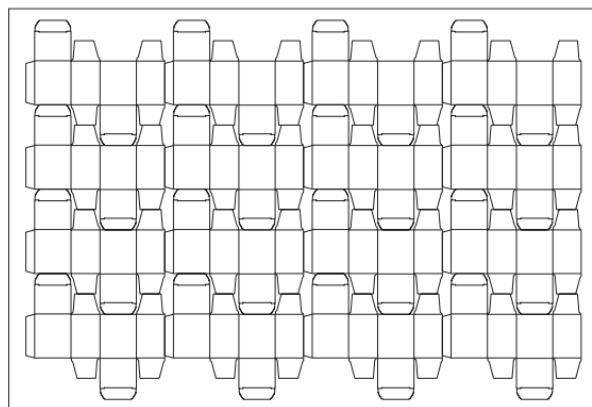
Nejrozšířenějším druhem jsou skládačky s klopnými uzávěry. Další skládačky mohou být dvoudílné, které se skládají z víka a spodní části, dvoudílné skládačky zasouvací se do sebe, rozkládací skládačky, odnosné a okénkové skládačky a další. [7]

1.2.1 Technologie výroby potištěných skládaček z kaširovaných lepenek

Jako první při přípravě výroby se musí vyřešit konstrukce skládaček (Obrázek 2), podle konstrukce vytvořit grafika, následně zhotovit tiskové formy pro tisk a výsekové raznice. Důležitými výrobními podklady pro výrobu potištěných skládaček jsou konstrukční výkresy, které může předložit buď zákazník, anebo ho zhotoví konstruktér podle přání zákazníka. Výkres se kontroluje tak, že se zhotoví maketa z lepenky a podle makety se upraví přesné proporce funkčních částí skládaček. Grafický návrh ve většině případů dodává zákazník a tiskárna ho pouze upraví tak, aby splňoval všechny náležitosti pro další zpracování. Z těchto všech pokladů se zhotoví výkres sestavy jednotlivých přířezů na ploše archu (Obrázek 3). [7]

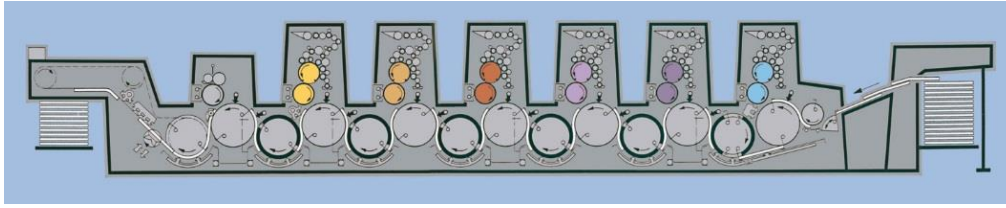


Obrázek 2 Různé typy skládaček: a: průřezy trupu, b,c: skládačky se zalepovacími klopami, d–i: se zasouvacími klopami, j–m s rozdílným řešením dna a vrcholu (víka) [7]



Obrázek 3 Výkres sestavy přířezů na archu [7]

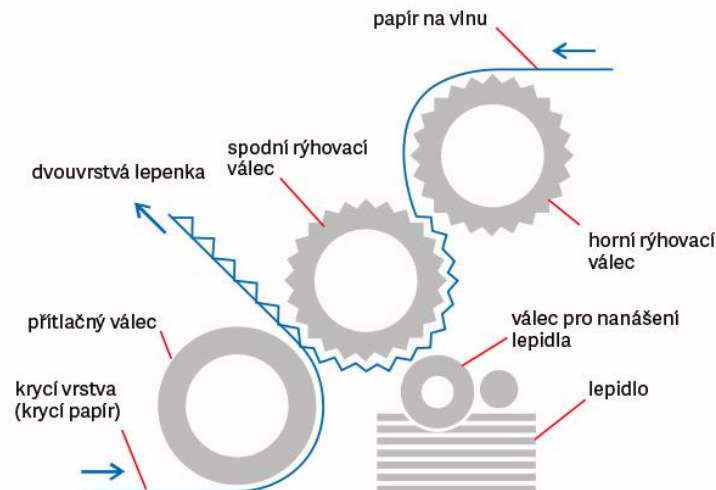
Tiskové formy se připravují podle rozměru tiskového stroje, na kterém se zakázka bude tisknout. Před tiskem se připraví lepenky a upraví se pro tisk. Tisk hladké lepenky se provádí na ofsetových tiskových strojích. Tisk se nejčastěji provádí na tiskových strojích se šesti tiskovými jednotkami a jednou lakovací jednotkou (Obrázek 4). Na páté a šesté tiskové jednotce se provádí tisk atypickou, přímou tiskovou barvou, což je častým požadavkem zákazníka a slouží pro tisk náročných vícebarevných tónových obrazů. Lakovací jednotku lze nahradit jednotkou pro jinou zušlechťovací techniku. [7]



Obrázek 4 Šestibarvý archový ofsetový stroj s lakovací jednotkou [16]

Dalším krokem je výroba dvouvrstvé vlnité lepenky, která se vyrábí na speciálním zvlňovacím stroji, na kterém se slepují jednotlivé vrstvy z hladkého a zvlněného papíru. Speciální zvlňovací stroj se skládá ze zvlňovací stolice, která má dva zvlňovací válce, které vytváří určitý typ vlny. Stroj má také jednotku, která se nazývá slepovací jednotka. V této jednotce dochází k nanesení lepidla na jednotlivé vrcholy vlny a dojde ke slepení vrstev dohromady (Obrázek 5). Na konci stroje může být řezací jednotka, která pás materiálu řeže na jednotlivé archy. [7]

Slepovací jednotka je vybavena vstupním předeřhřivacím válcem. Předeřhřivací válec slouží na vyrovnání obsahu vlhkosti v papíru nebo kartonu. Nastavení teploty válců a tlaku válců stroje je dálkově seřiditelné a regulovatelné. Nános lepidla na zvlněnou vrstvu je přesně regulován, aby lepidlo nepřetévalo přes hrany vany. Nanášení lepidla se provádí pomocí rastrového válce, který určuje množství naneseného lepidla na jednotlivé vrcholy vln. Na konci slepovacího stroje je umístěna tažná (chladicí) část. [7]



Obrázek 5 Schéma stroje pro výrobu vlnité lepenky [8]

Stroj může být vybaven podélným řezáním, nebo příčnou řezačkou, která řeže vlnitou lepenku na jednotlivé archy a vykladačem, který archy skládá do stohu. Nejběžnější šířka vyrobené lepenky je 1 450 mm nebo 1 650 mm a průměr kotouče vyrobené lepenky může být maximálně 1 200 mm. Pomocná příčná řezačka rozřezává pás lepenky na jednotlivé přířezy. Řezačka pracuje na principu stříhu kolmo ve směru výroby lepenky. Lepenka se rozřezává při zpomalení

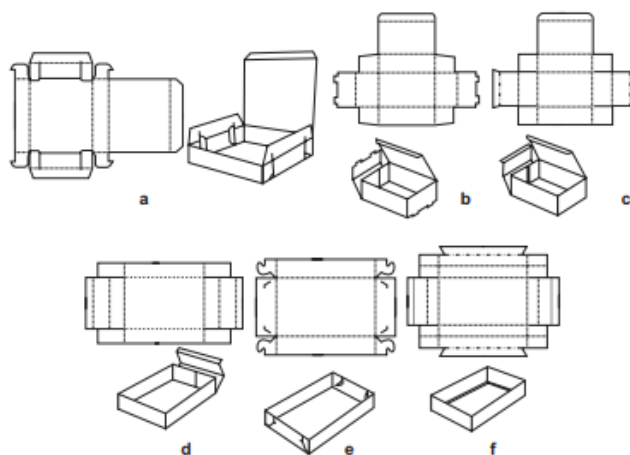
stroje a tím se přerušuje výroba a poskytuje tak čas na následující přestavbu funkčních částí kombinovaného stroje na jiné rozměrové sestavy nástrojů. [7]

Potištěné archy hladké lepenky se slepí s archy dvouvrstvé vlnité lepenky, která se odvíjí z kotouče a řeže se na archy, tím vznikne třívrstvá vlnitá lepenka s horní vrstvou z hladké lepenky. Lepení se provádí pomocí polyvinylacetátové vodní disperze (PVAC). Na konci stroje se jednotlivé archy štosují na palety. [7]

Po slepení potištěné hladké lepenky s dvouvrstvou vlnitou lepenkou se pomocí zhotovené výsekové raznice archy třívrstvé vlnité lepenky vyseknou na požadovaný tvar. Výseková raznice může mít rýhovací nebo perforační planžety. Vysekávání se provádí na horizontálních vysekávacích lisech. Po výseku následuje výlup těch částí, které nebudou využity na skládačkové obaly. Výlup může být prováděn automaticky ve výsekovém lisu nebo ručně. Odpad, který vzniká při výlupu je shromažďován do přepravních košů, které je dopraví do balírny odpadu. Vyseknutý arch je slepen, poskládán a zabalen do svazků po určitých kusech a poslán k zákazníkovi. [7]

Slepování skládaček se provádí na speciálním slepovacím stroji. Tento stroj nakládá jednotlivé skládačkové přířezy ze stohů, v linkách je přířez přelomen a na slepovací záložky je nanášeno lepidlo. Ohyby a slepy se lisují a na konci stroje jsou vyloženy jako slepené skládačky. Slepovací stroje mohou nanášet lepidlo na jednu (jednomístné slepování) nebo i více slepovacích záložek, proto je možné složitější skládačky slepit v jednom průjezdu strojem. Nejčastěji se provádí jednomístné lepení. Čím více míst pro lepení tím je rychlost stroje nižší. [7]

Dalším způsobem spojování skládaček může být pouhé složení, kdy se nepoužije lepidlo. Tyto skládačky mohou sloužit například jako cukrářské krabice. Existuje několik tvarů a konstrukcí skládaných skládaček (Obrázek 6). Skládačkové lepenky lze také sešívát skobičkami nebo tepelně spojovat. [7]

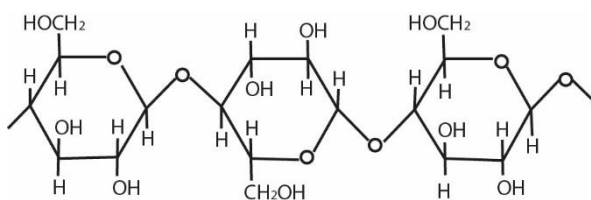


Obrázek 6 Různé druhy skládatelných přířezů v plochem stavu a ve složeném stavu [7]

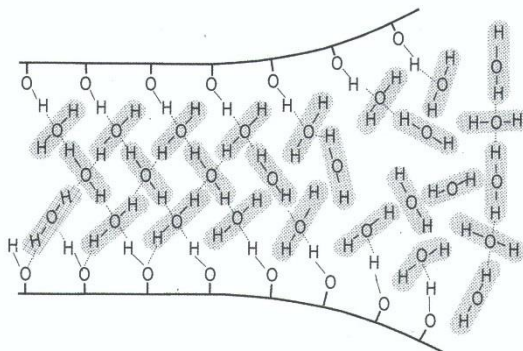
Zušlechťování obalů z vlnité lepenky se ve většině případů provádí za účelem odolnosti vůči vlhkosti baleného zboží, při skladování i proti vlivům okolního prostředí a jako ochrana prostředí proti škodlivým účinkům baleného zboží. Také aby byl materiál nehořlavý a antikorozi, aby nepropouštěl vodu, vodní páry a jiné látky. Skládačkové lepenky se mohou zušlechťovat různým způsobem, například jedním z nich může být lakování, které se provádí in-line v tiskových strojích. Lakování slouží k tomu, aby se snížilo riziko rozmazání potisknutého archu. Další technikou může být laminování, které se provádí na laminovacích strojích. K laminování se používají různé druhy fólií, například polypropylenové, polyesterové nebo polyethylenové fólie, nebo jiné speciální fólie. Skládačkové obaly, které slouží k balení zmrazených potravin, mražených krémů a ovoce, se povrchově zušlechťují nanášením impregnační látky. [7, 15]

1.3 Vliv teploty a vlhkosti okolního prostředí na papír

Papír je složen z několika vrstev především rostlinných vláken, která jsou zpravidla celulózová. Vlákná jsou k sobě vázána vazbami, nejčastěji vodíkovými můstky. Když voda proniká do papíru, molekuly vody jsou připojeny pomocí vodíkového můstku mezi dvě molekuly celulózy (Obrázek 7). Když další molekula vody pronikne do papíru, atomy vodíku vykonávají stále funkci můstků, mezi atomy kyslíku však jejich vzájemná odpudivost způsobuje narušení symetrie (Obrázek 8). Síla spojující dvě celulózové makromolekuly se postupně zhoršuje, a nakonec se vodíkové vazby rozdělí. [9]



Obrázek 7 Vzorec celulózy [9]



Obrázek 8 Způsob vazby vody na makromolekuly celulózy [9]

Vláknitá surovina, ze které se vyrábí papír, se získává ze dřeva. Tato surovina má hygroskopickou vlastnost. Tato vlastnost znamená, že papír ve vlhkém prostředí přijme vlhkost a v suchém prostředí se vlhkosti zbaví. Hygroskopičnost je vlastnost, které se využívá u papírů, které slouží k hygienickým účelům, naopak u tiskových papírů je tato vlastnost nevíтанá. Papír musí mít stejnou relativní vlhkost jako má okolní prostředí, když dojde k tomuto stavu, papír přestane absorbovat vlhkost a ani se vlhkosti nebude zbavovat. [1, 10]

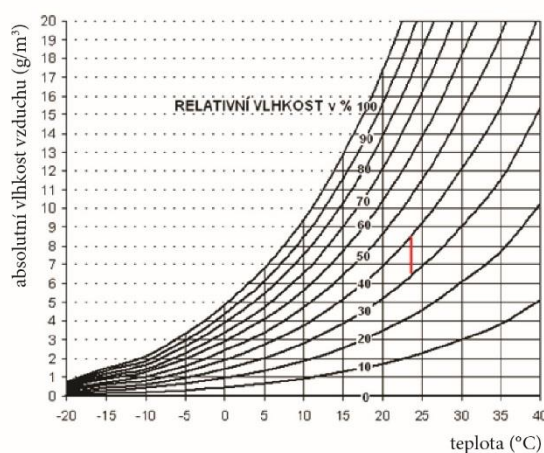
Čím vyšší je obsah přírodních látek v papíru, tím více papír přijímá vlhkost, a naopak čím je vyšší obsah plnidel v papíru tím méně bude přijímat vlhkost. Plnidla jsou nerozpustné částice, které zaplňují prázdna místa ve struktuře papíru a zvyšují opacitu papíru. Papír má pórovitou strukturu a ta umožňuje vnikání molekul vody do jeho struktury, to způsobuje bobtnání a změnu rozměru papíru. Podle relativní vlhkosti vzduchu, vlákna, která jsou obsažena v papíru, buď

vlhkost absorbují nebo vylučují a to způsobuje, že se vlákna zvětšují nebo zmenšují. Rozměr vláken se podstatně více mění v příčném směru výroby papíru než v podélném, to způsobí, že papír je více rozměrově nestabilní v příčném směru výroby. [10, 11]

1.3.1 Vlhkost vzduchu

Vlhkost je základní vlastnost vzduchu a udává množství vody, které je obsažené ve vzduchu v podobě vodní páry. Vodní pára se nejvíce vyskytuje ve spodních vrstvách atmosféry a vzniká při odpařování vodních ploch. Vlhkost vzduchu je velice proměnlivá, závisí na místě, kde vlhkost měříme, na teplotě ovzduší i ročním období. [1]

Čím vyšší je teplota vzduchu tím více vodní páry může být ve vzduchu obsaženo. Toto je vidět v Grafu 1. Na ose x je vyznačena teplota vzduchu a na svislé ose je vyznačena absolutní vlhkost vzduchu. [9]



Graf 1 Graf závislosti vlhkosti vzduchu na teplotě [14]

Množství vodní páry ve vzduchu se nezvětšuje neomezeně, ale pouze do hodnoty, při níž je dosaženo stavu nasycení vzduchu vodní parou. „Případný přebytek vodní páry nad množství odpovídající stavu nasycení přejde kondenzací ve vodu nebo desublimací v led.“ [12] Čím menší je teplota vzduchu, tím méně vodní páry je potřeba k jeho nasycení. [12]

Absolutní vlhkost vzduchu udává hmotnost páry obsažené v jednotce objemu vzduchu. Množství vlhkosti je měřeno v gramech v jednom kubickém metru vzduchu (g/m^3). [11]

Relativní vlhkost vzduchu (poměrná vlhkost) je poměr množství vodních par ve vzduchu a množství par, které by měl vzduch o stejném tlaku a teplotě při plném nasycení obsahovat. Relativní vlhkost se udává v procentech a je nejčastěji používanou charakteristikou vlhkosti vzduchu. [10, 11]

1.3.2 Vlhkost papíru

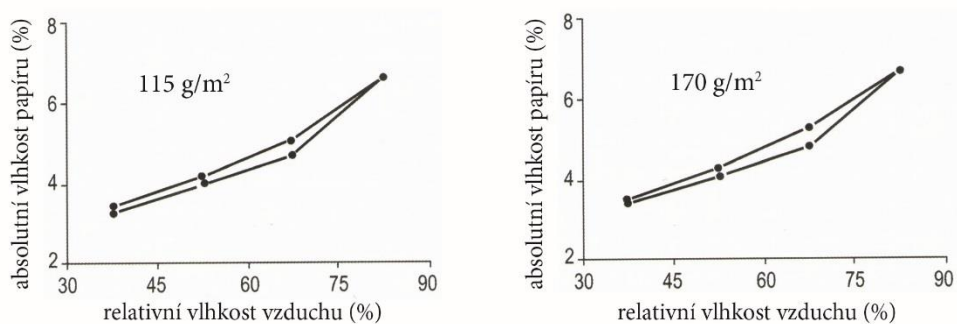
Vlhkost prostředí, ve kterém skladujeme papír, má také velký vliv na papír, a proto musíme při skladování, tisku a dokončovacím zpracování zaručit, aby papír měl kolem sebe stejné klimatické podmínky. Optimální relativní vlhkost vzduchu v prostředí, kde je papír skladován, by se měla pohybovat v rozmezí 45–60 % a teplota v rozmezí 18–22 °C. Papír má schopnost měnit obsah vlhkosti v závislosti na vlhkosti okolního prostředí, ve kterém se nachází. Chemické složení papíru a kapilární struktura povrchu papíru ovlivňuje odolnost papíru proti smáčení vodou. Klížením můžeme měnit odolnost papíru vůči smáčení. [1]

Absolutní vlhkost papíru se stanovuje jako množství vody ve vzorku papíru, je vypočítaná z rozdílu mezi hmotností papíru při odběru a po vysušení do konstantní hmotnosti za předepsaných podmínek (ČSN ISO 287). Vyjadřuje se v procentech původní hmotnosti papíru při odběru a pohybuje se v rozmezí 5–10 %. [1]

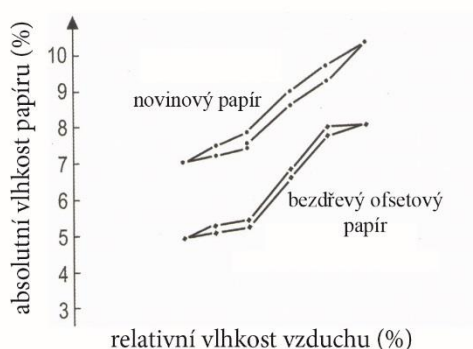
Z hlediska ofsetového tisku by absolutní vlhkost papíru měla být v rozmezí 5–7 %. Tato hodnota absolutní vlhkosti papíru zajišťuje jeho pevnost, tuhost a ohebnost. [10]

Rovnovážná relativní vlhkost papíru se stanovuje jako vlhkost vzduchu mezi archy papíru ve stohu nebo v kotouči. K jejímu stanovení se používají mečové vlhkoměry, které se zasunou do stohu mezi archy papíru nebo do kotouče. Optimální hodnota rovnovážné relativní vlhkosti archového papíru při tisku technikou ofset je kolem 50 %. [1]

Proces, při kterém dochází k přijímání a uvolňování vlhkosti z papíru, vykazuje efekt hystereze. Chování dynamického systému, kdy výstupní veličina nezávisí jen na nezávislé proměnné vstupní veličině, ale i na předchozím stavu celého systému se nazývá hystereze. Hysterezní křivka je graf průběhu fyzikálních změn při cyklickém opakování podmínek. Zvlhčování a sušení papíru je prováděno za konstantní teploty. V grafech jsou vyznačeny závislosti absolutní vlhkosti papíru na relativní vlhkosti vzduchu v případě křídového papíru s různou plošnou hmotností (Graf 2). Grafy nejsou identické, mají pouze podobný tvar, ale mírně se liší v hodnotách absolutní vlhkosti. Jak je vidět z Grafu 3, tak křivky absorpce a desorpce vlhkosti novinového a bezdřevého ofsetového papíru, mají různé, ale podobné tvary a různé počáteční a koncové hodnoty. Zvýšení vlhkosti papíru změní jeho fyzikální vlastnosti, zejména se zhorší pevnost papíru, zvýší se drsnost a zvýší tloušťka papíru. [9]



Graf 2 Hysterezní křivka natíraného papíru s plošnou hmotností 115 g/m² a 170 g/m² [9]



Graf 3 Hysterezní křivka novinového a bez dřevěného ofsetového papíru [9]

1.3.3 Zásady pro skladování papíru

Během roku se přirozené klima ve skladovacích a výrobních prostorech mění, je to způsobeno větráním a vytápěním v závislosti na ročním období. Nejvíce se mění vlhkost vzduchu. K největším změnám vlhkosti dochází v sezónách s extrémními povětrnostními podmínkami (horká léta a chladné zimy). V zimě je vlhkost vzduchu minimální, a naopak v létě vlhkost dosahuje vysokých hodnot. Proto v prostorech celého závodu je nutné vlhkost a teplotu okolního prostředí upravovat na požadované hodnoty. Teplota je ovlivňována v letním období pomocí klimatizace a v zimním období pomocí vytápění místnosti. Vlhkost vzduchu se upravuje pomocí zvlhčovacího systému (Obrázek 9), který se v dnešní době používá prakticky v každém prostředí pro zpracování papíru. Většina těchto instalací je plně automatických nebo poloautomatických a vyžaduje minimální nebo žádnou údržbu. Papír se musí nechat kondicionovat před zahájením tisku, aby měl optimální vlastnosti pro jeho potiskování. [10]



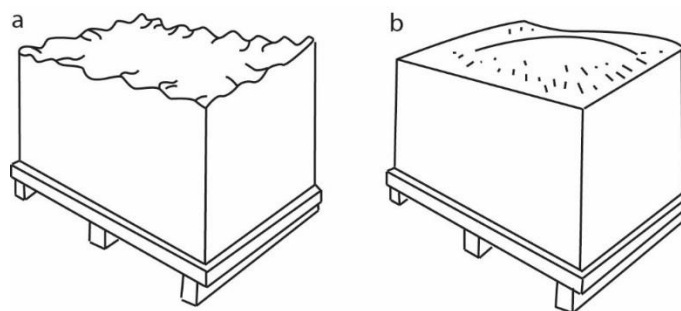
Obrázek 9 Zvlhčovací systém [12]

Papír by neměl být skladován v prostoru, který je náchylný na kolísání teplot. Například v blízkosti tepelného zdroje, chladičů klimatizace nebo u vyústění ventilace. Palety s papírem by se neměly nacházet v přímém kontaktu s betonovou zdí, protože papír by mohl do sebe nasáknout vlhkost z betonu. [10]

Archový papír by se měl skladovat v původním neprodyšném obalu, aby byl chráněn před změnou vlhkosti, ke které by mohlo dojít, kdyby papír nebyl zabalen. K rozbalení palety by mělo dojít až těsně před tím, než je naprosto zřejmé, že se jeho plánované zpracování uskuteční. Papír, který nebyl spotřebován, by měl být znovu zabalen do nepropustného materiálu. Pokud je potřeba materiál před tiskem nařezat na jiný rozměr, je nutné, aby to bylo prováděno těsně před dalším zpracováním a materiál by se měl po rozřezání znovu zabalit do nepropustného obalu, aby nedošlo ke změně vlhkosti papíru. [10]

Pokud se nedodrží podmínky při zpracování a skladování tak se papír na paletě může začít kroutit, vlnit nebo na něm mohou vznikat boule. Pokud má papír nižší vlhkost, než je v okolním prostředí, papír začne na okraji přijímat vlhkost z okolí a okraje papíru se začnou prodlužovat, papír se bude vlnit (Obrázek 10a). K tomuto jevu může docházet, když má papír nižší teplotu než okolní prostředí. Papír bude ochlazovat okolní prostředí a okraje papíru začnou přijímat zkondenzovanou vlhkost. [1]

V případě, že má papír vyšší vlhkost, než je v okolním prostředí, vlhkost bude odevzdávat okolnímu prostředí a tím se začnou okraje papíru zkracovat a uprostřed stohu se budou tvořit boule (Obrázek 10b). Pokud opravdu na papíru vzniknou nějaké deformace může to způsobit špatný soutisk, chybné podávání papíru v nakladači, obtahování barvy ve vykladači a mohou na papíru vznikat záhyby. K těmto jevům dochází nejčastěji v zimním období. [1]



Obrázek 10 Deformace stohu papíru vznikající v důsledku nevhodných klimatických podmínek skladování papíru [1]

1.3.4 Vliv vlhkosti papíru na jeho chování při ofsetovém tisku

V tiskárně přichází papír do styku s vodou, která je obsažena jak ve vzduchu, tak i ve vlhčícím roztoku, který je používán při tiskové technice ofset. Když se relativní vlhkost vzduchu změní o 10 %, tak se absolutní vlhkost papíru změní zhruba o 1 %, změna je jiná v podélném a příčném směru výroby papíru a záleží na typu papíru. Změna rozměru papíru je větší v podélném směru, což je směr výroby papíru. Relativní vlhkost papíru by se měla sledovat hlavně při vícenásobném průchodu archu tiskovým strojem, kdy je důležitý přesný soutisk jednotlivých barev. Měření relativní vlhkosti ve stohu papíru lze provádět pomocí speciálního mečovitého měřidla. Tento přístroj je popsán v experimentální části. Čím je papír sušší tím více vlhkosti z vlhčícího roztoku přijme, to má za následek změnu rozměru papíru, což způsobuje nesprávný soutisk. Papír, který přijme na okrajích příliš vlhkosti, se může začít kroutit, a to může při tisku způsobit vznik záhybů na papíru při průchodu strojem mezi válci. Čím více má tiskový stroj tiskových jednotek, tím dochází k většímu zvýšení absolutní vlhkosti papíru. Při průchodu papíru strojem se čtyřmi tiskovými jednotkami dojde ke změně absolutní vlhkosti papíru až o 1 %. [10, 11]

V případě, že se relativní vlhkost vzduchu nepohybuje v optimálním rozmezí (pohybuje se pod hodnotou 40 %) může docházet ke vzniku statického náboje. Tento statický náboj způsobuje při tisku značné obtíže, může docházet ke slepování jednotlivých archů v nakladači, a to způsobí špatné nakládání papíru. Během průchodu archu strojem může docházet k tomu, že se arch papíru odírá o kovové části stroje, protože statický náboj způsobí přilepení k těmto částem stroje. Ve vykladači může statický náboj způsobit nerovné a nepřesné stohování papíru a také obtahování archů. [11]

Pokud papír během tisku přijme nadměrné množství vlhkosti a jeho relativní vlhkost překročí hranici 60 %, může se stát, že se doba sušení materiálu prodlouží až trojnásobně. K prodloužení doby sušení může dojít i v případě, kdy se stoh materiálu při sušení skladuje v prostředí s příliš nízkou teplotou. Doba sušení se v tomto případě může prodloužit až o 15 hodin. [11]

2 Experimentální část

Experimentální část byla prováděna v období od pondělí 3. 4. 2017 do pátku 7. 4. 2017 ve firmě Model Obaly a.s. se sídlem v Opavě, kde jsem se zúčastnila výroby skládačkových obalů z kaširovaných lepenek u několika zakázek a hodnotila u těchto zakázek relativní a absolutní vlhkost v jednotlivých částech zpracování.

Ve firmě Model Obaly a.s. jsou vyráběny vlnité lepenky a kaširované obaly v podobě přepravních obalů, displejů, speciálních obalů, krabic a dalších výrobků.

V této firmě bylo prováděno měření relativní a absolutní vlhkosti. Jednalo se o měření relativní vlhkosti papíru ve stohu materiálu v průběhu celé výroby jednotlivých zakázek. Absolutní vlhkost papíru byla měřena jak na experimentálním materiálu, tak na vlnité lepence s horní vrstvou z experimentálního materiálu. V průběhu jednoho týdne byly měřeny palety s experimentálním materiálem u několika zakázek.

Materiál přijde do firmy na paletě, která je zabalená v neprodyšné fólii, takže na materiál nepůsobí vlhkost z okolního prostředí. Materiál je před tiskem navezen k tiskovým strojům, kde stojí zabalený do doby přípravy stroje k tisku. V této době je paleta s materiálem rozbalena a vložena do tiskového stroje. Měření relativní vlhkosti materiálu probíhalo v době, kdy byly palety skladovány u tiskového stroje. Relativní vlhkost materiálu se měřila v horní části stohu materiálu.

V tiskové hale se teplota vzduchu pohybovala v rozmezí 22–24 °C a relativní vlhkost v rozmezí 33–50 %, podmínky měnící se během týdne jsou uvedeny v Tabulce 3. Nízké hodnoty relativní vlhkosti byly způsobené tím, že v tiskové hale nebyl v provozu žádný tiskový stroj, a proto nebylo nutné zapínat zvlhčovací systém.

Vytištěné tiskové archy jsou přemístěny z tiskové haly do kaširovací haly, kde se suší a po usušení jsou připraveny k dalšímu zpracování. V kaširovací hale se klimatické podmínky mění v závislosti na místě měření, v blízkosti strojů jsou teploty vyšší. Například dne 5. 4. 2017 byla teplota vedle kaširovací linky 26,3 °C a relativní vlhkost byla 36,5 %, v prostoru mezi strojem pro výrobu dvouvrstvé vlnité lepenky a prostorem pro skladování vytištěných archů byla teplota 25 °C a relativní vlhkost 38,9 %, a v místě mezi kaširovací linkou a strojem pro výrobu vlnité lepenky byla teplota 25,3 °C a relativní vlhkost 38,1 %. Z měření jde vidět, že se jednotlivé hodnoty v závislosti na místě měření mění, ale ne razantním způsobem. Průměrné hodnoty

relativní vlhkosti vzduchu a teploty z hodnot naměřených na různých místech jsou uvedeny v Tabulce 4.

Před kaširováním je vyrobena zvlněná vrstva, která se vyrábí ze dvou kotoučů materiálu. Jedna vrstva je zvlněna na zvlňovací stoličce a pomocí škrobového lepidla jsou obě vrstvy slepeny k sobě. Dvouvrstvá vlnitá lepenka je strojem vedena dál do kaširovací části, kde je na vrcholy vln nanášeno PVAC lepidlo. Do stroje jsou současně vedeny archy hladké lepenky ve stejné rychlosti jako je veden pás vlnité lepenky. V další části stroje jsou vedeny archy hladké lepenky na vlnu s lepidlem, kde jsou vrstvy slepeny a posléze se řezou na jednotlivé archy třívrstvé vlnité lepenky. Tyto archy se skládají na paletu a palety jsou převáženy do výsekové haly, kde se skladují a později dále zpracovávají.

Tabulka 3 Teplota a relativní vlhkost v tiskové hale

Datum	Teplota (°C)	Relativní vlhkost vzduchu (%)
4. 4. 2017	23,9	38,3
5. 4. 2017	22,8	39,0
6. 4. 2017	23,1	33,0
7. 4. 2017	23,1	49,7

Tabulka 4 Teplota a relativní vlhkost v kaširovací hale

Datum	Teplota (°C)	Relativní vlhkost vzduchu (%)
4. 4. 2017	25,4	37,1
5. 4. 2017	25,5	37,8
6. 4. 2017	24,2	26,3
7. 4. 2017	26,8	28,9

2.1 Experimentální materiály

2.1.1 Papírové materiály

Materiál, který byl zkoumán se nazývá GD2 Serviliner 230. Označení 230 udává plošnou hmotnost materiálu v g/m². Písmeno G znamená, že povrch kartonu je natíraný. Písmeno D, značí, jaký typ vlákniny převažuje při výrobě lepenky nebo kartonu. Jedná se tedy o duplex z recyklovaných vláken. Tento materiál je tedy složen ze střední a spodní vrstvy, které jsou tvořeny převážně z recyklovaných vláken. Horní vrstva může být tvořena z bělené buničiny vyrobené z primárních vláken nebo recyklovaných vláken, která jsou upravená metodou

deinking a je také upravena pigmentovým nátěrem. U tohoto typu lepenky je spodní vrstva vždy šedé barvy, a její hodnota volumenu je v rozmezí 1,30–1,45 cm³/g. Je vhodná pro kaširování a pro tisk při vysokých rychlostech stroje. [4, 13, 14]

Vlastnosti tohoto materiálu jsou vysoká hladkost z obou stran, vysoká bělost nátěru, vynikající potiskovatelnost a věrnost tištěných barev. Je vhodná pro rilování, výsek, bigování, ražbu na natíranou stranu, pro ofsetový tisk a sítotisk. Minimálně práší. [13]

Pro výrobu spodní vrstvy vlnité lepenky se používá materiál s názvem Testliner, je pro tuto vrstvu nejvhodnější a je vyroben ze 100% recyklovaných vláken. Dalším materiálem pro výrobu vlny je ProVantage Fluting WB, je vyroben ze 100% recyklovaných vláken.

2.1.2 Lepidla

Pro slepení zvlněné a spodní vrstvy vlnité lepenky se používá lepidlo s názvem průmyslový modifikovaný škrob. Lepidlo má bílou až špinavě bílou barvu, má mizivou rozpustnost ve vodě, není toxické pro rostliny a zvířata. Škrob se mění z tekuté látky na lepivou až po překročení teploty 40 °C, pokud není směs zahřáta na tuto teplotu tak nejsou materiály slepeny k sobě. [18]

Pro slepování horní a zvlněné vrstvy se používá lepidlo PVAC (polyvinylacetát). Jedná se o univerzální lepidlo pro papírenský průmysl a polygrafii. Lepidlo se skladuje při teplotě od 5 °C do 40 °C a nesmí se vystavovat přímému slunečnímu záření. Lepidlo má bílou barvu a je rozpustné ve vodě. [17]

2.1.3 Tiskové barvy

Základní tiskové barvy, jako jsou černá, žlutá, azurová a purpurová jsou dodávány od firmy Huber group. Tyto tiskové barvy jsou vhodné pro archový ofsetový tisk. Barvy mají velmi dobrou odolnost proti otěru, mají poměrně vysoký lesk a ostrost.

2.1.4 Tiskové laky

Většina výtisků je během tisku lakována. Je používán ochranný disperzní lak. Jsou používány tyto tři druhy laků:

- Hi-Coat Metallinc W21030-45
- SunCoat 2605/55 S a
- PeaarITec DS 11-40.

2.2 Experimentální přístroje a zařízení

2.2.1 Tiskové stroje

Pro potisk hladké lepenky se používají stroje KBA Rapida 145 a KBA Rapida 142. Oba dva tiskové stroje jsou velkoformátové a mohou dosáhnout rychlosti tisku až 15 000 výtisků za hodinu. Oba stroje mají šest tiskových jednotek a jednu lakovací jednotku. KBA Rapida 142 má možnost tisku UV barvami.

2.2.2 Stroj pro kaširování hladké a vlnité lepenky

Kaširovací linka od firmy Asitrade je vybavena dopravníkem pro automatický pojezdový vozík, který ke stroji dopravuje uskladněné kotouče papíru. Tento kaširovací stroj obsahuje zvlňovací jednotku a kaširovací jednotku. V první části stroje se zhotoví dvouvrstvá vlnitá lepenka a v další části je z nakladače dopravována hladká potisknutá lepenka, která se lepí na zhotovenou dvouvrstvou lepenku. Na konci stroje je pás materiálu řezán na jednotlivé archy.

2.2.3 GTS SWORD HYGROMETER

Je to zařízení pro měření relativní vlhkosti ve stohu papíru (Obrázek 11). Zařízení měří jak relativní vlhkost ve stohu materiálu, tak i teplotu. Jednotlivé hodnoty jsou zaznamenány na digitálním displeji, stisknutím tlačítka lze přepínat mezi relativní vlhkostí a teplotou. Měřicí část zařízení se vloží do stohu materiálu a vyčká se na ustálení hodnoty na displeji.



Obrázek 11 GTS SWORD HYGROMETER

2.2.4 Analyzátor absolutní vlhkosti/sušící váhy RADWAG MAC 50/NH

Toto zařízení je navrženo pro určování vlhkosti, která je obsažena v relativně malých vzorcích různých materiálů (Obrázek 12). Tyto váhy jsou snadno obsluhovatelné. Pomocí přípravku na vykružování vzorku se vyřízne z archu papíru vzorek (Obrázek 13), který se vloží na hliníkovou misku o průměru 90 mm. Na přístroji se nastaví program pro měření absolutní vlhkosti papíru a dvířka přístroje se zavřou, aby mohlo začít vysoušení. Vysoušení probíhá pomocí infračerveného zářiče, který ze vzorku odstraní veškerou vlhkost. Přístroj měří hmotnost vzorku před a po vysušení. Z těchto hodnot vypočítá množství absolutní vlhkosti ve vzorku. Tato hodnota je zobrazena na displeji přístroje po vysušení vzorku materiálu. Přístroj měří s přesností 0,001 %. Maximální kapacita sušící váhy je 50 g. Sušící teplota se pohybuje v rozmezí 40 až 160 °C. Měřicí proces trvá zhruba dvě minuty.



Obrázek 12 Analyzátor absolutní vlhkosti

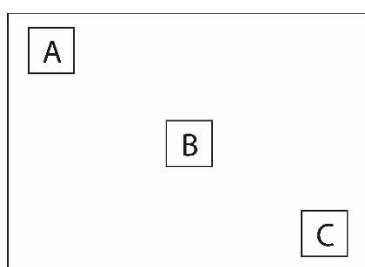


Obrázek 13 Přípravek na vykružování vzorků pro měření absolutní vlhkosti

2.3 Postup měření

Relativní vlhkost materiálu byla měřena před tím, než byl materiál vložen do tiskového stroje. Relativní vlhkost se měřila v horní části stohu materiálu na paletě (zhruba 10–12 cm od vrchního archu) ve středu archu materiálu. Také byla měřena relativní vlhkost materiálu těsně po tisku, jakmile paleta s materiálem opustila tiskový stoj. Po tisku byla paleta přemístěna do kaširovací haly, kde materiál schnul a čekal na další zpracování, v tomto období proběhlo další měření relativní vlhkosti materiálu. V kaširovací hale u některých zakázek bylo prováděno měření relativní vlhkosti materiálu každý den, do doby, než byla zakázka zpracována.

Absolutní vlhkost materiálu byla měřena na vybraném archu, který byl vyjmut z horní části stohu materiálu. Na jednotlivých arších byla měřena absolutní vlhkost na třech místech na archu, ve dvou rozích archu a ve středu archu. Písmeny jsou označována místa, ve kterých byl vzorek odebrán. Písmenem A a C jsou místa v rohu archu a písmenem B je označováno místo ve středu archu (Obrázek 14). V případě, že byl arch potištěn ve větších plochách jednou barvou, byly na těchto místech vybrány vzorky s různou barvou. Stejně byly označovány i vzorky, které se měřily po slepení jednotlivých vrstev dohromady. Absolutní vlhkost materiálu byla měřena na samotném potištěném materiálu GD2 Serviliner 230 v době, než byl materiál vložen do stroje na výrobu kaširované vlnité lepenky. Další měření probíhalo po slepení materiálu GD2 Serviliner 230 s vlnou a spodní vrstvou vlnité lepenky. Toto měření probíhalo stejně jako měření horní vrstvy vzniklé vlnité lepenky. Barvy jsou pojmenovány pouze na základě vizuálního vzhledu, pouze jeden případ je přesně pojmenován pomocí přímé barvy. Jedná se o barvu blue072.



Obrázek 14 Tři místa na archu, kde byly odebrány vzorky

2.4 Výsledky měření a diskuse

2.4.1 Relativní vlhkost a teplota materiálu před tiskem

Doporučená hodnota vlhkosti při skladování kartonu GD2 Serviliner 230 g/m² je 55 % vlhkosti a doporučená teplota je 23–25 °C. [13]

Tabulka 5 Relativní vlhkost materiálu GD2 Serviliner 230 před tiskem

Paleta číslo	Vlhkost před tiskem (%)	Teplota před tiskem (°C)	Paleta číslo	Vlhkost před tiskem (%)	Teplota před tiskem (°C)
Zakázka č. 10244465			Zakázka č. 10245195		
1	57,3	22,7	1	52,0	24,5
Zakázka č. 10244466			2	54,6	24,8
1	53,0	23,8	3	49,2	24,2
Zakázka č. 10244464			4	61,4	25,0
1	57,5	23,4	5	59,1	24,6
2	57,8	23,9	6	51,0	24,6
3	50,4	23,8	7	50,8	25,3
Zakázka č. 10245055			8	64,4	25,9
1	50,1	24,0	9	56,8	24,9
2	54,8	23,8	10	66,4	25,8
Zakázka č. 10242684			11	58,8	26,2
1	57,0	23,0	12	58,5	25,3
2	53,3	22,7	Zakázka č. 10243546		
Zakázka č. 10245546			1	65,6	23,5
1	58,7	24,3	2	56,3	23,4
2	62,8	23,3	3	55,5	24,0
3	65,8	23,7	Zakázka č. 10245013		
Zakázka č. 10244816			1	57,4	23,9
1	61,6	23,8	2	57,0	23,7
2	52,4	23,2	Zakázka č. 10244539		
3	53,2	23,5	1	59,6	24,1
Zakázka č. 10245285			2	60,7	23,7
1	61,6	23,2	3	57,0	23,7
2	55,6	24,1	4	64,4	23,7
3	56,7	24,0	5	59,9	23,6
4	57,1	23,8	6	58,7	23,6

U zakázek číslo 10245546 a 10243546 byly naměřeny vysoké odchylky od doporučené hodnoty vlhkosti. Tohle může být způsobeno výrobcem kartonu, který nepracoval podle norem a kartony zabalil v prostředí s vysokou vlhkostí.

Naopak u zakázek číslo 10245055 a 10244464 byly naměřeny hodnoty nižší, než je doporučená hodnota vlhkosti. Tyto palety byly přivezeny k tiskovému stroji v poškozeném obale nebo byly špatně zabalené.

U zakázek číslo 10245195 a 10244539 byly u některých palet naměřené hodnoty, které jsou v normě s doporučenou hodnotou. V některých případech byly naměřeny hodnoty vyšší. Nižší hodnoty, než jsou doporučené, byly způsobené tím, že paleta byla zabalená, po předchozím rozbalení, pouze do strečové fólie, takže se ke kartonu dostal vzduch z okolního prostředí s nižší vlhkostí a karton tedy odevzdal svou vlhkost do prostředí. Vlhkost kartonu se tedy snížila o vlhkost, kterou odevzdal do okolního prostředí. U jedné z palet byla naměřena hodnota o 10 % vyšší, než je doporučená hodnota relativní vlhkosti, to mohlo být způsobeno výrobcem kartonu, který materiál zabalil při vyšší vlhkosti vzduchu, než je doporučená hodnota.

Teplota se pohybuje v rozmezí 23–26 °C, což relativně odpovídá doporučené hodnotě teploty při skladování tohoto materiálu.

2.4.2 Relativní vlhkost a teplota materiálu před a po tisku

Relativní vlhkost materiálu byla měřena těsně po tisku, jakmile paleta s materiálem opustila tiskový stoj. Relativní vlhkost se měřila v horní části stohu materiálu na paletě ve středu archu materiálu. Na zakázce číslo 10244465 byly naměřeny hodnoty relativní vlhkosti před tiskem 57,3 % a teplota před tiskem 22,7 °C a relativní vlhkost po tisku 64,4 % a teplota po tisku 31,4 °C. Na archu se nacházely plochy bez barvy, a proto se vlhkost zvýšila o 7,1 %. Nepotisknutá místa je možno vidět na Obrázku 15.

U zakázky číslo 10244466 byla naměřena hodnota relativní vlhkosti před tiskem 53,0 % a teplota před tiskem 23,8 °C a naměřená hodnota relativní vlhkosti těsně po tisku byla 69,3 % a teplota byla 28,1 °C. U této zakázky došlo během tisku ke zvýšení vlhkosti o 16,3 %. Tento jev byl způsoben tím, že předloha obsahuje tři větší bílé plochy, bez potisknutí jakoukoliv barvou a na několika místech se objevuje negativní tisk (Obrázek 16). Tiskař, který tuto zakázku tiskl, musel v těchto plochách přidat množství vlhčícího roztoku a během tisku se vlhčího roztok dostal do kartonu.

Zakázka číslo 10244464 měla větší náklad než předchozí zakázky a byly vytištěny 3 palety materiálu. Naměřené hodnoty relativní vlhkosti před tiskem u jednotlivých palet byly 57,5 %, 57,8 % a 50,4 % a teploty byly 23,4 °C, 23,9 °C a 23,8 °C. Hodnoty relativní vlhkosti po tisku byly 62,1 %, 63,5 % a 57,7 % a teploty byly 31,5 °C, 32,4 °C a 34,3 °C. Rozdíly mezi hodnotami relativní vlhkosti před a po tisku se pohybovali mezi 4,5–7,5 %. V tomto případě došlo k podobnému nárůstu relativní vlhkosti tak jako u zakázky číslo 10244465. Tato zakázka byla podobná pouze byla určena pro zákazníky polského trhu.

U těchto tří zakázek je patrné že teploty materiálu se po tisku výrazně zvýšili, v některých případech i o víc jak 10 °C, to je způsobeno sušením v prodlouženém vykladači a tím, že hodnoty byly měřeny bezprostředně po vytištění.



Obrázek 15 Zakázka číslo 10244465



Obrázek 16 Zakázka číslo 10244466

2.4.3 Relativní vlhkost a teplota materiálu během procesu zasychání barev před kaširováním

Tyto hodnoty byly měřeny v hale u kaširovací linky, kdy materiál zasychal po tisku a následně čekal na další zpracování v kaširovací hale.

Tabulka 6 Relativní vlhkost materiálu GD2 Serviliner 230 v průběhu sušení v kaširovací hale

	Relativní vlhkost (%) / teplota (°C)		
Paleta číslo	5. 4. 2017	6. 4. 2017	7. 4. 2017
10244465			
1	65,1 / 27,8	63,6 / 25,9	58,7 / 25,2
10244466			
1	65,9 / 26,3	64,0 / 25,3	
10244464			
1	62,6 / 31,2	60,4 / 26,9	58,0 / 25,2
2	61,8 / 33,7	59,4 / 27,3	55,2 / 25,2
3	61,9 / 34,6	54,0 / 27,3	58,0 / 25,0
10245055			
1	54,4 / 26,2	53,3 / 25,1	53,5 / 24,8
2	53,7 / 26,3	56,6 / 25,3	55,5 / 24,7
3	56,0 / 26,4	53,5 / 25,4	53,6 / 24,9
4	53,7 / 26,1	54,8 / 25,6	55,8 / 24,9
5	57,0 / 26,1	52,5 / 25,5	53,3 / 24,8
6	56,1 / 26,1	53,7 / 25,8	54,2 / 24,6
10244816			
1	54,1 / 27,1	53,4 / 25,5	56,4 / 25,2
2	54,8 / 27,2	54,5 / 25,7	54,3 / 25,1
10243546			
1	-	68,4 / 27,5	62,8 / 25,6
2	-	59,3 / 27,7	59,9 / 25,7
3	-	59,2 / 27,1	58,6 / 25,5
10240696			
1	-	55,3 / 28,4	54,4 / 25,7
2	-	58,7 / 28,9	58,9 / 25,8
10244394			
1	-	63,4 / 27,6	61,1 / 25,6
2	-	65,6 / 27,6	63,8 / 25,3
3	-	63,3 / 27,5	63,8 / 26,5
4	-	67,4 / 27,7	65,8 / 25,7

Zakázky číslo 10240696 a 10244394 byly tisknuty dne 6. 4. 2017, takže měření byla prováděna pouze 6. a 7. 4. 2017.

V případě zakázky číslo 10243546, která byla tisknuta 5. 4. 2017, byly zaznamenány pouze hodnoty relativní vlhkosti před tiskem z tohoto dne. Pravděpodobně tato zakázka byla tisknuta v nočních hodinách, kdy nebylo měření prováděno.

Hodnoty relativní vlhkosti se v průběhu dnů ne příliš výrazně snižovaly (rozdíl nebyl vyšší jak 7 %), i přes to, že relativní vlhkost prostředí byla v některých případech i o polovinu nižší než relativní vlhkost kartonu na paletě. V některých případech se hodnota o malé procento (nejvýše o 2,3 %) zvýšila, to mohlo být způsobeno tím, že bylo měřeno v jiném místě palety než v předchozím měření.

V hale, kde se vyskytují kaširovací stroje a stroj pro výrobu vlnité lepenky byly vždy naměřeny hodnoty relativní vlhkosti nižší než 40 %. V této hale se nevyskytují přístroje pro zvlhčení prostředí. Tyto podmínky nejsou vhodné pro skladování kartonu. I přes to, že se karton vyskytoval i několik dní v nepříznivých podmínkách nebylo na něm vidět žádné známky jakýchkoliv vad. Pravděpodobně by se karton v tomto prostředí musel vyskytovat delší dobu, aby odevzdal do prostředí větší množství vlhkosti a změnil své rozměry.

Teplota materiálu se v této hale velice výrazně měnila, to mohlo být způsobeno tím, že se v hale vyskytuje kaširovací stroj. V tomto stroji je umístěna zvlhčovací stolice, která je složena ze dvou velkých válců, které se nahřívají na vysokou teplotu a tím ovlivňují i teplotu okolního prostředí. Vysoká teplota materiálu mohla být také způsobena tím, že měřený materiál byl do haly přivezen z tiskové haly a neměl dostatek času na to, aby zchladl po tisku. Po delší době skladování se teplota materiálu ustálila na hodnotu okolo 25 °C.

2.4.4 Absolutní vlhkost materiálu GD2 Serviliner 230 před kaširováním

U zakázky číslo 10244465 byla vybrána místa bez potisknutí a bez laku (materiál GD2). Jako druhý a třetí vzorek byla vybrána část archu, na které byly tisknuty všechny barvy, těmto místům se říká odběrová místa na archu. Jedno odběrové místo bylo s lakem (šedá + lak) a druhé bez laku (šedá). Odběrová místa na archu slouží k tomu, aby byl odběr barvy na celém archu rovnoměrný. Na každém místě byl měřen pouze jeden vzorek od každé barvy. U zakázky číslo 10244742 byla měřena místa potisknutá červenou barvou s lakem (červená + lak), místa upravená lakem (lak) a pouze materiál bez potisku a úpravy lakováním (materiál GD2). U zakázky číslo 10243048 byla měřena pouze místa potisknutá modrou barvou (přímá barva Blue072) a s úpravou lakováním. Na každém místě archu (A, B, C) byly změřeny 3 vzorky.

Tabulka 7 Absolutní vlhkost materiálu GD2 Serviliner 230 před kaširováním zakázek číslo 10244465, 1024474 a 10243048

Absolutní vlhkost (%)	A	B	C
Zakázka číslo 10244465			
šedá + lak	7,843	7,317	6,689
šedá	7,510	7,914	7,097
materiál GD2	6,409	6,713	7,885
Zakázka číslo 10244742			
červená	7,955	7,834	7,256
lak	6,983	6,667	6,107
materiál GD2	7,062	7,634	7,059
Zakázka číslo 10243048			
Blue072 + lak	6,443	6,425	6,477
	6,521	6,074	7,090
	6,472	6,512	5,923

U zakázky číslo 10243048 se hodnoty absolutní vlhkosti pohybovaly zhruba od šesti do sedmi procent, naopak u zakázek číslo 10244465 a 10244742 se hodnoty vyšplhaly až k osmi procentům. To mohlo být způsobeno tím, že v době měření zakázky číslo 10243048 byla relativní vlhkost vzduchu v kaširovací hale 26,3 % a v případě zakázek číslo 10244465 a 10244742 byly hodnoty relativní vlhkosti vzduchu 37,8 % a 37,1 %.

2.4.5 Absolutní vlhkost materiálu GD2 Serviliner 230 před kaširováním i po kaširováním

U zakázek s čísly 10243989, 10244816, 10245055 byly naměřeny hodnoty absolutní vlhkosti před kaširováním i po kaširování pro jejich srovnání. U zakázky s číslem 10243989 byla

vybrána místa potisknuta modrou barvou a lakem (modrá + lak), šedou barvou s lakem (šedá + lak) a poslední vzorek nebyl potisknut žádnou barvou a byl bez laku (materiál GD2). Na každém místě byl měřen pouze jeden vzorek od každé barvy.

Tabulka 8 Absolutní vlhkost materiálu GD2 Serviliner 230 zakázky 10243989 před kaširováním a po kaširování

Před kaširováním			
Absolutní vlhkost (%)	A	B	C
modrá + lak	7,843	7,317	6,689
šedá + lak	7,510	7,914	7,097
materiál GD2	6,409	6,713	7,885
Po kaširování			
modrá + lak	7,569	6,729	7,362
šedá + lak	7,739	7,775	8,059
materiál GD2	8,071	7,299	8,065

Z těchto naměřených hodnot lze vidět, že se hodnota absolutní vlhkosti zvýší po kaširování. To je způsobeno tím, že lepidlo obsahuje určitou vlhkost, kterou materiál přijme. Absolutní vlhkost je také ovlivněna absolutní vlhkostí dvouvrstvé vlnité lepenky, která je k materiálu přilepena.

Vzorky zakázky číslo 10244816 byly měřeny na třech místech archu na dvou druzích vzorku (Tabulka 9). Byly vybrány vzorky potištěné tmavě hnědou barvou a lakem (tmavě hnědá + lak), světle hnědou barvou s úpravou lakováním (světle hnědá + lak). Od každého druhu byl měřen pouze jeden vzorek. Na stejných místech a stejné vzorky byly měřeny i na pokaširovaném materiálu. U pokaširovaného materiálu byly měřeny dva vzorky od každého druhu.

Tabulka 9 Absolutní vlhkost materiálu GD2 Serviliner 230 zakázky 10244816 před kaširováním a po kaširování

Před kaširováním			
Absolutní vlhkost (%)	A	B	C
tmavě hnědá + lak	6,542	5,906	6,835
světle hnědá + lak	7,385	5,980	6,410
Po kaširování			
tmavě hnědá + lak	6,667	6,972	6,725
	6,152	6,313	14,675
světle hnědá + lak	6,261	6,419	6,962
	8,330	6,324	8,602

Hodnota absolutní vlhkosti 14,675 % je pravděpodobně způsobena špatným měřením přístroje, což ukazuje, že je vhodnější měřit větší množství vzorků pro lepší vyhodnocování. U zakázky číslo 10244816 byly hodnoty absolutní vlhkosti o něco menší než u zakázky číslo 10243989. To mohlo být způsobeno menším počtem nepotištěných míst na archu.

Zakázka číslo 10245055 byla měřena na třech druzích vzorku, jednalo se o materiál GD2 Serviliner 230 bez laku (materiál GD2), černá barva s lakem (černá + lak) a jako poslední byl měřen druh vzorku na odběrových místech s lakem (šedá + lak). U této zakázky byla měřena absolutní vlhkost před kaširováním jeden den a poté po 24 hodinách druhý den (Tabulka 10). Následně byla tato zakázka proměřena po slepení jednotlivých vrstev dohromady. U zakázky číslo 10245055 byl ve všech případech měřen pouze jeden vzorek.

Tabulka 10 Absolutní vlhkost materiálu GD2 Serviliner 230 zakázky 10245055 před a po kaširování

Absolutní vlhkost (%)	A	B	C
Před kaširováním			
šedá + lak	6,195	6,829	6,173
materiál GD2	6,299	6,070	6,742
černá + lak	9,813	6,116	6,522
Po 24 hodinách			
šedá + lak	5,474	6,485	6,576
materiál GD2	5,594	6,481	7,037
černá + lak	7,778	7,373	7,373
Po kaširování			
šedá + lak	4,738	6,124	7,283
materiál GD2	6,639	5,938	6,475
černá + lak	6,573	6,295	6,412

Po 24 hodinách, kdy materiál schnul a byl skladován v prostoru u kaširovací linky se hodnoty absolutní vlhkosti snížily. Po kaširování zůstaly hodnoty absolutní vlhkosti zhruba stejné, v některých případech se snížily, to mohlo být způsobeno tím, že byl vzorek pokaširované lepenky v noci odložen a měřen až v ranních hodinách.

3 Závěr

V teoretické části jsou uvedeny a popsány jednotlivé problematiky spojené s vlhkostí a teplotou okolního prostředí a materiálu, dále je uvedeno, jak se vyrábí skládačkové obaly z kaširovaných lepenek.

V práci bylo vyhodnocováno, jestli materiály odpovídají technickým specifikacím, které uvádí jejich výrobci a jestli jsou materiály před tiskem ukládány v odpovídajících klimatických podmínkách. Také se hodnotilo, jaký vliv má tisk technikou ofset na změnu relativní vlhkosti materiálu. Byla hodnocena i absolutní vlhkost materiálu, jestli má na ni vliv potištěná a nepotištěná část materiálu.

Z výsledků bylo zjištěno, že ve většině případů je materiál od dodavatele dodáván s odpovídající relativní vlhkostí a teplotou materiálu jakou uvádí dodavatel. Bylo zjištěno, že během tisku papír přijme více vlhkosti z vlhčícího roztoku v případě, že je na zakázce více ploch, které nejsou potisknuty barvou a ploch, na kterých se vyskytuje negativní tisk. V případě, že se tyto části objevují v pásech na archu může dojít ke zkroucení materiálu a při dalším zpracování ke špatnému nakládání archu do kaširovacího stroje. V případě měření absolutní vlhkosti došlo k závěru, že potištěná a nepotištěná místa na archu nemají významný vliv na hodnotu absolutní vlhkosti materiálu.

Během zpracování všech zakázek by měla být zajištěna rovnováha relativní vlhkosti a teploty ve všech halách, kde je materiál skladován, toho lze dosáhnout nainstalováním klimatizací a zvlhčovacích systémů do těchto prostor, nebo zajistit jiné prostory pro skladování potištěného materiálu před dalším zpracováním. Zvýšení vlhkosti během tisku nelze výrazně ovlivnit, protože je způsobeno grafikou a tu ve většině případů změnit nelze. Další možností je lépe zpracovávat řazení jednotlivých zakázek, aby se předcházelo dlouhodobému skladování vytištěného materiálu v hale u kaširovací linky. Pro příští měření těchto hodnot by bylo vhodné, kdyby se provádělo větší množství měření, aby mohly být hodnoty lépe vyhodnocovány.

4 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] KAPLANOVÁ, Marie. *Moderní polygrafie*. Praha: Svaz polygrafických podnikatelů, 2009. ISBN 978-80-254-4230-2.
- [2] LEŠIKAR, Miloš. Papíry a lepenky pro dokončující zpracování. *Svět tisku* [online]. [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=7045&buxus_svettisku=
- [3] [HANDBUCH FÜR DEN PACKMITTELTECHNOLOGEN – Band 1 – Inhalt Lernfeld 2], dostupné z: <http://www.verband-druck-bw.de/assets/Uploads/Bildung/Downloads/PMT/Lernfeld2Packstoffenauswhlen.pdf>
- [4] IGGESUND PAPERBOARD, Product Catalogue 2015–2016 , General Technical Information, dostupné z <https://www.iggesund.com/globalassets/iggesund-documents/product-catalogue/en/general-technical-information-en.pdf>
- [5] Mintec Cartonboard Factsheet, dostupné z https://www.cips.org/Documents/Knowledge/Categories-Commodities/Mintec/Mintec_Factsheet_Cartonboard.pdf
- [6] Stora Enso Paperboard guide, dostupné z <http://assets.storaenso.com/se/renewablepackaging/DownloadDocuments/PaperboardGuide-en.pdf>
- [7] MACHÁŇ, Josef. Výroba obalů II. Technologie výroby obalů z papíru a lepenek. Vyd.2. SOŠ a VOŠ obalové techniky Štětí. 1999, s. 169–170. [online]
- [8] *Polygrafické taháky* [online]. Dostupné z: <http://www.polygraficketahaky.cz>
- [9] JAKUCEWICZ, Stefan. *Papier do drukowania*. Warszawa, 2010. ISBN 978-83-915748-1-2.
- [10] DOLEŽAL, Ivan a ing. Jaroslav NĚMEC. Kondicionování papíru. *Svět tisku* [online]. 2007 [cit. 2017-07-25]. Dostupné z: http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=3078&buxus_svettisku=f3f3
- [11] Climate and Paper: The interaction between climate and the processing of coated papers in printing and finishing. *Sappietc* [online]. Dostupné z: <https://www.sappietc.com/sites/default/files/Climate%20and%20Paper.pdf>

- [12] Humidification: Improving your business climate. *Copybook* [online]. Dostupné z:
<https://www.copybook.com/companies/draabe-air-humidification/articles/humidification>
- [13] Serviliner. *Antalis* [online]. Dostupné z:
<https://www.antalis.cz/business/catalog.htm?mhId=55165643&nodeName=Serviliner>
- [14] Serviliner GD2. *Igepa* [online]. [cit. 2017-07-25]. Dostupné z:
<http://www.igepa.cz/serviliner-gd2.html>
- [15] LEŠIKAR, Miloš. Papíry a lepenky pro dokončující zpracování. *Svět tisku* [online]. [cit. 2017-07-25]. Dostupné z:
http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=7045&buxus_svettisku
- [16] 50 let archových ofsetových strojů stavebnicové konstrukce z Radebeulu. *KBA* [online]. Dostupné z:
http://www2.kba.com/fileadmin/user_upload/KBA_CEE_CZ/News/6_2015/F2_Planet-a-Aggregat-bearb-big_g.jpg
- [17] DUSLO A.S. Karta bezpečnostných údajov v zmysle Nariadenia ES č.: 2015/830: DUVILAX KL-48C. 2016.
- [18] AMYLUM BULGARIA EAD. Bezpečnostní datový list: ADM Industrial Crosslinked 110. 2015.