

Bezpečnostní rizika vzniku statické elektřiny při výrobě hladké strojní lepenky

Safety risks of static electricity in the production

Bc. Tomáš Svoboda

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš Svoboda**
Osobní číslo: **A11358**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Bezpečnostní rizika vzniku statické elektřiny při výrobě hladké strojní lepenky**

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s problematikou elektromagnetické kompatibility s důrazem na odolnost elektroniky proti elektrostatickému výboji.
2. Seznamte se s požadavky na materiály používané pro eliminaci statického náboje.
3. Provedte analýzu elektrostatického náboje při výrobě papíru.
4. Provedte měření výskytu elektrostatického náboje na konkrétním zařízení.
5. Navrhněte postup pro eliminaci škodlivých vlivů statické elektřiny při výrobě hladké strojní lepenky.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **SVACHINA, Jirí. Základy elektromagnetické kompatibility. Brno: MJ Servis, s.r.o., 2005. ISBN 80-214-2864-3.**
2. **HNĚTKOVSKÝ, Václav a kolektiv. Papírenská příručka. 1. vyd. Brno: SNTL - Nakladatelství technické literatury, n. p., 1983. ISBN 000104707.**
3. **KRKOŠKA, Pavel a Antonín BLAŽEJ. Technológia výroby papiera. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1989. ISBN 80-05-00119-3.**
4. **CLAYTON R., Paul. Introduction to electromagnetic compatibility. 2nd ed. Hoboken: Wiley-Interscience, 2006. ISBN 0-471-75500-1.**
5. **ČSN EN 61340-5-1. Elektrostatika - Část 5-1: Ochrana elektronických součástek před elektrostatickými jevy - Všeobecné požadavky. Praha: Technická normalizační komise, 2007.**
6. **Triboelectrification of houseflies (*Musca domestica* L.) walking on synthetic dielectric surfaces. Journal of Electrostatics. 2002, issue 2. ISSN 0304-3886. DOI: 10.1016/S0304-3886(01)00177-2. Dostupné z: [http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3886\(01\)00177-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3886(01)00177-2).**
7. **Charging by walking. Journal of Physics D: Applied Physics. 2006, issue 2. ISSN 1361-6463. DOI: 10.1088/0022-3727/39/2/025. Dostupné z: <http://iopscience.iop.org/0022-3727/39/2/025>.**

Vedoucí diplomové práce:

doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.

Ústav elektroniky a měření

Datum zadání diplomové práce:

8. února 2013

Termín odevzdání diplomové práce:

3. června 2013

Ve Zlíně dne 8. února 2013


prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan




doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tématem této diplomové práce jsou Bezpečnostní rizika vzniku statické elektřiny při výrobě hladké strojní lepenky. Práce se dělí na dvě části, teoretickou a praktickou. Teoretická část je zaměřená na principy a zákonitosti elektrostatického náboje, příčiny jeho vzniku a výčet možných nebezpečí, které představuje v běžném životě. V praktické části je provedena analýza výsledků měření z kartónového stroje, zaměřena na okolnosti původu elektrostatického náboje vznikajícího při výrobě lepenky a charakterizaci fyzikálních jevů, které se podílí na jeho vzniku nebo naopak, které na jeho vznik nemají přímý vliv. Cílem práce bylo navrhnout takové technické řešení, jenž by omezilo velikost elektrostatického náboje při výrobě hladké strojní lepenky.

Klíčová slova:

Elektrostatický náboj, elektromagnetická kompatibilita, kartónový stroj, plošná hmotnost, vířivý rozvlákňovač, triboelektrická řada, povrchová rezistivita, elektrostatický výboj, antistatická tyč.

ABSTRACT

The topic of this thesis are the safety risks of static electricity in the production of smooth cardboard machine. The work is divided into two parts, theoretical and practical. The theoretical part is focused on principles and laws of electrostatic charge, its causes and a list of potential hazards posed in everyday life. In the practical part is an analysis of the measurement results cardboard machines, focused on the circumstances of origin of electrostatic charge generated in the production of cardboard and characterization of physical phenomena that contribute to its development or, conversely, that its origin can not directly influence. The aim was to propose a technical solution that would reduce the size of electrostatic charge in the production of smooth cardboard machine.

Keywords:

Electrostatic discharge, electromagnetic compatibility, carton machine, surface density, rotational pulper, triboelectric series, surface resistivity, electrostatic discharge, anti-static bar.

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce panu doc. RNDr. Vojtěchu Křesálkovi, CSc. za jeho užitečné rady a připomínky, které mi udělil při psaní práce a za poskytnutí technického vybavení nutného k prováděnému výzkumu.

Radomilu Svobodovi, z Otrokovických papíren za jeho konzultaci v oblasti papírenského průmyslu.

Ing. Michaele Hodinářové za odbornou konzultaci při psaní práce.

Motto

„Jestli najdeš v životě cestu bez překážek, určitě nikam nevede.“

Arthur Charles Clarke

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 ELEKTROSTATICKÝ NÁBOJ.....	11
1.1 VZNIK ELEKTROSTATICKÉHO NÁBOJE	11
1.1.1 Faktory mající vliv na vznik elektrostatického náboje.....	13
1.1.2 Metody eliminace elektrostatického náboje.....	13
1.1.3 Nejčastější problémy se statickým nábojem	15
1.2 STATICKÁ ELEKTRINA V PAPIRENSKÉM PRŮMYSLU	16
1.3 STATICKÁ ELEKTRINA V ELEKTROTECHNICE	18
1.3.1 Typy závad	18
1.4 STATICKÁ ELEKTRINA V BĚŽNÉM ŽIVOTĚ	19
2 ELEKTROMAGNETICKÁ KOMPATIBILITA - EMC.....	21
2.1 UDÁLOSTI ZPŮSOBENÉ NEDODRŽENÍM EMC:.....	21
2.1.1 Nehody v civilní oblasti:	23
2.1.2 Problémy způsobené přístroji donesené cestujícími na paluby letadel:	23
2.2 EMC TECHNICKÝCH SYSTÉMŮ	26
2.3 EMC BIOLOGICKÝCH SYSTÉMŮ	27
2.3.1 Vliv elektrostatického náboje na lidský organismus.....	28
2.3.2 Vliv elektrostatického náboje na organismus hmyzu.....	29
3 NORMA ČSN EN 61 340-5-1	30
3.1 OBALY STANOVENÉ NORMOU ČSN EN 61340-5-1.....	30
4 OTROKOVICKÉ PAPIRNY, A.S.....	32
4.1 VÝROBNÍ SORTIMENT	32
4.2 VÝROBNÍ POSTUP	33
4.2.1 Krok číslo 1 – příprava sběrového materiálu	33
4.2.2 Přípravná látka - velká linka	34
4.2.3 Přípravná látka - malá linka	37
4.2.4 Kartónový stroj.....	39
4.2.4.1 Kartónový stroj a jeho základní části.....	40
4.2.4.2 Technické parametry kartónového stroje.....	42
II PRAKTICKÁ ČÁST	43
5 VZNIK ELEKTROSTATICKÉHO NÁBOJE PŘI VÝROBĚ HLADKÉ STROJNÍ LEPENKY V OTROKOVICKÝCH PAPIRNÁCH	44
5.1 CHARAKTERISTIKA PŘÍSTROJŮ A POSTUPŮ POUŽITÝCH PŘI MĚŘEN	48
5.1.1 Měření elektrostatického náboje	48
5.1.2 Měření povrchové rezistivity materiálu	49
5.1.3 Měření plošné hmotnosti a vlhkosti	50
5.1.4 Stanovení obsahu vlhkosti dle laboratoře Otrokovických papíren (dle ČSN EN ISO 287).....	58
5.1.5 Stanovení tloušťky materiálu dle laboratoře Otrokovických papíren (dle ČSN EN ISO 534).....	60
5.1.6 Stanovení obsahu popela dle laboratoře Otrokovických papíren (dle ČSN ISO 2144)	61

5.1.7	Stanovení sušiny materiálu dle laboratoře Otrokovických papíren	62
5.2	VÝSLEDKY MĚŘENÍ PROVEDENÉ NA KARTÓNOVÉM STROJI.....	62
5.3	VYHODNOCENÍ PROVEDENÉHO MĚŘENÍ – SEŘAZENÉ OD NEJNIŽŠÍ PLOŠNÉ HMOTNOSTI VYRÁBĚNÉHO MATERIÁLU 280 G/M ² PO NEJVYŠŠÍ PLOŠNOU HMOTNOST VYRÁBĚNÉHO MATERIÁLU 900 G/M ²	65
5.3.1	Plošná hmotnost 280 g/m ² (měření č. 18 a 19).....	65
5.3.2	Plošná hmotnost 300 g/m ² (měření č. 20 a 21).....	69
5.4	VÝSLEDKY MĚŘENÍ	72
5.4.1	Veličiny mající přímý vliv na vznik elektrostatického náboje:	73
5.4.2	Veličiny nemající přímý vliv na vznik elektrostatického náboje:.....	75
5.4.3	Obal – elektrostatický charakter hladké strojní lepenky	76
5.5	ROZČLENĚNÍ KARTÓNOVÉHO STROJE PODLE MÍST VÝSKYTU ELEKTROSTATICKEHO NÁBOJE.....	76
5.5.1	Úsek KS bez výskytu elektrostatického náboje:	77
5.5.2	Úsek KS s možným výskytem elektrostatického náboje:	77
5.5.3	Úsek KS s vysokým výskytem elektrostatického náboje:.....	77
6	NAVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ PRO ODSTRANĚNÍ ELEKTROSTATICKEHO NÁBOJE	78
6.1	ODSTRAŇOVÁNÍ ELEKTROSTATICKECH NÁBOJŮ ČSN 33 2030	78
6.2	MOŽNOST ŘEŠENÍ ODSTRANĚNÍ ELEKTROSTATICKEHO NÁBOJE V OTROKOVICKÝCH PAPIRNÁCH, A.S.....	79
6.2.1	Technické řešení.....	81
6.2.2	Instalace antistatických tyčí.	82
6.2.3	Nabídka antistatické tyče typu EP-SH-N s příslušenstvím pro Otrokovické papírny, a.s. od firmy LONTECH.....	85
6.3	MÍSTO MONTÁŽE ANTISTATICKE TYČE	85
6.3.1	Přínos systému	86
6.3.2	Spolehlivost navrženého systémů:	86
	ZÁVĚR	87
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	89
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	91
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	93
	SEZNAM OBRÁZKŮ	95
	SEZNAM TABULEK.....	97
	SEZNAM PŘÍLOH.....	98

ÚVOD

Elektrostatický náboj je přirozený fyzikální jev provázející vznik a vývoj planety Země od počátku věků. Tak jak je přirozené, že se střídá den a noc, je přirozené, že se v látkách kolem nás akumuluje něco neznámého, co se snažíme pochopit. Celé generace vědců, jako p. Paradoxe, Prokop Diviš, Benjamin Franklin, Luigi Galvani, Alessandro Volta a další, zasvětili svůj život zkoumání tohoto velmi zajímavého fyzikálního jevu, hledali jeho příčiny a snažili se ho pochopit.

S elektrostatickým nábojem se setkáváme každý den – doprovází nás při spánku, česání vlasů, drobných činnostech doma nebo při cestě do práce, je přirozenou součástí našich životů. Někdy o něm nemusíme vůbec vědět, jindy se nám znatelně připomíná a zneprjemňuje náš život. Statické elektřině byly od pradávna přisuzovány léčebné účinky využívané šamany k léčbě nemocných. V 18. století její účinky začali studovat a využívat lékaři k léčbě nádorů, bolestech těla nebo dýchacích problémů. Na pomyslné misce vah však nestojí jenom pozitivní jevy, ale i jevy negativní. Jeho silný potenciál není radno podceňovat, neboť je příčinou celé škály katastrof, ať už leteckých, kdy mezi nejznámější patří požár německé vzducholodi Hindenburg, dále pak lodních, automobilových, důlních a především průmyslových. Nejčastější výskyt statické elektřiny je v průmyslových odvětvích, jako je výroba textilu, fólií nebo v papírenském průmyslu.

Cílem práce je seznámit se s problematikou elektrostatického náboje a elektromagnetické kompatibility, charakterizovat fyzikální vlivy podílející se na vzniku elektrostatického náboje při výrobě hladké strojní lepenky a navrhnout technické řešení vedoucí k jeho eliminaci a charakterizaci bezpečnostních rizik, která přináší v papírenském průmyslu. Místem provedených měření byly zvoleny Otrokovické papírny, a.s., vlastníci téměř poslední kartónový stroj v České republice.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ELEKTROSTATICKÝ NÁBOJ

Statická elektřina není zdaleka pouze záležitostí elektrotechniky, ale principy a zákonitosti elektrostatického pole jsou využívány nebo naopak potlačovány v celé řadě oborů a činností. Nepříznivé působení se vyskytuje všude tam, kde dochází k tření, oddělování, řezání, přesýpání, rolování materiálů nebo kde elektrický výboj může ohrozit zdraví lidí nebo způsobit výbuch hořlavých par či plynů.

Do linek pro výrobu textilií, papíru či plastových folií jsou řazeny zvlhčovače, ionizátory a vybíjecí tyče. Kinofilmy a fotografické filmy jsou pokryty antistatickou vrstvou. Lakovací pistole a boxy jsou uzemněny. Na operačních sálech a v zubních ordinacích je položena antistatická podlaha. Avivážní prostředky pro textilie mají antistatické přísady. V dobrém slova smyslu je statická elektřina využívána např. při nanášení barev v elektrostatickém poli, u některých balících technologiích pro dočasné vzájemné spojení materiálů, v počítačových tiskárnách, kopírkách či faxech. [1]

Co je statická elektřina:

Pokud materiál obsahuje elektrický náboj, ať kladný anebo záporný v nerovnováze, říká se, že je elektrostaticky nabitý. Termín elektrostatika je relativní, protože elektrostatické nabití se v mnoha případech bude během času pozvolna zmenšovat. Jak to bude dlouho trvat, to závisí na rezistivitě materiálu. Z praktického hlediska existují dva krajní případy, a těmi jsou plastické hmoty a kov. Plastické hmoty jsou všeobecně charakterizovány velmi vysokou specifickou rezistivitou, což jim umožňuje dlouhodobé udržování elektrostatického nabití. Na druhou stranu kovy mají oproti plastickým hmotám nízkou specifickou rezistivitu a uzemněný kovový předmět zachovává své elektrostatické nabití jen velmi krátkou dobu. Statická elektřina se obvykle měří ve voltech. Jestliže se síťové napětí 220 voltů střídavého proudu považuje za nebezpečné, pak elektrostatická nabití na úrovni 100 kV jsou běžná. [3]

1.1 Vznik elektrostatického náboje

Existuje několik zdrojů statické elektřiny:

- tření
- separace materiálu (např. při odvíjení)
- indukce
- chemické reakce (hoření)
- obecně jakékoliv oddělování materiálu

Tření

Při tření dvou materiálů o sebe se elektrony spojené s povrchovými atomy na každém z těchto materiálů k sobě velmi přibližují. Takové povrchové elektrony pak mohou přecházet z jednoho materiálu na druhý. Směr, ve kterém se elektrony pohybují, závisí na triboelektrické řadě. Materiály nacházející se na kladné straně řady budou projevovat tendenci k odevzdávání svých povrchových elektronů a nabíjejí se kladně, zatímco materiály nacházející se na záporné straně se budou snažit o získání elektronů, tedy záporného náboje. Čím silněji budou oba materiály k sobě přitlačovány, tím větší bude výměna elektronů. To způsobí, že vytvářený náboj bude silnější. Rychlost pohybu při tření má rovněž vliv – čím rychlejší tření je, tím vyšší je úroveň nabíjení. To z toho důvodu, že povrchové elektrony získávají tepelnou energii, která se třením vytváří. [3]

Triboelektrická řada:

Triboelektrická řada	
+	Nejvyšší kladný náboj
	polyuretanová pěna
	vlny, matná pokožka
	nylon, suchá pokožka
	sklo
	PMMA (plexisklo)
	kůže
	králíčí kožesína
	křemen
	slída
	olovo
	kočičí kožesína
	hedvábí
	hliník
	bavlna (bez náboje)
0	
	ocel
	dřevo (malý záporný náboj)
	jantar
	pečetní vosk
	polystyrén
	gumový balónek
	prvekřice
	tvrdá pryž
	nikl, měď
	síra
	mosaz, stříbro
	zlato, platina
	umělé hedvábí
	syntetický kaučuk
	polyester
	styrek
	orlon
	potravinářská fólie
	polyetylén
	polypropylén
	PVC
	silikon
	teflon
	silikonová pryž
	ebonit
-	nejnižší kladný náboj

Obr. 1. Triboelektrická řada

Separace

Metoda elektrostatického nabíjení prostřednictvím separace je podobná tření. Když se dva materiály setkají, povrchové elektrony se nacházejí velmi blízko sebe a při separaci projevují tendenci k přilínání k jednomu nebo druhému materiálu, v závislosti na jejich relativním umístění v triboelektrické řadě. [3]

Indukce

Je elektrický jev, při kterém se na povrchu tělesa indukuje elektrický náboj přiblížením jiného elektricky nabitého tělesa, proto se označuje jako indukovaný náboj. Tento náboj má opačnou polaritu než náboj, který tuto indukci vyvolal. U vodičů lze indukovaný náboj z tělesa odvést, u izolantů zůstává indukovaný náboj v tělese. [3]

1.1.1 Faktory mající vliv na vznik elektrostatického náboje

Druh materiálu

Některé materiály se staticky nabíjejí snadněji než jiné. Například materiál z acetátových vláken bude náboj shromažďovat výrazně rychleji než sklo. [3]

Vlhkost

Všeobecně řečeno, čím sušší je prostředí, tím vyšší je úroveň elektrostatického náboje a obráceně, čím vyšší vlhkost, tím menší je i elektrostatický náboj. [3]

Opakování

Opakované činnosti, jako tření i separace, budou zvyšovat hladinu statického nabití, které v materiálu je. [3]

Bateriový efekt

Kombinace mnoha nabitých předmětů může působit generování extrémně vysokého statického nabití. Například jednotlivé archy plastické hmoty s relativně nízkým povrchovým nabitím mohou vytvářet extrémně vysoká napětí v případě, že jsou skladované spolu. [3]

Změna teploty

Materiál má v případě postupného chladnutí tendenci vytvářet elektrostatický náboj. Přitom se elektrostatický náboj rozšíří v celém materiálu. [3]

1.1.2 Metody eliminace elektrostatického náboje

Základní princip eliminace elektrostatických nábojů je identický bez ohledu na použitou techniku. V případech, kdy má materiál kladný povrchový náboj, je nutné přemístění elektronů na povrch, s cílem vyrovnání náboje. Tam, kde je povrchový náboj záporný, je potřebné odstranit přebytek elektronů z povrchu pro jeho neutralizaci. [3]

Pracovní režimy systémů pro eliminaci statické elektřiny

Pasivní systémy eliminace

Staticky nabitý předmět generuje elektrické pole mezi sebou a libovolně uzemněným předmětem ve svém okolí. Například v případě pasivního neutralizátoru Meech 974 vzniká pole mezi povrchem a konci štětín uzemněného kartáče z uhlíkového vlákna. Ostré konce jednotlivých štětín vyvolávají vysokou koncentraci elektrického pole v těchto bodech. V okamžiku, kdy intenzita elektrického pole dosáhne dostatečné úrovně, nastane ionizace molekul obklopujících konce štětín. Pasivní neutralizátory se používají k redukování

vysokých elektrostatických nábojů dosahujících napětí až několika kV. Nicméně, s ohledem na svůj charakter, nejsou antistatické kartáče schopny zneutralizovat povrchové statické nabití zcela. [3]



Obr. 2. Pasivní neutralizátor Meech 974 [4]

Systémy eliminace na střídavý proud (AC)

Systémy eliminace pracují při napájení střídavým proudem. Síťové napětí 110, resp. 230 V, je značným způsobem zvyšováno pomocí ferorezonančního transformátoru s cílem vytvoření napětí v rozmezí od 4,5 až do 7 kV. Takto získané vysoké napětí je převáděné na ionizační hroty, zatímco plášť ionizační tyče je uzemněn. Kladný cyklus úvodního tvaru vlny elektrody bude mít kladné napětí vzhledem k plášti. Způsobuje to vznik silného elektrického pole s vysokým stupněm koncentrace na ostrém konci hrotu elektrody, mezi oběma prvky silného elektrického pole. V důsledku toho vznikají na konci hrotu kladné ionty, které jsou následně od hrotu odpuzovány z důvodu identického náboje. Opačný jev probíhá v záporné polovině cyklu. V takovém případě se kolem hrotu vytváří oblak kladných a záporných iontů. V případě absence vnějšího vlivu se kladné a záporné ionty vzájemně přitahují anebo jsou přitahovány k blíže umístěnému uzemnění. Nicméně, v případě přítomnosti blízkého elektrostatického náboje, bude i on přitahován opačným nábojem na povrchu materiálu. [3]

Dochází k výměně elektronů a povrch zůstane neutralizovaný. Protože ionizace na tyči nezávisí na povrchovém náboji a ionty jsou vytvářeny nezávisle na blízkosti povrchového napětí, je možné dosáhnout úplné neutralizace povrchu. Je to významná přednost v porovnání s pasivními neutralizátory. [3]

Systémy eliminace na stejnosměrný proud (DC)

Systémy eliminace na stejnosměrný proud, podobně jako systémy na proud střídavý, vytvářejí ionizovaný vzduch prostřednictvím vysokého napětí. Impulzní systémy na proud stejnosměrný pracují v nižších frekvencích, například v rozmezích mezi 0,5 a 20 Hz.

Antistatická tyč má řadu emitorů, střídavě připojených k záporným a kladným výstupům. Plášť tyče je plastový, takže není uzemněn. Výstup ze zdroje napájení je ve skutečnosti obdélníková vlna, přecházející od záporných hodnot do kladných, při zvolené frekvenci. Staticky nabitý předmět bude přitahovat anebo odpuzovat ionty v závislosti na jejich relativní polaritě. Když ionty dosáhnou staticky nabitého povrchu, dochází k procesu neutralizace v souladu s popisem v části týkající se systémů na střídavý proud (AC). Nízká pracovní frekvence způsobuje, že impulzní zařízení na stejnosměrný proud (DC) jsou ideální pro potřeby neutralizace dalekého dosahu. Při větších vzdálenostech od tyče může být menší množství iontů přivedené k staticky nabitému povrchu a z toho důvodu je rychlost neutralizace omezená. Tedy v případě použití impulzních zařízení na stejnosměrný proud pro dynamická použití, jako jsou např. právě etiketovací procesy, je nutné správně určit vzdálenost od cílového povrchu, v jakém bude tyč nainstalovaná. Přídavnou vlastností impulzního systému DC je to, že výchozí tvar vlny je možné změnit a čas trvání záporného a kladného tvaru vlny je možné prodloužit nebo zkrátit. Jestliže je například známo, že náboj, který má být eliminován, je kladný, pak čas trvání záporné části výstupu je možné prodloužit a obráceně, kladnou část vlny je možné snížit. Umožní to zvýšit produkci záporných iontů a snížit produkci kladných, díky čemuž bude systém efektivněji neutralizovat kladný náboj. [3]

1.1.3 Nejčastější problémy se statickým nábojem

Existuje pět hlavních oblastí, ve kterých může nekontrolovaný statický náboj způsobovat při průmyslových procesech potíže.

Elektrostatické přitahování (ESA)

Částice, vznášející se ve vzduchu, jsou přitahované k nabitým povrchům anebo nabitě částice, které se vznášejí ve vzduchu, jsou přitahované k povrchům, které by mohly být zcela bez statického nabití. Taková situace ovlivňuje výrobu ve většině průmyslových odvětví, která jsou spojena se zpracováváním plastických hmot. Dochází tu ke znehodnocování finální úpravy lakovaných výrobků i ke ztrátám z důvodu snížené kvality výrobků v potravinářském farmaceutickém a medicínském průmyslu. V polygrafickém průmyslu ničí přitahování prachu konečnou úpravu tiskařských výrobků, a dokonce i tiskové formy. [3]

Nestandardní chování materiálů

Je to jiná forma elektrostatického přitahování. V tomto případě, místo k znečišťování výrobků, dochází k tomu, že výrobky – obvykle tkaniny, vlákna, fólie nebo archy papíru – přilínají k sobě nebo k zařízení, mění směr pohybu anebo se odpuzují. Zvláště náchylné jsou k těmto jevům automatizované procesy. [3]

Elektrostatické výboje (ESD)

Jsou škodlivé při montáži, instalaci a obsluze elektronických prvků na místě a rovněž při výrobě elektroniky. Zde i tak nízké statické napětí, jako 5 V může způsobit katastrofální havárii. [3]

Úrazy obsluhy strojů

I tento problém je čím dál tím důležitější, proto se podniky snaží neustále zvyšovat bezpečnostní standardy.

Nebezpečí zahoření, nebo výbuchu

Tento problém je nejčastější v procesech nanášení nátěrových hmot, kdy může dojít k explozi právě v důsledku vzniku elektrostatického výboje vyvolaného např. oblečením obsluhy s uvolněnými těkavými látkami. V případě velmi prašného prostředí taktéž hrozí vznícení prachových částic vlivem elektrostatického výboje.

1.2 Statická elektřina v papírenském průmyslu

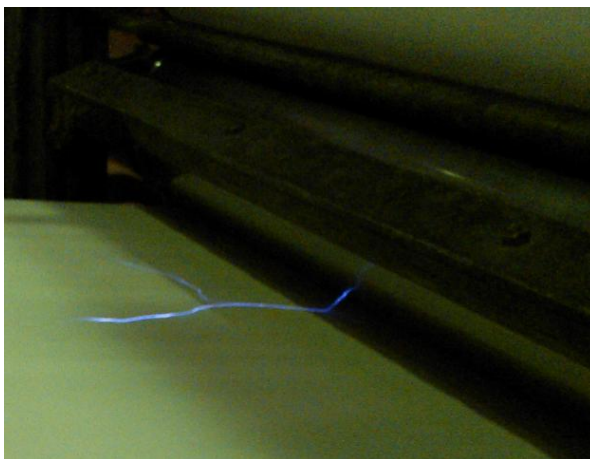
Při výrobě hladké strojní lepenky převážně v oblasti nízkých plošných hmotnosti, vznikají elektrostatické výboje, které značným způsobem znepříjemňují práci obsluze kartonového stroje a znemožňují instalaci celé škály měřících zařízení. Je zde také nebezpečí vzniku požáru, neboť papírenská výroba je charakteristická svou zvýšenou prašností. Nejvyšší elektrostatické výboje se objevují v koncovém místě výroby kartonového stroje v části velkého kalandru kde „nekonečný“ pás lepenky prochází mezi velkým počtem kovových válců.

Statické náboje způsobují na kartonovém stroji konkrétně v archovém a kotoučovém ukladači – značné obtíže. Patří mezi ně například problémy s oddělováním archů a jejich průchodem v nakladači. Mohou rovněž vznikat obtíže při dalším zpracování lepenky například při ofsetovém tisku s přesností soutisku, zdvojený tisk nebo také obtahování. Ve vykladači není možné stohovat archy rovně a přesně. V kotoučovém ofsetovém tisku se výtisky „přilepují“ na dopravní pásy v rohových nebo křížových stohovačích.

Podstata těchto rušivých elektrostatických jevů spočívá v dělení nábojů dvou látek. Při silném dotyku povrchů mohou putovat elektrony v nejmenších mezních vrstvách volně z jedné látky do druhé. Pokud se pak obě látky nebo plochy opět od sebe oddělí, je zde ve srovnání s předchozí situací rovnováha statických nábojů. Vzniká náboj a s ním spojená přilnavost. Příčinami vzniku elektrostatických nábojů jsou většinou suché klima v místnosti nebo příliš suchý papír.

Abychom předešli vzniku statické elektřiny, je třeba sledovat klima v hale s papírenským strojem, kde by se relativní vlhkost vzduchu měla pohybovat v rozmezí 50 – 55 % při teplotě 21 °C, skutečná relativní vlhkost vzduchu je však často daleko vyšší. Je také třeba kontrolovat absolutní vlhkost papírů, která by neměla spadnout pod 3 %. Vlhkost a teplota v místnosti by měly být v rovnováze. Relativní vlhkost vzduchu v místnosti je možné zvyšovat rozprašováním vodní mlhy – to však způsobuje problémy s korozí jednak na elektroinstalaci a jednak na kartonovém stroji. Odvádění elektrostatického náboje se provádí zvyšováním vodivosti vzduchu.

Mezi další opatření patří postřikání kovových částí nakladače kartonového stroje silikonem nebo antistatickým prostředkem dostupným na trhu. Je také možné používat mechanické zařízení na odvod statické elektřiny, které existují v různých provedeních.



Obr. 3. Elektrostatický výboj v Otrokovických papírnách

Relativní vlhkost vzduchu ve výrobní hale Otrokovických papíren (OP) v zimním období:

Tab. 1. Relativní vlhkost vzduchu a teplota v OP

Relativní vlhkost vzduchu s teplotou - měřeno v OP	
Relativní vlhkost vzduchu v zimním období	63,40 %
Teplota v hale v zimním období	21,7 °C

1.3 Statická elektřina v elektrotechnice

V současnosti je nejvíce používáno rozdělení materiálů podle jejich povrchové rezistance přesto, že tato není vlastností čistě materiálovou, ale je do značné míry ovlivňována relativní vlhkostí vzduchu, drsností a stavem povrchu. [1]

- Materiály s nejnižší povrchovou rezistancí $\geq 1 * 10^2 \Omega$ a $< 1 * 10^5 \Omega$ jsou zařazeny jako materiály elektrostaticky vodivé. Sem patří většina kovů, tkaniny s podílem kovového vlákna, silně vodivě dotované plasty apod. Tyto materiály se používají jednak jako ochranné a stínící, ale i jako zemniče pro odvedení vzniklého náboje. [1]
- Materiály, jejichž povrchová rezistance je $\geq 1 * 10^5 \Omega$ a $< 1 * 10^{11} \Omega$ jsou uváděny jako materiály elektrostaticky ztrátové – dissipativní. Je možné je používat jako stínící, ochranné, jako plochy pracovišť, ale nelze je využít jako vlastní zemnicí vodiče. Do této kategorie patří většina antistaticky upravených plastů a tkanin. [1]
- Materiály s povrchovou rezistancí $\geq 1 * 10^{11} \Omega$ jsou pak považovány za materiály izolační. Nelze je používat ani jako ochranné či stínící. Naopak jejich výskyt je třeba na pracovištích s elektrostaticky citlivými součástkami omezit na nejnižší přijatelnou míru. Sem se řadí izolanty v klasickém slova smyslu. [1]

1.3.1 Typy závad

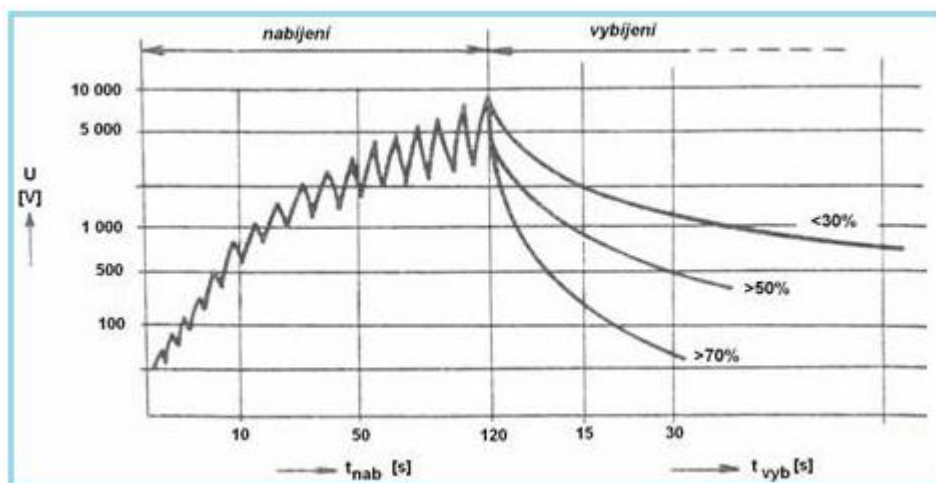
Vady vlivem elektrostatického výboje závisí na velikosti náboje a na oblasti nebo cestě na výrobku, kterým náboj prochází. Velikost náboje může být spočítána z rovnice: $I = \Delta q / \Delta t$, kde I = vybíjecí proud, Δq = velikost elektrostatického náboje a Δt = vybíjecí čas. Skutečný výboj je ukončen během 1 nanosekundy. Z rovnice vyplývá, že čím vyšší náboj tím vyšší bude vybíjecí proud. [1]

Poškození nebo zničení elektronické součástky závisí na velikosti tepla vyvinutého vybíjecím proudem. Jestliže výboj s následným teplem převyší úroveň odolnosti součástky, může způsobit následující reakci: [1]

- Tepelný defekt
- Dielektrický defekt
- Vypaření kovové vrstvy
- Latentní vady způsobené ESD

Poškození vlivem statické elektřiny nemusí způsobit bezprostřední nebo katastrofické zničení součástky, ale může poškodit součástku tak, že způsobí latentní vadu. [1]

Elektrostatické napětí na pracovištích



Tab. 2. Napětí statické elektřiny generované na pracovištích výroby a montáže elektroniky bez antistatického ošetření [1]

Z tabulky je patrný velký vliv relativní vlhkosti vzduchu na velikost tohoto napětí. Průběh nabíjení a vybíjení lze demonstrovat při chůzi po koberci ze syntetických materiálů, při různých relativních vlhkostech. [1]

Tab. 3. Nabíjení el. stat. nábojem během chůze po různých druzích mat. [1]

Druhy pohybu	Napětí náboje (V)	
	Relativní vlhkost 10 – 20%	Relativní vlhkost 65 – 90%
Přecházení po koberci	35 000	1 500
Přecházení po PVC podlaze	12 000	250
Pracovník u pracoviště	6 000	100
PVC obálky na pracovní instrukce	7 000	600
Běžné plastové sáčky na pracovišti	20 000	1 200
Pracovní křeslo vycpané uretanovou pěnou	18 000	1 500

1.4 Statická elektřina v běžném životě

Při dlouhodobém působení na živý organismus nastávají některé nepříznivé funkční změny v reaktivitě orgánových systémů člověka. Je třeba si uvědomit, že ve zhoršeném pracovním prostředí na některých pracovištích, zejména administrativního charakteru, je nutno pobývat dlouhé hodiny denně, což se může skutečně projevit zvýšenou únavou a nesoustředěností pracovníků, ale i jejich zvýšenou nemocností. [1]

K elektrostatickým výbojům dochází zejména při současné kumulaci následujících podmínek:

- Pracovníci obsluhující elektronické přístroje mají nevhodné oblečení či obutí z hlediska vzniku vysokého elektrostatického napětí – značným zdrojem statické elektřiny může být pohyb člověka ve vlněném svetru nebo v oděvu ze syntetických tkanin. [1]
- Povrchy stolů, židlí i podlahová krytina jsou z umělých hmot s vysokým izolačním odporem (PVC, syntetické tkaniny koberců, umakart, různé nátěry a laky).
- Nízká relativní vlhkost vzduchu v místnosti zejména v zimě. [1]

Elektrostatický náboj může vyvolat potíže zejména v obytném prostředí (byty, kanceláře apod.), neboť zde jsou uvedené podmínky zpravidla dobře splněny – zejména nízká vlhkost vzduchu a syntetické podlahové krytiny. Zvláště v zimních měsících klesá vlhkost v obytných prostorech pod 40 % a napětí elektrostatického náboje může narůst až na 15 kV. [1]

Těmto vysokým hodnotám napětí lze zabránit řízenou vlhkostí vzduchu a použitím antistatických materiálů podlah a čalounění. Druhou možností je snížit náboj uzemněním s elektrostatickým svodem. Rovněž přírodní materiály oděvů (např. bavlna, len) snižují napětí výboje ESD (lokální elektrostatické výboje – ESD – Electrostatic Discharge). Nutno ovšem dodat, že při relativní vlhkosti vzduchu 25 – 30 % se bavlna nabíjí víc než plastické hmoty! Její elektrostatický náboj dosahuje maxima při 35 % a teprve při vyšší vlhkosti se snižuje! Naproti tomu nylon si udržuje náboj i při relativní vlhkosti 60 %, při které se už bavlna vůbec nenabíjí. Třením šatů a bot o izolační povrch vznikají náboje o vysokém elektrickém napětí, které dále narůstá s každým krokem pracovníka na izolačním povrchu (koberci, PVC podlahové krytině). Tento podlahový materiál nemá obvykle dostatečnou vodivost, která by zajistila rozptýlení elektrostatických nábojů. [1]

2 ELEKTROMAGNETICKÁ KOMPATIBILITA - EMC

Elektromagnetická kompatibilita je definována jako schopnost zařízení systému či přístroje vykazovat správnou činnost i v prostředí, v němž působí jiné zdroje elektromagnetických signálů (přírodní či umělé), a naopak svou vlastní elektromagnetickou činností nepřipustně neovlivňovat své okolí, tj. nevyzařovat signály, jež by byly rušivé pro jiná zařízení. [18]

Elektromagnetická kompatibilita vznikla jako samostatná vědecko-technická disciplína v šedesátých letech 20. století v USA a poměrně dlouhou dobu 10 až 15 let byla předmětem zájmu jen úzkého okruhu odborníků v elektronice, pracujících ve vojenském a kosmickém průmyslu. S prudkým rozvoje elektroniky, zejména mikroprocesorové a komunikační techniky v posledních desetiletích a jejím pronikáním do všech oblastí každodenního života ztratila EMC svoji exkluzivnost a stále více se dotýká nás všech.

Název elektromagnetická kompatibilita z anglického Electromagnetic Compatibility z něhož pochází i mezinárodně užívaná zkratka EMC - vyjadřuje schopnost správné funkce zařízení nebo systému nacházejících se ve společném elektromagnetickém prostředí bez závažného ovlivňování jejich normálních funkcí. [15]

Citlivá elektronická zařízení musí často pracovat v prostředí se silným rušením, to může vést ke značně obtížným situacím. Například vstupní měřicí ústředna řídicího počítače se spojuje s výrobním technologickým procesem prostřednictvím množství čidel, k nimž často vedou i několik set metrů dlouhé přívodní kabely nesoucí signály nízkých úrovní mV a μ A. Kabely jsou přitom často vystaveny působení silných rušivých polí schopných do nich indukovat napětí, dosahující desítek až stovek voltů. Tyto parazitní signály – impulzní nebo harmonické – pak mohou být vyhodnoceny jako informace došlé z technologického procesu a mít za následek nesprávný zásah (mnohdy automatický) s možným rizikem hospodářských škod, havárií na technickém zařízení, ale i ohrožení života či zdraví lidí. [15]

Případy léčiv USA), kdy nedodržení požadavků EMC mělo katastrofální následky. [5]

2.1 Události způsobené nedodržením EMC:

- V polovině 70. let vyvinula automobilka Volkswagen počítačem řízený systém vstřikování paliva. V Evropě fungoval naprosto spolehlivě, ale v Severní Americe se na něm velmi často projevovaly naprosto nepochopitelné závady. Důvodem bylo

- použití zesilovačů amatérských radiostanic, které interferovaly s řídicí jednotkou vstřikovače. [5]
- V roce 1967 na letadlové lodi USS Forrestal u Vietnamu došlo vlivem radarového signálu k samovolnému spuštění palubních zbraní letadla na palubě. Důsledkem byla smrt 134 námořníků. [5]
 - V roce 1982 zahynulo 22 členů posádek celkem pěti vrtulníků UH-60 Blackhawk při pádu strojů po selhání elektroniky v blízkosti vysílače místní radiostanice. [5]
 - Zničení stíhačky NATO typu Tornado. Příčinou katastrofy bylo rušení elektronického řídicího systému letadla elektromagnetickým vlněním. Šestého července 1984 letadlo letělo ve výšce 230 m rychlostí 800 km/h nad vysílačem velkého výkonu v Holkirchenu u Mnichova. V důsledku selhání automatického systému řízení se letadlo zřítilo. [5]
 - Havárie v hutích na východním pobřeží v USA v letech 1983. Příčinou bylo rušení příruční vysokofrekvenční vysílačkou mikroprocesorového systému řízení jeřábu přenášejícího licí pánev s tekutou ocelí. Licí pánev se předčasně převrhla a rozžhavený kov zabil na místě jednoho dělníka a vážně zranil další čtyři. [5]
 - V roce 1985 na orbitální stanici Spacelab posádka při zapnutí vysavače způsobila napěťový impulz, který vyřadil z provozu systém dálkového přenosu dat. Pikantní bylo to, že použitý vysavač nebyl testován na EMC, a přesto se ocitl na palubě. [5]
 - Potopení britského křižníku Sheffield během falklandské války. Příčinou byla neadekvátní EMC mezi detekčním systémem letadla, radarem a palubním vysílačem lodi. Detekční systém letadla byl zahlcen rádiovým rušením (jam) od silného signálu vysílaného vysílačem lodi. Výsledkem bylo samovolné odpálení rakety Argentine Exocet z letadla, která potopila křižník. Dvacet lidí přišlo o život. [5]
 - Meteorologické satelity NOAA-11 a NOAA-12 v roce 1991 byly vlivem vysokofrekvenčního rušení napadeny a řízeny (phantom commands) falešnými příkazy, které vážně narušily jejich úkoly. Satelit NOAA-12 byl prakticky nefunkční při přeletu nad Evropou, která vyzařuje silné vysokofrekvenční pole. Naštěstí se řídicímu středisku podařilo falešné řídicí pokyny eliminovat. [5]
 - Havárie rakety Pershing II v SRN v důsledku elektrostatického výboje. Při převozu byla raketa neúmyslně odpálena elektrostatickou elektřinou. Tento případ byl šokujícím pro odborníky i proto, že právě tento typ rakety byl při speciálních

zkouškách testován na odolnost vůči účinkům blesku s proudovými pulzy až do 200 kA. [5]

- 17. června 1996 se nedaleko pobřeží zřítil do oceánu Boeing 747-131, let č. 800, s 230 cestujícími na palubě. Jedna z hypotéz o příčině zřícení bylo použití rakety země-vzduch nějakou teroristickou organizací. Vyšetřováním se zjistilo, že příčinou výbuchu byl elektrostatický výboj v palivové nádrži. Vlivem nešťastné shody okolností, především použitím klimatizace po dobu dvou hodin stání letadla na letišti, které způsobilo zvýšení teploty v palivových nádržích, a tím zvýšený vznik výbušných par a náhodného elektrostatického výboje na jedné z neuzemněných částí centrální palivové nádrže na křídle, došlo k výbuchu a zničení letadla. Nepřežilo všech 230 cestujících. [5]

Federální úřad pro letectví USA (FAA) v dubnu 1997 zveřejnil závěry sledování příčin explozí palivových nádrží v nebojových podmínkách. Od roku 1959 elektrostatický výboj způsobil prokazatelně čtyři ze 14 nehod v civilní oblasti. [5]

2.1.1 Nehody v civilní oblasti:

1. V roce 1964 došlo k explozi palivové nádrže při čerpání paliva do letadla B727. Paradoxně k výbuchu došlo při smíšení CO₂ a výparů paliva. Elektrostatický výboj zcela ignoroval fakt, že se plyn CO₂ používá právě k zabránění výbuchu. Jeden pracovník byl usmrcen. [5]
2. V roce 1968 další letadlo B727 utrpělo drobné poškození křídla při menším výbuchu palivových par. Elektrostatický výboj byl způsoben příliš velkou rychlostí proudění přečerpávaného paliva. [5]
3. Podobný případ se stal v roce 1971, kdy byl elektrostatický výboj způsoben příliš rychlou výměnou nářadí a zařízení určených pro čerpání paliva. [5]
4. Ironií osudu může být případ z roku 1989, kde Beechjet 400 byl mírně poškozen výbuchem palivových par způsobených elektrostatickým výbojem v palivové nádrži. Elektrostatický výboj vznikl na polyuretanové pěně, která se umísťuje do palivových nádrží pro snížení rizika výbuchu. [5]

2.1.2 Problémy způsobené přístroji donesené cestujícími na paluby letadel:

Od roku 1986 do roku 1993 zaznamenal Federální úřad pro letectví USA (FAA) 46 798 událostí týkajících se letové bezpečnosti. Toto číslo vypadá hrozivě, ale zahrnuje události

od incidentů s opilými cestujícími až k haváriím. Zcela prokazatelně došlo k 29 událostem způsobených problémy s EMC donesenými zařízeními s palubními systémy. [5]

Následující tabulka ukazuje podrobnosti:

Tab. 4. Zdroje způsobující rušení palubních systémů [5]

Zdroj rušení	Oběť rušení			Celkem
	Navigace	Komunikace	Přistávací systém	
Mobilní telefon	4	1	3	8
Laptop	3	0	2	5
Rádio	3	1	0	4
Elektronické hry	1	0	2	3
CD přehrávač	0	1	1	2
Kazetový přehrávač	2	0	0	2
AM-FM walkman	0	0	2	2
Diktafon	0	0	1	1
Monitor srdeční činnosti	0	1	0	1
Televizor	1	0	0	1
Celkem	14	4	11	29

Příklady jsou domácího původu:

- Havarijní stav v důsledku velké poruchovosti a výpadků pohonů odstředivek během cukrovarnické kampaně v cukrovaru Mělník. V cukrovaru byly v rámci modernizace instalovány odstředivky obsahující tyristorové měniče o výkonu 200 kW místo klasických rotačních pohonů. Po připojení pohonů přes transformátory 22/0,4 kV na napájecí síť 22 kV došlo k takovému kolísání a deformacím napájecího napětí, že nastal skupinový výpadek měničů ochranou ztráty napětí. Přitom toto prudké zhoršení kvality napájecí sítě vyvolaly vlastně samy měniče, které podle dosavadních zvyklostí byly připojeny na síť přímo bez potřebné filtrace a kompenzace. [5]
- Ztráta rádiového spojení mezi vysílači a přijímači na lodích (remorkérech) Labské plavby a v dolech na Ostravsku. Zde docházelo k velmi intenzivnímu rušení, které naprosto znemožňovalo příjem a vysílání. Kromě toho, v dolech narušilo i funkci automatického havarijního vypínání kombajnu. Zdrojem rušení v dolech byl tyristorový měnič (střídač), který je částí pohonu kombajnu, a na lodích mikroprocesorový řídicí systém obsahující tranzistorové výkonové napáječe. [5]

- Rušení elektrokardiografu. V poliklinice ve středu Prahy ručička zapisovače EKG občas dostávala tak silné šubání, že to zcela znemožňovalo natočení záznamu EKG. Po zatlumení přístroje odrušovacími prostředky byl natočen záznam morseovky. Z volací značky se ukázalo, že je to krátkovlnné vysílání ministerstva dopravy, které mělo anténu 150 m od polikliniky. Nerušený záznam byl dosažen až po kompletním odstínění místnosti EKG a použití jiného elektrokardiografu, odolného proti vysokofrekvenčnímu rušení. [5]
- Impulzní rušení v nemocnici. V nemocnici v Praze na jednotce intenzivní péče měla souprava neustále monitorovat dech, tep a teplotu připojených pacientů, avšak spínání okolních výkonových spotřebičů vyvolávalo v kardioskopu přídavné pulzy, které se vyhodnocovaly jako nesynchronní tep srdce. Navíc vadný startér zářivkového svítidla poblíž jednotky, který spínal každou sekundu, vyvolával trvale hlášení překročení meze tepů a blokoval měření. Celá věc skončila tím, že souprava vzhledem k její naprosté neodolnosti vůči rušení musela být vyměněna za systém od jiného výrobce. [5]

Od roku 1979 do 1993 zaznamenal Úřad pro kontrolu potravin a léčiv prokazatelných 91 vážných událostí způsobených nedostatečnou EMC lékařských přístrojů. Z toho šest případů skončilo smrtí pacienta. Za velmi smutný lze považovat případ pacienta s infarktem, který zemřel při převozu do nemocnice, protože vysílačka v sanitním voze způsobila výpadek monitoru-defibrilátoru. [5]

V České republice se množí případy osob s kardiostimulátory, které mají bolestivé problémy a pociťují změny chodu kardiostimulátoru v blízkosti mobilních telefonů. K těmto jevům dochází zejména v městské hromadné dopravě, kde se v tlačenici mobilní telefony jiných cestujících dostávají do blízkosti lékařských implantátů.

Tyto problémy vedly ke vzniku občanské iniciativy, která se snaží (s dílčími úspěchy) dané problémy řešit. [5]

Základní členění oboru EMC:

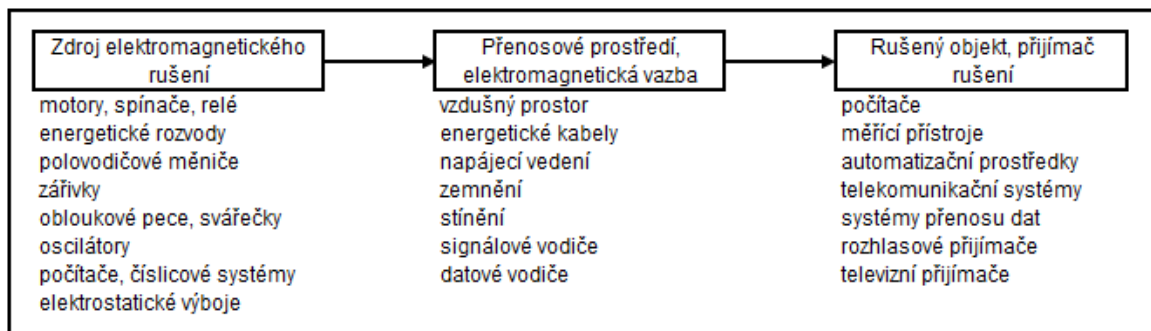
Celkově lze otázky elektromagnetické kompatibility rozdělit na dvě hlavní oblasti:

- EMC technických systému
- EMC biologických systémů [15]

2.2 EMC technických systémů

Oblast EMC technických systémů a zařízení, se zabývá vzájemným působením a koexistenci technických prostředků, zejména elektrotechnických a elektronických přístrojů a zařízení. Při zkoumání EMC daného zařízení či systému (a to jak technického, tak i biologického) se vychází vždy z tzv. základního řetězce EMC. Tento řetězec zdůrazňuje systémový charakter problematiky EMC, kdy v obecném případě vždy vyšetřujeme všechny jeho tři složky. [15]

Tab. 5. Základní řetězec EMC a příklady jednotlivých oblastí [15]



První oblast zdrojů elektromagnetického rušení zahrnuje zkoumání obecných otázek mechanismů vzniku rušení, jeho charakteru a intenzity. Patří sem jednak tzv. přírodní (přirozené) zdroje rušivých signálů (Slunce, kosmos, elektrické procesy v atmosféře apod.), jednak tzv. umělé zdroje rušení, tj. zdroje vytvořené lidskou činností, k nimž patří nejrůznější technická zařízení – zapalovací systémy, elektrické motory, výroba, přenos a distribuce elektrické energie, elektronická zařízení, elektronické sdělovací prostředky, tepelné a světelné spotřebiče apod. [15]

Druhá oblast řetězce EMC se zabývá elektromagnetickým přenosovým prostředím a vazbami, tedy způsoby i cestami, kterými se energie ze zdroje rušení dostává do rušených objektů – přijímačů rušení. [15]

Konečnou oblastí je problematika objektů či přijímačů rušení zabývající se klasifikací typů a podrobnou specifikací rušivých účinků na základě analýzy konstrukčních a technologických parametrů zařízení a z toho plynoucí jejich elektromagnetickou odolností.

Skutečná závislost však bývá mnohem složitější, neboť systémy a zařízení (nebo jejich určité části) může být současně jak vysílačem (zdrojem), tak i přijímačem elektromagnetického rušení. [15]

2.3 EMC biologických systémů

EMC biologických systémů se zabývá celkovým elektromagnetickým pozadím našeho životního prostředí a přístupnými úrovněmi rušivých i užitečných elektromagnetických signálů (přírodních i umělých) s ohledem na jejich vlivy na živé organismy. I když tyto vlivy jsou pozorovány již delší dobu, nejsou výsledky dosavadních biologických a biofyzikálních výzkumů v této oblasti zdaleka jednoznačné. Biologické účinky elektromagnetického pole závisí na jeho charakteru, době působení i na vlastnostech organismu. Protože nejsou známy receptory pole (tj. vstupy elektromagnetického pole do organismu), posuzují se tyto účinky jen podle nespécifických reakcí organismu. Každý člověk reaguje na působení elektromagnetického pole jinak, protože jeho adaptační, kompenzační a regenerační možnosti a schopnosti jsou individuální. Mezi nežádoucí vlivy působící na člověka zle považovat nejen přímé působení elektromagnetického pole na jeho pracovišti (obsluha vysílačů, radiolokátorů, výpočetních středisek apod.), ale i dlouhodobé bezděčné působení elektronizovaného životního prostředí zejména doma, kde většina lidí tráví hodiny svého času ve společnosti elektrických a elektronických zařízení (televizní a rozhlasové přijímače, kuchyňské spotřebiče, osobní počítače, mobilní telefony apod.). [15]

Problematikou EMC biologických systémů se zabývají některá výzkumná lékařská pracoviště s cílem posoudit odolnost lidského organismu vůči elektromagnetickým vlivům, mechanismy jejich působení apod. U vysokofrekvenčních a mikrovlonných polí jsou relativně nejvíce objasněny tzv. tepelné účinky, tj. účinky, které se objeví jako výsledek ohřevu tkání vystavených vysokým úrovním polí. Účinky elektromagnetického pole na centrální nervový systém, srdečně cévní, krevtovorný a imunitní systémy se přisuzují tzv. netepelným účinkům, to je déle trvajícím expozicím polí s relativně nízkou výkonovou úrovní. Ani tyto, ani genetické nebo karcinogenní účinky však zatím nebyly jednoznačně prokázány. Všechny tyto skutečnosti v obtížnosti posuzování EMC biologických systému jsou příčinou toho, že v příslušných hygienických normách ve světě existují až řádově velké rozdíly, např. v přípustných dávkách elektromagnetického záření. [15]

V České republice se této problematice týká nově vydaná Vyhláška ministerstva zdravotnictví č. 1/2008 Sb., která s účinností od 30. 04. 2008 stanovuje požadavky pro práci a pobyt osob v elektromagnetickém poli v kmitočtovém rozsahu 0 Hz až 300 GHz, příp. pro optické a laserové záření i do vyšších kmitočtů. Vyhláška požaduje, aby expozice osob elektrickým či magnetickým polem a elektromagnetickým zářením v uvedeném rozsahu kmitočtů byla omezena tak, aby proudová hustota indukovaná v těle, měrný výkon

absorbovaný v těle ani hustota zářivého toku elektromagnetické vlny dopadající na tělo nebo na jeho část nepřekročily stanovené nejvyšší hodnoty. Vyhláška přitom rozlišuje největší přípustné velikosti ozáření u tzv. „zaměstnanců“ a u tzv. „ostatních osob“. V kmitočtové oblasti do 10 MHz se stanovené přípustné hodnoty týkají hustoty indukovaného proudu, v oblasti od 100 kHz do 10 GHz jde o hodnoty měrného absorbovaného výkonu a v pásmu od 10 GHz do 300 GHz se sleduje plošná hustota zářivého toku dopadající elektromagnetické vlny. [15]

2.3.1 Vliv elektrostatického náboje na lidský organismus

Lidské tělo je jedno velké elektrické pole, které je neustále ovlivňováno elektrickými náboji různé intenzity, zejména při kontaktu nebo tření s jinými materiály. K vybití dojde při střetu jednoho náboje s druhým. Příkladem je viditelné a slyšitelné jiskření např. při svlékání vlněných svršku za tmy. Vybití probíhá buď přímou cestou, pomocí ionizace – prostřednictvím okolního vzduchu a jeho nábojů nebo svodem el. nábojů na uzemnění. [6]

Nejběžnější způsob nabití lidského těla je chůze. V průběhu chůze je chodidlo opakovaně přiváděno do kontaktu s podlahovými materiály a následně zase „odpojováno. [21]

Může-li proudit elektrický proud, má každý elektrostatický náboj tendenci k vyrovnání. Je-li vodivý předmět uzemněn, vyrovná se náboj okamžitě. Není-li vodivý předmět uzemněn nebo jedná-li se o nevodivý předmět, zachovává se náboj po delší dobu. Už při práci vsedě vzniká statický náboj až 500 Voltů, v suchém prostředí až 6000 Voltů a více. [6]

Pravděpodobně největším nebezpečím na pracovišti všech firem ale i doma je elektrostatický náboj vznikající na osobách při jejich chůzi, pohybu končetin či třením části oděvu. Osoba tak může dosáhnout napětí proti zemi 5000 – 15000 V. Velmi nebezpečné jsou některé dobře izolující materiály jako molitan nebo polystyren, které se lehce nabíjejí na extrémně vysoká napětí. Další náboje pak vznikají neustále i jen pohybem člověka na posteli nebo pod přikrývkou. [6]

V důsledku chemických reakcí, které probíhají v lidském organismu jako součást běžných tělesných funkcí protékají lidským tělem elektrické proudy velmi malých hodnot. Většina biochemických reakcí, počínaje zažíváním mozkovou aktivitou konče, je provázána pohybem elektricky nabitých částic. Také naše srdce je elektricky aktivní, a jeho aktivitu mohou tak lékaři sledovat pomocí elektrokardiogramu. [6]

Nízkofrekvenční elektrická pole působí na lidské tělo stejně jako na každou jinou látku, v jejíž struktuře se nacházejí nabitě částice. Při působení těchto polí na lidské tělo se na jeho povrchu přemísťují elektrické náboje. Může vznikat tzv. elektromagnetická přecitlivělost a zni pramenící různé zdravotní potíže. [6]

Lidské tělo je schopno nakumulovat až 30000 V statické elektřiny. Není proto divů, že takovéto vysoké napětí má negativní vliv na psychickou stránku člověka. Člověk je nervózní, rozrušený, doslova prožívá citelné napětí a následně vznikající stres organismu. Proto je důležité tělo zbavovat tohoto napětí a udržovat hodnotu elektrostatického nabití na co možná nejnižší hodnotě.

Nepříznivý vliv různých patogenních dráždivých elektrických polí se neprojeví na člověku okamžitě, ale až za 2 a více let podle síly negativního vyzařování. [6]

V organismu může docházet k těmto negativním jevům:

- Mění se tlak a elektrické poměry v buňce, vzniká pocit chladu a průvanu s předpoklady pro vznik revmatismu. [6]
- Vznikají pocity malátnosti, únavy, smutku, studených nohou, návalu krve do hlavy, rušivého působení na nervový a oběhový systém a dochází ke zpomalení hojivých procesů.
- Dochází ke změnám bioelektrické činnosti mozku a činnosti štítné žlázy, poruchám srážlivosti krve, k patologickým změnám cév a krevního oběhu, zvýšení potivosti, bolesti hlavy, bázlivosti, neklidu apod. [6]

2.3.2 Vliv elektrostatického náboje na organismus hmyzu

Hmyz může získat náboj z tření během letu, kontaktu s povrchem či při chůzi. Dochází k nabití částic na jeho pokožce nebo převodu iontů přes pokožku prostřednictvím kožních žláz a pórů kanálů. [6]

Akumulace elektrostatického náboje u hmyzu je velmi důležité k opylování rostlin. Již v roce 1929 byl publikován článek o elektrických vlastnostech hmyzích chloupků.

V poslední době dochází ke stále častějšímu zkoumání účinků elektrostatických nábojů na chování hmyzu. Výzkumy přináší celou řadu poznatků využitelných v různých odvětvích. Tyto poznatky využívají včelaři při zkoumání chování včelstev. Na základě těchto výzkumů dokáží již lépe pochopit vlivy, které na včely působí. Jejich citlivost vůči počasí, elektrické předávání informací, elektrické navigaci apod. [20]

Akumulaci statického náboje taktéž dochází k přenášení patogenních hub z hmyzu na pokožku hostitele (například člověka).

Tohoto jevu lze v budoucnu využít k tvorbě nových bio elektrických pastí, kdy dojde vlivem přilnavosti k přenosu pesticidů jak na létací tak nelétající hmyz. [20]

3 NORMA ČSN EN 61 340-5-1

Tato norma se zabývá požadavky nutnými pro navržení, sestavení, zavedení a udržování programu potlačování elektrostatického výboje (EDS), který se vztahuje na výrobu, zpracování, sestavování, instalování, balení, opatření štítky, provádění servisu, zkoušení, kontrolování, přepravování nebo jinou manipulaci s elektrickými nebo elektronickými díly, sestavami a přístroji citlivými na poškození elektrostatickým výbojem větším než nebo shodným s výbojem 100 V modelu lidského těla. Tato norma popisuje požadavky na program potlačování ESD, které jsou nezbytné pro sestavení programu pro manipulaci se součástkami citlivými na ESD (ESDS), založenému na historické zkušenosti vojenských i obchodních organizací. Důležité zásady potlačování ESD, které tvoří základ této normy, jsou následující: [19]

- zabránit výboji z libovolného nabitého vodivého objektu (osoby a zejména zařízení pro automatickou manipulaci) do ESDS
- zabránit výboji z libovolné nabitě součástky citlivé na ESD
- obaly chránící proti ESD pro citlivé předměty mimo vyhrazený prostor s ochranou proti elektrostatickému výboji [19]

3.1 Obaly stanovené normou ČSN EN 61340-5-1

Ochranný ESD (elektrostatický výboj) obal a označení obalu musí odpovídat smlouvě se zákazníkem, objednavce, výkresu nebo jiné dokumentaci. Pokud smlouva, objednávka, výkres nebo dokumentace nestanoví ochranný ESD obal, musí organizace v rámci plánu stanovit požadavky na ochranný ESD obal pro předměty ESDS. [19]

Obal pokud je požadován, musí být stanoven pro veškerý pohyb materiálu v rámci chráněných oblastí, mezi pracovními místy, mezi provozními servisními operacemi a k zákazníkovi. [19]

Tab. 6. Obal [19]

Technický požadavek	Předměty pro potlačování ESD	Zkušební metoda (viz Poznámku 2)	Požadovaný rozsah
Obal	Statically disipativní	IEC 61340-2-3	$1 \times 10^5 \leq R_s \leq 1 \times 10^{11} \Omega$ (viz Poznámku 1)
	Vodivé	IEC 61340-2-3	$1 \times 10^2 \leq R_s < 1 \times 10^5 \Omega$
	Izolující	IEC 61340-2-3	$R_s \geq 1 \times 10^{11} \Omega$
	Stínící před výbojem (sáčky)	ANSI/ESD STM 11.31	< 50 nJ
POZNÁMKA 1 Viz IEC 61340-2-3. Měření se provede postupem pro měření povrchové rezistance (R_s).			
POZNÁMKA 2 Pro kvalifikaci vyrobených obalových materiálů by zkušební podmínky prostředí měly být 12% relativní vlhkosti a 23°C.			

Sortiment výroby Otrokovických papíren je výroba hladké strojní lepenky, která se ve velké míře využívá jako obalový materiál. Asi 30 % veškeré výroby je určeno pro kartonážní zpracování – výroba krabic a krabiček všech možných druhů a velikostí.

Využití lepenky Otrokovických papíren odběrateli:

- prokladový materiál (supermarkety, konzervárny, automobilový průmysl)
- výroba papírových dutinek
- stavební panely
- kartonáž (krabice na obuv, bižuterii, jogurty, máslo, vína, čela vysavačových sáčků...)
- výroba papírových lopatek pro majitele psů
- výroba obalů pro pyrotechniku
- knihařství
- malířské práce – ochranný materiál
- tepelná izolace
- nábytkářství

Stanovení vlastností obalu (lepenky) dle parametru ČSN EN 61340-5-1 v Otrokovických papírnách, a.s. bude provedeno v praktické části.

4 OTROKOVICKÉ PAPIRNY, A.S.

Otrokovické papírny byly založeny Tomášem Baťou v roce 1932 jako součást jeho obuvnických závodů. Výroba byla zaměřena především na potřeby obuvnického průmyslu. V pozdějších letech vyráběly papírny pod hlavičkou obuvnického gigantu SVIT. Úspěšný rozvoj firmy umožnil postupné rozšíření sortimentu výrobků v oblasti obalové techniky. [2]

V roce 1994 proběhla privatizace a Otrokovické papírny se staly akciovou společností. O rok později vznikly, vyčleněním z Otrokovických papíren, firmy Cardboard, s.r.o. a Pokart. Všechny tři firmy úzce spolupracovaly na výrobě lepenky, kartonáže a krabic.

Od roku 2004 Otrokovické papírny a.s. vyrábí pouze hladkou strojní lepenku. Modernizací výroby a nákupem nových technologií udržují papírny krok se současnými evropskými trendy ve výrobě lepenek. [2]

Otrokovické papírny a.s. jsou největším výrobcem hladké strojní lepenky v České republice. V říjnu roku 2000 byla společnost Otrokovické papírny a.s. certifikována v rámci systému managementu jakosti normou ISO9001. Firma je rovněž oprávněna používat ochrannou známku ECO-PACK a znak plné recyklovatelnosti RESY. [2]

4.1 Výrobní sortiment

Druhy hladkých strojních lepenek vyráběných v Otrokovických papírnách, a.s.:

- Hladká strojní lepenka vyráběná v plošných hmotnostech od 250 do 1000 g/m². Vyrábí se ze sběrového papíru. Lepenka není určena pro přímý styk s poživatinami.
- Možnost další úpravy lepenky jsou strojní hlazení, klížení, barvení nebo škrobení.
- Lepenka se dodává v arších nebo rolích: Role se vyrábějí v šíři od 190 mm do 2250 mm. Maximální průměr role je 1250 mm. Role jsou s dutinkou o průměru 70, 76, 150 a 305 mm.
- Standardní rozměry archu jsou 1200 x 800 mm, 1150 x 750 mm a 1000 x 700 mm. Veškeré rozměry lze upravit dle přání zákazníka. Maximální rozměr archu je 2250 x 1510 mm, minimální rozměr 380 x 200 mm.

Druhy vyráběných lepenek:

Tab. 7. Druhy vyráběných lepenek

Druhy vyráběných lepenek
bílo-šedá lepenka
bílo-hnědá lepenka
zeleno-šedá lepenka
zeleno-hnědá lepenka
modro-hnědá lepenka
žluto-hnědá lepenka
hnědo-hnědá lepenka
hnědo-hnědá barvená lepenka
šedo-šedá lepenka
šedo-šedá světlá lepenka
šedo-hnědá světlá lepenka
proložková lepenka

4.2 Výrobní postup**4.2.1 Krok číslo 1 – příprava sběrového materiálu**

Prvním krokem výrobního postupu je zacílení na zanášku sběrového materiálu. Jde o nejdůležitější krok často rozhodující o kvalitě vyráběného materiálu. Špatná zanáška může způsobit znehodnocení celé zakázky.

Třídění sběrového materiálu:

Tab. 8. Druhy sběrových materiálů

Druhy sběrových materiálů		
Kódové označení	Název směsy	Charakteristika směsy
A2 - 1.02	Smíšené papíry a lepenky tříděné:	Směs různých druhů papírů a lepenek, obsahující nejvíce 40% novin a časopisů.
B3 - 1.03	Šedá lepenka:	Potištěna a nepotištěna šedá lepenka s bílou vrchní vrstvou nebo bez ni, nebo smíšené lepenky, bez vlnitého materiálu.

A5 - 1.05	Použité obaly z vlnité lepenky:	Použité obaly z vlnité lepenky, použité krabice, bedny a archy vlnité lepenky různé kvality.
C2 - 3.02	Směs odřezků bezdřevých tiskových papírů, světlých barev:	směs odřezků tiskových papírů barvených ve hmotě, světlých barev, obsahující nejméně 90% bezdřevých papírů.
C19 - 3.18	Bílé bezdřevé nenatírané odřezky:	odřezky a archy bílého nepotíštěného bezdřevého papíru bez natíraných papíru a bez lepidel.

Zanášku sběrového materiálu je potřeba řádně naplánovat dle zadaného rozpisu výroby. Ten může být velmi rozmanitý, plošná hmotnost (podíl hmotnosti papíru na jednotku plochy) se může pohybovat od 280 g/m² až do 1000 g/m². Každá plošná hmotnost však vyžaduje jinou, naprosto odlišnou skladbu zanášky materiálu. Např.: plošná hmotnost 280 g/m² – při této výrobě se využívají suroviny s krátkým vláknem a to materiály, které byly již několikrát zpracovány např. smíšené papíry (např. sběr materiálu ze škol), lepenky tříděné, vratný odpad (materiál vyřazený při výrobě od kartónového stroje) apod. U plošné hmotnosti 1000 g/m² – při této výrobě se využívají suroviny s dlouhým vláknem (umožňují lepší odvádění vody při výrobě) jakými jsou: použité obaly z vlnité lepenky, smíšené papíry a lepenky tříděné.

Lepenka se skládá ze šesti vrstev, a to z vrstev krycích – lícová, rubová a vrstev tvořících střed lepenky.

K přípravě materiálu pro kartonový stroj slouží přípravná látka tzv. velká linka (VL). Úkolem VL je rozvláknění materiálu na vodo-látku a rozložení materiálu na jemná dřevní vlákna a vláknité shluky tzv. flokuly.

4.2.2 Přípravná látka - velká linka

Slouží k výrobě prostředních vrstev materiálu. Používané materiály: smíšené papíry, kartóny, lepenky, noviny, tříděné lepenky, školní sběry, skartace.

Složení linky:**Vířivý rozvlákňovač – označení VV36:**

Pracovní obsah rozvlákňovače = 17m^3 . Do horní části rozvlákňovače je pomocí dopravního pásu přiváděn daný typ sběrového materiálu a ředící voda. Ve spodní části rozvlákňovače je umístěn horizontální rotor (osmi-ramenný nožový rotor) sloužící k rozvlákňování přiváděného materiálu na vodo-látku. Hmotnostní podíl této vodo-látky je 3 až 5g materiálu na 1 l užitkové vody.

Rozvlákňování je mechanický proces, při němž se odvodněné nebo vysušené vláknité suroviny (např. sběrový papír) intenzivním hnětením nebo turbulencí za většího nebo menšího přídavku vody uvolňují na jednotlivá vlákna nebo malé shluky. [16]

Takto rozvlákňovaný materiál prochází přes nerezové síto s průměry ok 8 mm. To zajistí konstantní velikost všech prošlých částic látky. Pokud materiál obsahuje hrubé nečistoty jako (kameny, železo, plechové spony, plasty apod.) jsou pomocí odstředivé síly vystředěny na okraj rozvlákňovače a v časových cyklech za pomoci periodického separátoru odklizeny mimo hlavní zařízení. Čistý a řádně rozvlákňovaný materiál prochází přes spodní síto do zásobní nádrže k další úpravě.



Obr. 4. Vířivý rozvlákňovač VV 36,
v popředí třídící buben periodického
separátoru

Vířivý dovlákňovací tříděč - označení VDT

Zařízení slouží k dovlákňování materiálu na jemná vlákna přicházejícího ze zásobních nádrží od vířivého rozvlákňovače a odstraňuje jemné nečistoty, které prošly sítem na vířivém rozvlákňovači.

Hlavní součástí tohoto zařízení je jemné síto, na jehož vnější i vnitřní straně je uložen 4listý nožový rotor. Materiál prochází sítím, které zachytává jemné nečistoty obsažené v látce. Čistý materiál prochází sítím k další úpravě a nečistoty, které neprojdou daným sítím s průměrem 1,8 mm jsou odsáty do vířivého separátoru výplivu (VSV).

Vířivý separátor výplivu - označení VSV

Zařízení slouží k oddělení zbytku papíroviny od nečistot pomocí 4listého nožového rotoru s jemným nerezovým sítím. Nečistoty, které jsou již řádně odděleny od vláken odchází do vibračního třídiče a zde jsou shozeny do odpadu. Vlákna, která zde byla separována se vrací do zásobní nádrže. [17]

Zahušťovací buben

Materiál přicházející z předchozích technologických kroků je přiveden na zahušťovací buben, kde dojde k odvodu přebytku technologické vody a zahuštění materiálu.

Kotoučový mlecí stroj

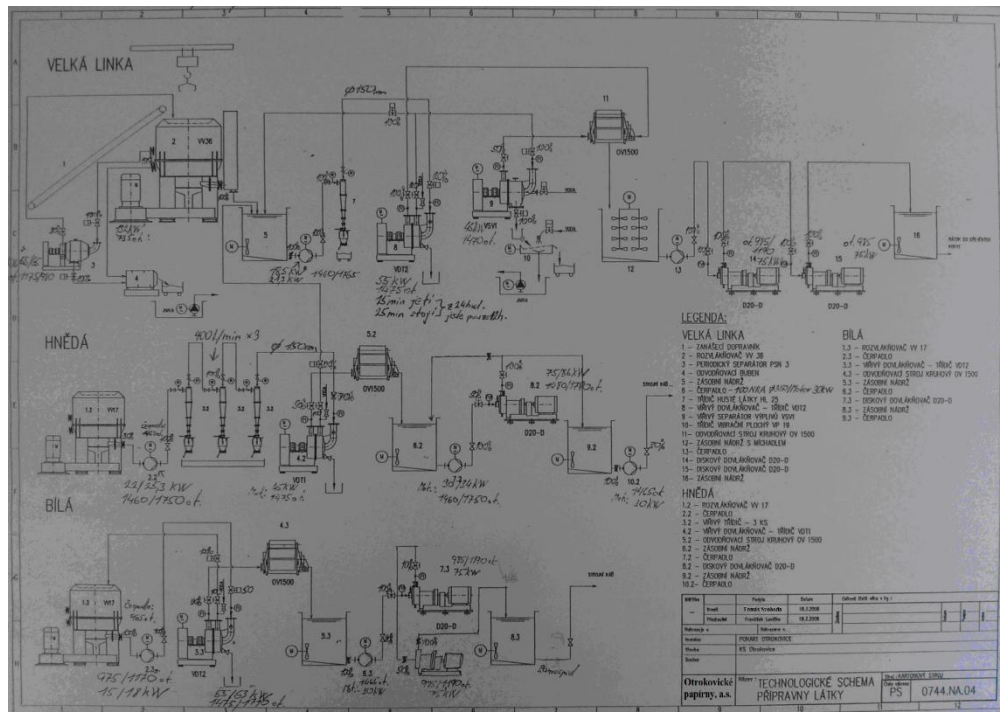
Dalším zařízením sloužícím ke zkvalitnění vodo-látky je kotoučový mlecí stroj. Charakteristickým znakem těchto zařízení je mlecí kotouč upevněný na hřídeli společně s motorickou jednotkou. K tomuto vnitřnímu kotouči přiléhá vnější nepohyblivý kotouč. Přisazování se provádí axiálním posuvem rotoru. Mlecí nebo rafinační kotouče jsou sestaveny ze segmentu, které se připevňují šrouby na ocelolitinové základové kotouče. Mlecí segmenty jsou různým způsobem profilovány podle účelu použití. Mezera mezi mlecími kotouči se směrem ke středu zvětšuje a umožňuje tak dobrý přístup vlákniny, která je přiváděna středem stacionárního kotouče. Podle účelů použití se mlecí segmenty rozdělují na: jemné fibrilátory, jemné rafinátory, universální segmenty. Úkolem těchto zařízení je dovláknění papíroviny a prodloužení vláken. [16]

Zásobní nádrže na materiál

Nádrže slouží k vytvoření zásob materiálu (vodo-látky) na dobu cca 2 hodin (dle vyráběného sortimentu). Celkem jsou k dispozici dvě zásobní nádrže na materiál. Kapacita jedné nádrže je 32000 l.

Ze zásobních nádrží je materiál pomocí odstředivých čerpadel přiváděn do dávkovacích kádí. Dávkovací kádě jsou opatřeny korečkovými koly, která materiál přesně dávkuje

v potřebném objemu na kartónový stroj. Před samotným vstupem na KS je vodo-látka ještě naředěna na 0,3 až 0,5 g vláken na 1 l vody, z důvodů lepší následné manipulace.



Obr. 5. Technologické schéma přípravy látky

4.2.3 Přípravná látka - malá linka

Přípravná látka slouží k výrobě krycích vrstev (líc, rub). Používané materiály: bílé bezdřevé nenatírané odřezky, směs odřezků bezdřevých tiskových papírů světlých barev, hnědé lepenky, šedé lepenky.

Ve svém strojním složení je malá linka téměř totožná s linkou velkou, kapacitně má však výrazně nižší výkon.

Složení linky:

Vířivý rozvláknovač – označení VV 17

Pracovní obsah rozvláknovače 1,7 m³. Do horní části rozvláknovače je pomocí obsluhy shazován sběrový materiál a přidávána ředící voda. Ve spodní části rozvláknovače je umístěn horizontální rotor (šesti-ramenný nožový rotor) sloužící k rozvláknění přiváděného materiálu na vodo-látku a jemné síto s průměry ok 6 mm. Rozvláknění je mechanický proces, při němž se odvodněné nebo vysušené vláknité suroviny

(např. sběrový papír) intenzivním hnětením nebo turbulencí za většího nebo menšího přídavku vody uvolňují na jednotlivá vlákna nebo malé shluky (papírenská příručka).

Používaný materiál je již vyšší kategorie a neobsahuje takové množství nečistot jako materiál na velké lince. Tomu jsou přizpůsobeny třídiče, které již nemusejí pracovat s tak velkým množstvím nečistot. Využívají se písečníky - zařízení na principu odstředivých a gravitačních sil.

Vířivý odvláknovací třídič - označení VDT

Zařízení sloužící k domílání materiálu a odstranění jemných nečistot. Hlavní součástí tohoto zařízení je jemné síto, na jehož jak vnitřní tak venkovní straně je uložen 4listý nožový rotor, sloužící k jemnému dovláknění materiálu. Všechny nečistoty, které neprojdou daným sítem s průměrem ok 1 mm jsou odsáty do vířivého separátoru výplivu (VSV).

Vířivý separátor výplivu - označení VSV

Zařízení slouží k oddělení zbytku papíroviny od nečistot pomocí 4listého nožového rotoru s jemným nerezovým sítem. Nečistoty, které jsou již řádně odděleny od vláken, odchází do vibračního třídiče a zde jsou shozeny do odpadu. Vlákna, která zde byla separována, se vrací do zásobní nádrže. [17]

Zahušťovač

Materiál přicházející z předchozích technologických kroků je přiveden na zahušťovací buben, kde dojde k odvodu přebytku technologické vody a zahuštění materiálu.

Kotoučový mlecí stroj

Dalším zařízením sloužícím ke zkvalitnění vodo-látky je kotoučový mlecí stroj. Charakteristickým znakem těchto zařízení je mlecí kotouč upevněný na hřídeli společně s motorickou jednotkou. K tomuto vnitřnímu kotouči přiléhá vnější nepohyblivý kotouč. Přisazování se provádí axiálním posuvem rotoru. Mlecí nebo rafinační kotouče jsou sestaveny ze segmentu, které se připevňují šrouby na ocelolitinové základové kotouče. Mlecí segmenty jsou různým způsobem profilovány podle účelu použití. Mezera mezi mlecími kotouči se směrem ke středu zvětšuje a umožňuje tak dobrý přístup vlákniny, která je přiváděna středem stacionárního kotouče. Podle účelů použití se mlecí segmenty

rozdělují na: jemné fibrilátory, jemné rafinátory, universální segmenty. Úkolem těchto zařízení je dovláknění papíroviny a prodloužení vláken. [16]

Zásobní nádrže na materiál

Nádrže slouží k vytvoření zásob materiálu (vodo-látky) na dobu cca 4 hodin (dle vyráběného sortimentu). Celkem jsou k dispozici dvě zásobní nádrže na materiál. Kapacita obou nádrží je 40000 l.

Ze zásobních nádrží je materiál pomocí odstředivých čerpadel přiváděn do dávkovacích kádí. Dávkovací kádě jsou opatřeny korečkovými koly, která materiál přesně dávkuje v potřebném objemu na kartónový stroj. Před samotným vstupem na KS je vodo-látka ještě naředěna na 0,3 až 0,5 g vláken na 1 l vody, z důvodů lepší následné manipulace.

4.2.4 Kartónový stroj

Kartónový stroj byl vyroben a dodán na zakázku firmou Voith na počátku 30 let pro p. Tomáše Baťu. Již v roce 1932 byl plně funkční a v tehdejší době patřil na špičku v oblasti papírenské výroby. Do roku 1997 zůstal téměř v nezměněném stavu. Avšak v roce 1997 při rozsáhlých záplavách došlo k poškození pohonu. Ten byl nahrazen moderním počítačem řízeným systémem. Došlo také k drobné modernizaci některých částí kartónového stroje, jako např.:

- výměna původních bronzových nanášecích sít za síta plastová – výrazné prodloužení životnosti sít, zvýšení mechanické odolnosti
- výměna sacích válců za odsavače šterbinové – zjednodušení procesu odsávání přebytku vody
- výměna přírodních plstěnců za plstěnce syntetické – zvýšení mechanické odolnosti a savosti, výrazné prodloužení životnosti
- uzavření vodního okruhu – zastavení vypouštění papírenských kalů do městské čističky, snížení spotřeby vody na výrobu jednoho kg lepenky ze 14 l / kg na 4 l / kg
- instalace měřicího rámu - do roku 2008 bylo veškeré měření výstupních veličin prováděno nárazově obsluhou nebo v určitých cyklech laboratoří. Toto měření bylo velmi přesné, avšak časově náročné a získané hodnoty tak leckdy ztrácely na aktuálnosti. Měřicí rám dokáže provádět kontinuální měření v celém příčném

profilu kartonového stroje a výsledky měření jsou ihned k dispozici obsluze, která na jejich základě může provádět okamžité operace.

Přes všechny modernizační prvky – zůstala původní konstrukce kartonového stroje v nezměněném stavu. Výraznou modernizaci prošly pouze linky na přípravu materiálu.



Obr. 6. Panoramatická fotka kartonového stroje

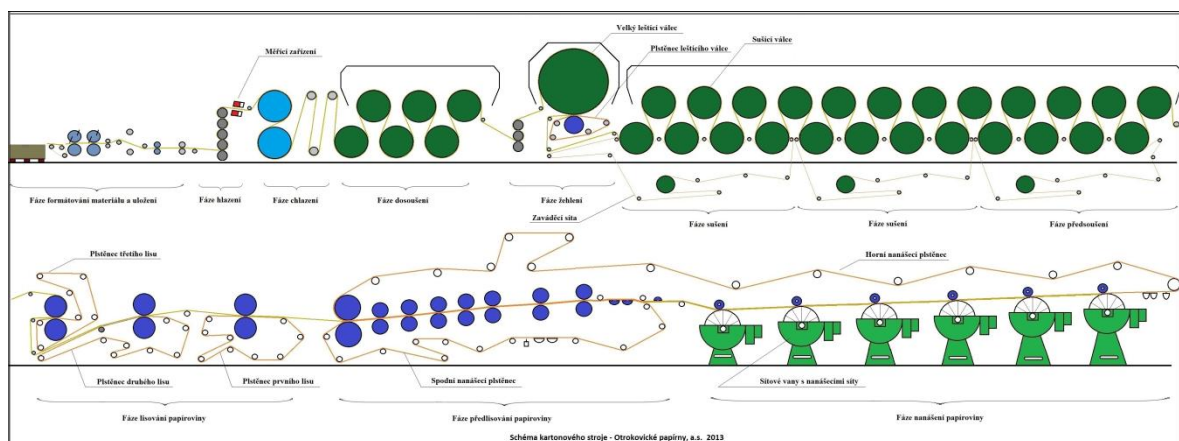
4.2.4.1 *Kartonový stroj a jeho základní části*

Kartonový stroj je tvořen z těchto částí:

- Šesti kulatými síty každé o obvodu 3200 mm a šířkou 3000 mm.
- Šesti mokřými nátokovými vanami opatřenými stabilizačními komorami.
- Přívod materiálu je tvořen trojicí splavovacích koryt. Krajní koryta slouží k přivádění materiálu pro lícovou a rubovou vrstvu. Lícové vrstvě je přidělené poslední šesté kulaté síto. Pro rubovou vrstvu je přidělené první kulaté síto. Pro výrobu střední vrstvy lepenky je používáno prostřední splavovací koryto z něhož se materiál rozvádí na 2, 3, 4 a 5té kulaté síto.
- Materiál je z těchto sít snímán syntetickými plstěnci od firmy Rodewisch, v minulosti to byly přírodní vlněné plstěnce. Délka snímacího plstěnce je 54 x 2,5 m.
- Kartonový stroj má 7 předlisových válců – určených pro pozvolné vylisování obsažené vody.
- Čtyřmi štěrbinovými odsavači – určené pro odsátí přebytků vody jak z materiálu, tak ze snímacího plstěnce.
- Jedním gaučovým lisovým válcem – určený pro odvádění přebytečné vody – materiál musí mít po opuštění tohoto válce minimálně 30 % sušinu z důvodů ručního zavádění do lisových partií. V případě nedosažení předepsané sušiny dojde k rozpadnutí lepenkového pásu.

- Třemi lisovými válci, z nichž třetí je ofsetový – určené pro maximální vylisování přebytků vody. První lisový válec vylisuje materiál na cca 38 % sušinu. Druhý na cca 40 % sušinu a třetí ofsetový válec na cca 45 % sušinu přičemž dojde k zahlazení lícového povrchu.
- První pedsoušecí partií – je tvořena čtyřmi páry válců, které jsou převážně vyhříváné blaidovými párami. Každý válec má upravenou vzestupnou teplotu. První válec dosahuje teploty 30°C, druhý 40°C, třetí 50°C, čtvrtý 60°C, pátý 70°C, šestý 80°C, sedmý 90°C, osmý 100°C. Takhle odstupňované teploty zajišťují pozvolnou sušící křivku a správné vysoušení materiálu.
- Druhou sušící partií – je tvořena čtyřmi páry válců vyhříváných ostrou párou o teplotě 160°C. Zde dochází k maximálnímu vysoušení materiálu, kdy sušící válce jsou vytopeny na cca 120°C. Horká pára ohřeje sušící válce – předá jím část své teploty a zkondenzovaná se vyvádí z válců.
- Třetí sušící partií je tvořena čtyřmi páry válců vyhříváných ostrou párou o teplotě 160°C. Zde dochází k maximálnímu vysoušení materiálu, kdy sušící válce jsou vytopeny na cca 120°C. Horká pára ohřeje sušící válce – předá jím část své teploty a zkondenzovaná se vyvádí z válců.
- Velkým leštícím válcem – materiál ze třetí sušící partie je přiveden na tento velký válec (o průměru 4 m). Vlivem vlhkosti materiálů, teplotou válce a dlouhým kontaktem materiálu s plochou válce dochází k „vyžehlení“ lícové vrstvy.
- Malým kalandrem – těžké kovové lisové válce (3 ks) určené k rozlisování nerovností v celém příčném profilu materiálu.
- Dosoušecí partií - je tvořena třemi páry válců vyhříváných ostrou párou. Obsluha zde může regulovat teplotu jednotlivých válců tak, aby výsledná vlhkost materiálu odpovídala podnikové normě, nebo požadavkům jednotlivých zákazníků.
- Měřícím rámem – zařízení dokáže provádět kontinuální měření v celém příčném profilu kartónového stroje. Měřící rám se skládá ze dvou měřících hlav. Hlava první - provádí měření na bázi radiace – kontrola plošné hmotnosti. Hlava druhá – provádí měření na bázi mikrovlnného záření – kontrola vlhkosti materiálu. Výsledky měření jsou obsluze ihned k dispozici na obrazovce PC. Dochází k rychlé a přesné výstupní kontrole.

- Velkým kalandrem – těžké kovové lisové válce (5 ks) určené k rozlisování posledních nerovností v celém příčném profilu materiálu.
- Podélnými noži – určené k podélnému řezání materiálu. Možnost uložení až 8 nožů vedle sebe.
- Sekacím zařízením – skládající se ze dvou na sobě nezávislých příčných nožových hřídelí. Sekací zařízení provádí příčný sek a tím vzniká arch o velikostech v rozmezí od 38 cm do 151 cm.
- Ukládacím zařízením – slouží k ukládání hotových archů na palety do předepsané výšky. Po dosažení této výšky jsou archy vyvezeny mimo prostor kartónového stroje, kde dojde k jejich zabalení do strečové fólie a stažení ráfovacími páskami. Takto zabalený materiál je převezen na sklad, kde čeká na vyexpedování k zákazníkovi.



Obr. 7. Technologické schéma kartónového stroje

4.2.4.2 Technické parametry kartónového stroje

Výkon: cca 2 t / hod.

Rychlost: od 14 m / hod. do 33 m / hod.

Pracovní šířka: 226 cm

Spotřeba páry: cca 12 GJ / hod.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 VZNIK ELEKTROSTATICKEHO NÁBOJE PŘI VÝROBĚ HLADKÉ STROJNÍ LEPENKY V OTROKOVICKÝCH PAPIRNÁCH

Papírenská výroba patří mezi výrobní odvětví, kde dochází k nepříznivému působení elektrostatického náboje. Velikost náboje se mění v závislosti na různých druzích plošných hmotností a na vlhkosti vyráběného materiálu. Vlivem akumulace elektrostatického náboje v lepenkovém pásu dochází k vytvoření elektrostatického napětí mezi lepenkou a jejím okolím. Toto napětí vede ke spontánnímu elektrostatickému výboji, což je náhlý a krátkodobý elektrický proud mezi dvěma objekty s různým elektrickým potenciálem v Otrokovických papírnách, a.s. zvukově i vizuálně patrný na konci kartónového stroje v pracovní oblasti velkého kalandru.



Obr. 1. Velký kalandr - fáze hlazení lepenky

Výboje svou intenzitou již zapříčinili celou řadu drobných úrazů a poškodily některé druhy dříve instalovaných zařízení. Jednalo se například o zařízení:

- digitální počítač archů
- měřící zařízení na kontrolu plošné hmotnosti
- několik druhů ručních měřících zařízení na kontrolu vlhkosti materiálů
- problémy s přenosem signálu u kamerového systému

Nepříznivý vliv vysoké hodnoty elektrostatického náboje se projevuje i při samotném vrstvení vyrobených lepenkových archů ve strojním ukladači, kde dochází k přilepování archů mezi sebou a následné zhoršené manipulaci.

Negativní vliv elektrostatického náboje se projevuje taktéž na obsluze kartónového stroje, a to především při fyzickém kontaktu s lepenkovým pásem. Dochází zde k častým

elektrostatickým výbojům znepríjemňující personálu jeho každodenní práci. Ojedinelé dochází k drobným úrazům vlivem leknutí, kdy takto zasažený člověk provede neřízený pohyb svým tělem, nebo končetinou a může se poranit o některou z částí kartónového stroje (dále jen KS).

Popis pracovních činností, při kterých přichází obsluha KS do kontaktu s lepenkovým pásem:

- nastavování podélných nožů
- zavádění lepenkového pásu při přetrhu do kartónového stroje
- zavádění neprodejného souběhu do drtícího ventilátoru
- ruční zavádění lepenkového pásu na železné tambory – při výrobě rolí
- ruční zavádění do sekacího zařízení (příčný sek)

Cílem práce je:

- zmapovat místa výskytu elektrostatického náboje na KS
- změřit hodnoty elektrostatického náboje při různých druzích výroby hladké strojní lepenky
- pokusit se najít příčiny vzniku elektrostatického náboje a rozčlenit vyráběnou lepenku podle velikosti vyskytujícího se elektrostatického náboje
- rozdělit KS na části bez výskytu elektrostatického náboje a místa s výskytem elektrostatického náboje
- najít technické řešení k jeho eliminaci a snížit tak riziko vzniku pracovních úrazů a nebezpečí vzniku požáru

Prostředky měření:

- Měřicí rám – slouží pro kontinuální měření celého příčného profilu lepenkového pásu, vyhodnocuje plošnou hmotnost a vlhkost materiálu (orientační měření).
- Ruční měřicí přístroj Simco – pro měření elektrostatického náboje na povrchu lepenky.
- Ruční měřicí přístroj Richmond – pro měření povrchové rezistivity na povrchu lepenky.
- Ruční měřicí přístroj Fluke 62 – pro měření povrchové teploty povrchu lepenky.

- Laboratoř Otrokovických papíren – měření sušiny lepenky, kontrola absolutní vlhkosti lepenky, kontrola plošné hmotnosti lepenky, tloušťky lepenky, stanovení obsahu popela v lepence.
- Digitální fotoaparát Nikon D3100 – zachycení elektrostatických výbojů na KS při výrobě hladké strojní lepenky.
- Digitální kamera Gopro – pořízení záznamu v HD rozlišení.

Postupy při získávání informací

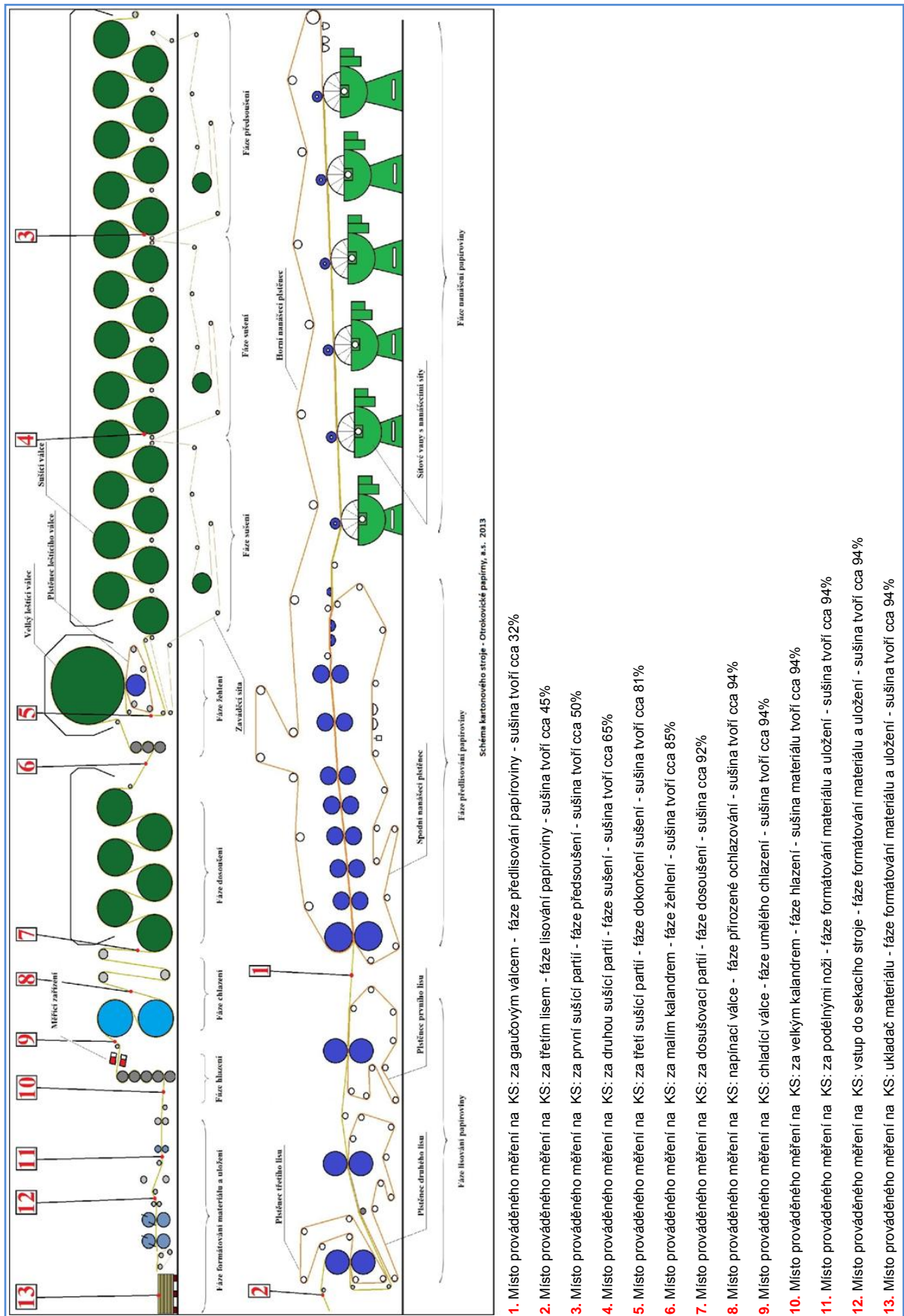
Aby veškeré provedené měření bylo co možná nejpřesnější, byly stanoveny zásady měření.

Místo měření: na kartónovém stroji bylo vytipováno 13 měřících míst. Místa byla vybrána dle zkušenosti technologa s ohledem na bezpečnost. Veškerá ruční měření byla provedena 50 cm od levého okraje (dle směru jízdy KS) lepenkového pásu. Vzorky pro laboratorní rozbor byly odebrány v souladu s příslušnou normou.

Každá měřená zakázka dostala své měřicí číslo označené jako **číslo odběru** - celkem provedeno 24 měření. Měření probíhalo v rozmezí od 23.10.2012 do 16.11.2012 v různých časových hodinách (od 6:50 do 22:15) dle výrobního programu lepenky. U každého měření došlo k odebrání vzorku lepenky jednak pro laboratorní rozbor a jednak pro archivaci. Zároveň byl pořízený grafický záznam z měřicího rámu. Záznamy z ručních měřících přístrojů byly zapsány do připraveného formuláře.

Vyráběný sortiment hladké strojní lepenky se pohybuje od 280 g/m² do 1000 g/m², proto i následné seřazení výsledků je vzestupně dle plošné hmotnosti.

Pořízení **fotodokumentace a videodokumentace** – sloužilo k zachycení elektrostatických výbojů a možnosti jejich následné analýzy.



Obr. 2. Schéma kartónového stroje s označením míst měření

5.1 Charakteristika přístrojů a postupů použitých při měření

5.1.1 Měření elektrostatického náboje

Měření elektrostatického náboje bylo prováděno pomocí ručního měřicího přístroje Simco - Hand.e.stat electrostatic fieldmeter. [7]



Obr. 3. Simco
Hand.e.stat electrostatic
fieldmeter

Charakteristika přístroje

Kapesní Simco-Ion Model 775 Fieldmeter je určen pro lokalizaci a měření statického náboje pro produkty, lidskou obsluhu a vybavení. Model je vybaven bezdotykovým stabilizovaným senzorem a světelným paprskem k zajištění správného měření elektrostatických polí ve všech oblastech. Výše uvedený model je napájen 9 V baterií. Příslušenství tvoří odolné pouzdro a propojovací počítačový konektor. [7]

Funkce:

- Digitální displej
- Vzdálenost rozmezí světla
- Chopper-stabilizace okruhu
- HOLD funkce
- Požadované napájení: 9 V (alkalické baterie)
- Displej: 3,5cm místný výškou 1cm
- Indikátor: automatická změna polarity, indikátor slabé baterie " BAT "
- Rozsah: 0-19.99 kV ($\pm 5\%$)
- Odpověď: digitální displej aktualizace 3 krát za sekundu.

- Ovládání: On / Off posuvným přepínačem, Měření / Hold tlačítko, Zero Knob.
- Výstup: analogový výstup s frekvencí 5 Hz + miniaturní jack poskytování ± 1 V odpovídá ± 10 V.
- Velikost: šířka 6cm x tloušťka 3,2 cm x délka 10,5 cm
- Hmotnost: 141g (včetně baterie)
- Výrobce: SIMCO USA [7]

5.1.2 Měření povrchové rezistivity materiálu

Spolu s přístrojem na měření elektrostatického náboje byl používán i přístroj na měření povrchového odporu materiálu. [8]



Obr. 4. Richmond
surface resistance
checker

Charakteristika přístroje

Surface Resistance Checker je přenosný bateriový přístroj vybaven vestavěnými paralelními elektrodami, které umožňují měření povrchového odporu materiálu. Přístroj je určen pro rychlou kontrolu povrchového odporu a pro ESD kontrolu. Povrch přístroje je vybaven automatickým vizuálním indikátorem měřeného napětí. Měřicí rozsah přístroje je od 10 V do 100 V. [8]

Funkce:

- Kontrola povrchu: vodivého, izolačního
- Barevné značení LED diodami
Testy měření začínají na 10 voltech a automaticky se přepínají až na hodnotu 100 voltů
- Po ukončení vyhodnocení, zůstane svítit nejvyšší naměřená hodnota.
- Požadované napájení: 9 V (alkalické baterie)
- Indikace stavu baterií
- Zařízení je kalibrované – schváleno Národním institutem pro normalizaci a technologie
- Výrobce: Richmond, USA [8]

5.1.3 Měření plošné hmotnosti a vlhkosti

Hodnoty plošné hmotnosti a vlhkosti byli získány z měřicího a řídicího systému Optipa a kontrolního měření laboratoře Otrokovických papíren.

Charakteristika měřicího systému:

Vyráběnou lepenku je potřeba v její konečné fázi zkontrolovat (tzv. výstupní kontrola), zda nedošlo k odchýlení od vnitřní podnikové normy a to: překročení plošné hmotnosti a vlhkosti. Pro tuto kontrolu je kartónový stroj opatřen měřícím a řídicím systémem Optipa, který kontinuálně projíždí v příčném směru celou drahou lepenkového pásu a vyhodnocuje aktuální stav.

Přístroj: Beta Transmission Sensor, Model 302

Přístroj slouží pro kontinuální měření plošné hmotnosti lepenky ve firmě Otrokovické papírny a.s. Pro měření se používají zdroje ionizujícího záření Kr 85 o aktivitě 7,4 GBq zabudovaném v přístroji Beta Transmission Sensor – Model 302.

Specifikace měřicího rámu

Fyzicky je přístroj Beta Transmission Sensor, Model 302 zařízení sestávající ze čtyř dílů a to:

- hlavy I. obsahující radioaktivní zdroj
- hlavy I. detektoru záření prošlého skrz měřený materiál

- hlavy II. obsahující zdroj mikrovlnného záření - magnetron
- hlavy II. obsahující senzor mikrovlnného záření

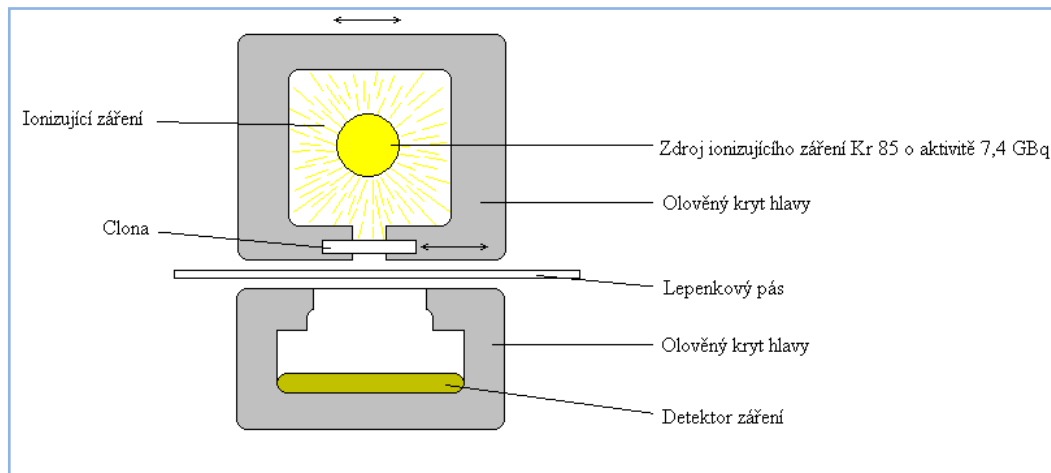
Hlava I. – měření plošné hmotnosti materiálu

Přístroj je sestaven tak, aby umožňoval používání čidla radioaktivního typu s maximální bezpečností pro uživatele. Model 302 obsahuje uzavřený izotop Krypton 85, jehož aktivita je 7,4 GBq má klasifikaci ISO C33222. Dávkový příkon při uzavřené cloně není ve vzdálenosti větší než 6 $\mu\text{Sv/hod}$. Při manipulaci se zdrojem radioaktivního záření je nutné mít zdroj vždy uzavřen speciální clonou. Při režimu měření na kartónovém stroji se uzavíratelná clona otevře.

Podstata měření

Skleněná nádobka s izotopem Kryptonu 85 uložena v horní hlavě měřicího rámu, nepřetržitě do svého okolí vyzařuje radioaktivní energii (beta záření). Aby se tato radioaktivní energie nemohla volně šířit prostorem, je uzavřena v oloveném pouzdře. Ve spodní části hlavy se nachází kruhový otvor uzavíratelný posuvnou clonou. V uzavřené pozici je izotop Kryptonu 85 zastíněn a dávkový příkon není větší než 6 mSv/hod. Při otevřené cloně vychází ionizující záření daným směrem ven a dopadá na lepenkový pás procházející mezi hlavou radioaktivního zdroje a hlavou detektoru záření. Při dopadu ionizujícího záření na hmotu (papír) ztrácí záření svoji energii a to několika způsoby: a) ionizaci molekul hmoty, b) srážkami s atomy hmoty, c) interakcemi s atomy jader hmoty, tvorba elektronových párů, d) jadernými reakcemi. Ionizující záření, které nebylo pohlcené lepenkou a prošlo přes tento materiál je zachyceno spodní hlavou, ve které je umístěn detektor. Hodnoty tohoto zůstatkového záření se vyhodnocují a převádějí do digitální formy. Program následně provede přiřazení aktuální plošné hmotnosti.

Měřicí systém projíždí dráhu dlouhou 226 cm a na této dráze provádí 17 měření. Toto měření se buďto průměruje, nebo se vychází z jednotlivých naměřených hodnot, na které reaguje obsluha kartónového stroje.



Obr. 5. Schéma funkce systému

Hlava II. – měření vlhkosti materiálu

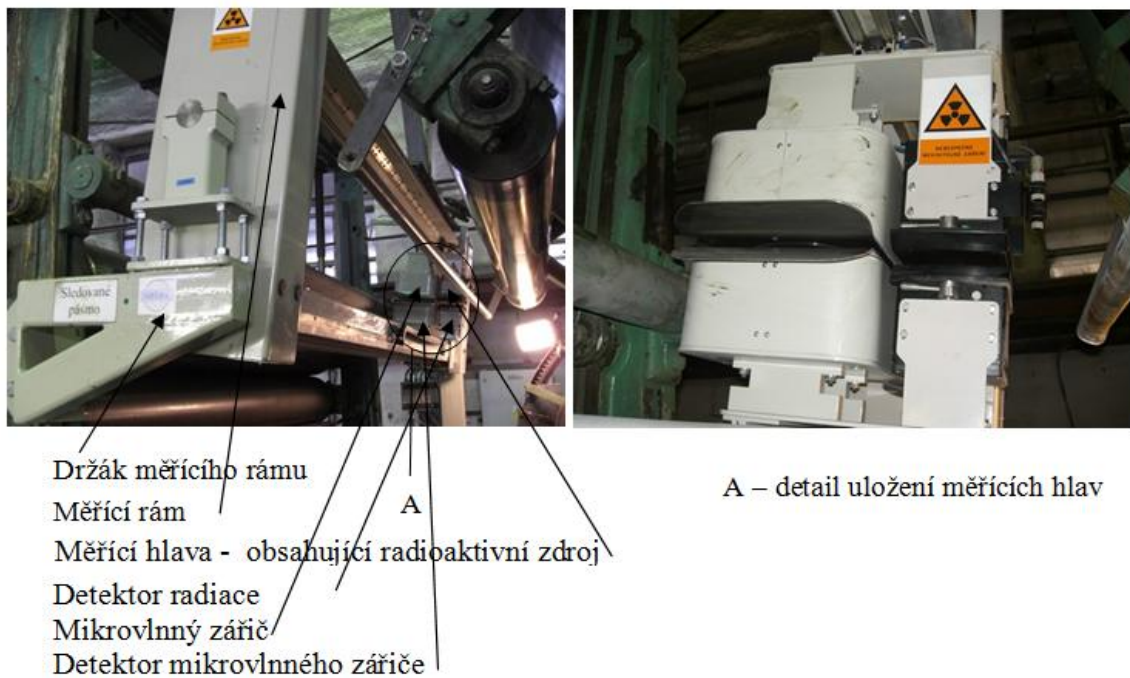
Podstata měření

Měřicí systém slouží ke sledování vlhkosti lepenkového pásu pomocí změny intenzity elektromagnetického mikrovlnného záření. Na základě testovacích měření na vzorcích různých plošných hmotností lepenky byl sestaven postup měření na vyhodnocovací aparatuře.

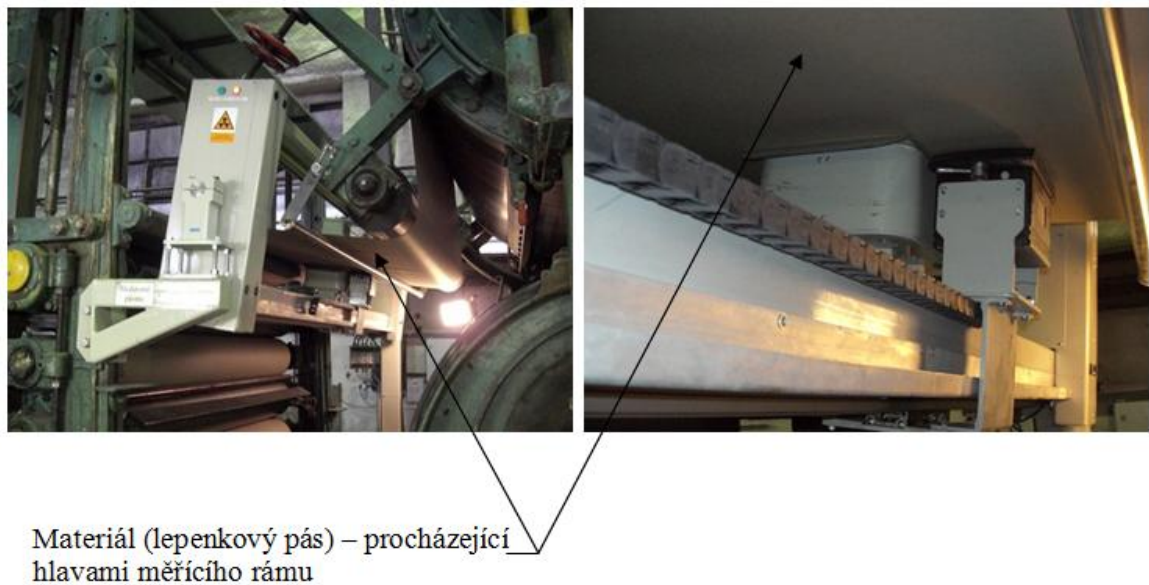
Aby systém pracoval přesně, bylo potřeba provést přesnou korekci vlhkosti na danou plošnou hmotnost dle stanovených podmínek podnikové normy. Jako vstupní údaje byly použity hodnoty hmotnosti s danou podnikovou vlhkostí.

Systém je sestaven ze dvou hlav, mezi kterými prochází nekonečný lepenkový pás. Horní hlava vysílá elektromagnetické mikrovlnné záření do lepenkového pásu. Prošlé mikrovlnné záření je zachyceno spodní hlavou jako pokles detekovaných hodnot napětí, které vrací mikrovlnné čidla před a po projití lepenkovým pásem.

Měřicí systém projíždí dráhu dlouhou 226 cm a na této dráze provádí 17 měření. Toto měření se buďto průměruje, nebo se vychází z jednotlivých naměřených hodnot, které jsou následně převedeny do grafické podoby na PC. Pomocí této vizualizace může obsluha provést výstupní kontrolu.



Obr. 6. Systém měřicího rámu - bez materiálu



Obr. 7. Systém měřicího rámu - s materiálem

Softwarové využití

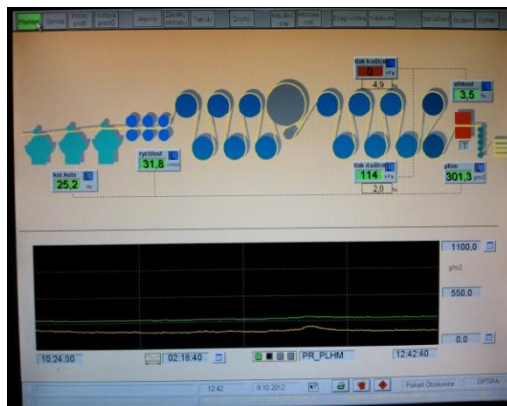
Data, která jsme v průběhu měření získali, se přenáší do počítače a v aplikační softwaru Optipa se přetransformují do grafické podoby. Tuto podobu má obsluha zařízení po celou dobu k dispozici a na základě výsledků je schopna provádět výstupní kontrolu a úpravu příčného profilu měřené lepenky.

Vizualizace procesu

vizualizace má za úkol znázornit na obrazovce měřená data (plošná hmotnost, vlhkost). Tato data jsou zobrazena jako aktuální, průměrovaná, profily měřeného pásu a historická formou trendů a archivních souborů. Dále jsou zobrazeny údaje o stavu jednotlivých regulačních obvodů. Měřená data jsou zobrazena jednoduše a srozumitelně. Toto zobrazení může být číselné nebo grafické. Systém obsahuje alarmový systém a systém událostí, kde jsou zobrazeny technologické alarmy, hardware alarmy, události a zásahy obsluhy. Tento alarmový systém musí obsluha pozorně sledovat a v případě vzniku alarmu provést nezbytné kroky k odstranění příčiny alarmu. Správa druhu systému umožňuje nastavovat technologické meze a parametry měření pro jednotlivé druhy výrobků.

Vizualizace je vytvořena v prostředí operačního systému Windows, jehož uživatelské prostředí je velmi snadné pro obsluhu. Ovládání prvků uživatelského prostředí se provádí především pomocí myši, popřípadě pomocí klávesnice. [9]

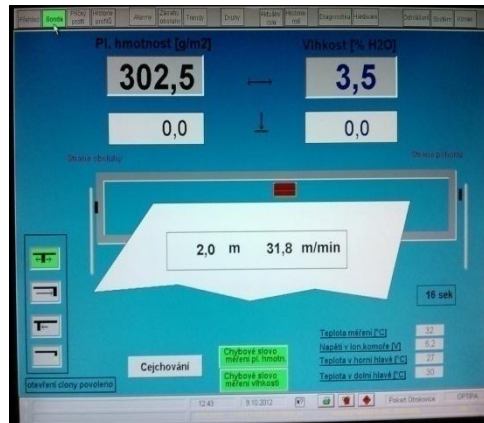
Celý systém je tvořen průmyslovým PC s vizualizačním softwarem Citect (včetně HW klíče). V případě potřeby může být k PC připojena tiskárna. Průmyslové PC komunikuje s PLC pomocí standardu RS232 případně RS422. V prostředí Citect běží aplikační software OPTIPA, který může obsahovat celou řadu funkcí, mezi něž patří například:



Obr. 8. Vizualizace – PŘEHLED

Ikona – PŘEHLED

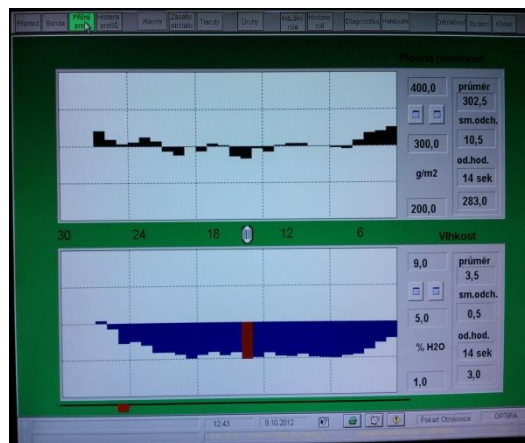
Přehledné zobrazení technologie výroby včetně zobrazení okamžitých hodnot měřených veličin (vlhkosti nebo plošné hmotnosti) a případně dalších veličin z provozu jako např. teplot, průtoků, rychlostí, otáček apod.



Obr. 9. Vizualizace – SONDA

Ikona - SONDA

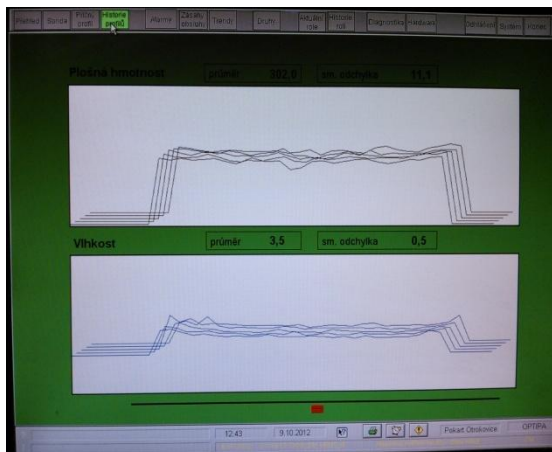
Schematické zobrazení polohy rámu a prvků pro jeho ovládání jako: zastavení sondy v určeném místě, kalibrace, výčet aktuálních hodnot ve stanoveném místě apod.



Obr. 10. Vizualizace - PŘÍČNÝ PROFIL

Ikona – PŘÍČNÝ PROFIL

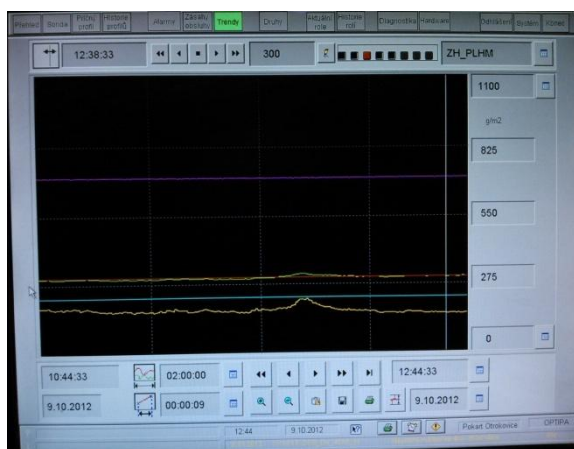
Výpočet a zobrazení požadovaných statistik měřených veličin za přejezd (průměrů, směrodatných odchylek, mediánů apod.). Obsluha má možnost vidět celý příčný profil sledovaného pásma za jeden průjezd měřicí hlavy.



Obr. 11. Vizualizace – HISTOGRAM

Ikona – HISTORIE PROFILŮ

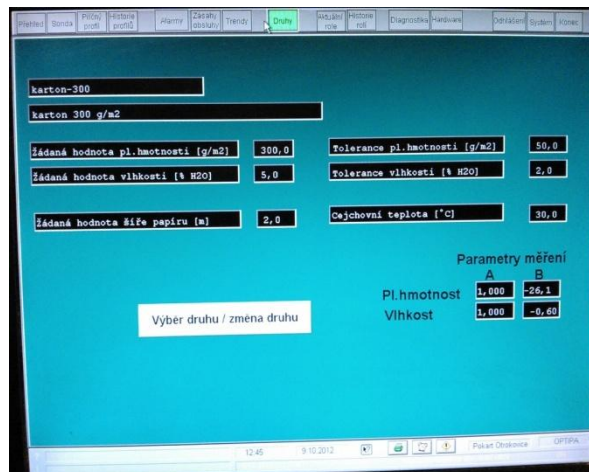
Automatické kontinuální ukládání pěti posledních měření. Příčný profil sledovaného pásma je tak pro obsluhu dostatečně graficky dokreslen. Obsluha kartónového stroje na základě těchto získaných informací může velmi přesně zasáhnout do případných nedostatků a příčný profil vylepšit.



Obr. 12. Vizualizace – TRENDY

Ikona – TRENDY

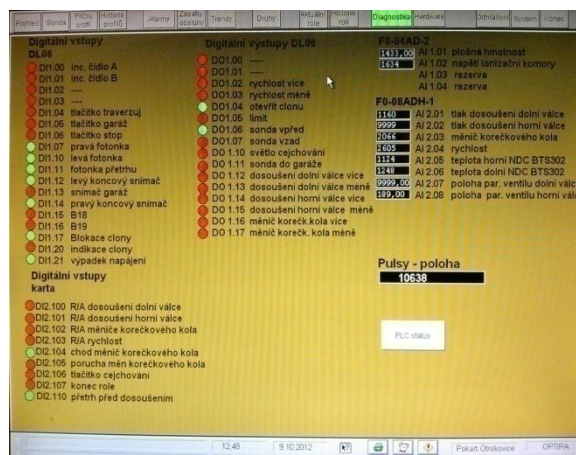
Jde o přesné znázornění výsledků měření za celou dobu provozu. V grafu je znázorněné: stanovení podnikové normy (PN) – vlhkosti a plošné hmotnosti. S touto PN je znárodněn skutečný stav měřených veličin + čas. Dále je možné nastavení: zobrazené veličiny, délky trendu, datum a čas konce trendu, meze zobrazení.



Obr. 13. Vizualizace – DRUH

Ikona – DRUH

Znázornění nastaveného druhu. Přesně nadefinované požadavky a normy na určitý druh výroby. Aplikace umožňuje přednastavit až 24 požadovaných druhů výroby. Obsluha dle výrobního příkazu vybere zadaný druh a měřící rám na základě tohoto výběru začne provádět měření.



Obr. 14. Vizualizace – DIAGNOSTIKA

Ikona - DIAGNOSTIKA

Zobrazení aktuálních a historických alarmů indikujících přerušení výroby nebo výskyt mimomezních stavů a jiných kritických situací.

Řízení procesu

Tento modul představuje nejvyšší nadstavbu. Jejím základem je zahrnutí řídicích funkcí do aplikačního softwaru OPTIPA lokalizovaného v PLC i průmyslovém PC (Citech). Řízení kvalitativních veličin je možné nejen v podélném směru (ve směru výroby), ale i ve směru příčném.

Přenos a archivace dat

Obr. 15. Vizualizace - data příčného profilu

Veškerá získaná data z měření jsou archivována v „mateřském“ počítači na pevném disku ve formě textového souboru. Archivace takto uložených dat v „mateřském“ počítači jsou po dobu 1 roku. Po uplynutí této doby, dojde k pozvolnému přemazání starých dat - daty novými.

Aby vedoucí provozu a kompetentní pracovníci mohli s daty pracovat jsou data sdílená přes firemní síť Lan (Local Area Network) pomocí UTP kabelu.

Kompetentní pracovník pak jednou do týdne provede archivaci dat na datový nosič, který označí a uloží na předem určeném místě. Uložená data se využívají v případě selhání mateřského počítače a v případě reklamačních událostí.

5.1.4 Stanovení obsahu vlhkosti dle laboratoře Otrokovických papíren (dle ČSN EN ISO 287)

Obsah vlhkosti: množství vody v lepence

Podstata zkoušky: vážení zkušební vzorku v době odběru a opětovné vážení po vysušení do konstantní hmotnosti. Výsledek se vyjadřuje v procentech. [10]

Pomůcky:

- Váhy KERN EW
- Sušárna, která umožňuje udržovat v užitém objemu teplotu vzduchu $(105 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ po celou dobu vysušení zkušebních vzorků.
- Uzavíratelné zásobníky z materiálu, který nepodléhá změnám za podmínek zkoušky.

- Vysekávací nůž rozměru 50 mm x 150 mm. [10]

Příprava zásobníků:

Očíslované, čisté suché zásobníky po přesušení v sušárně se po dosažení tepelné rovnováhy s okolní atmosférou zvaží. Nechají se uzavřené až do odběru vzorků. [10]

Příprava vzorků:

- U odebraných vzorkových archů se odstraní vnější arch a vezme se nejméně šest následujících archů.
- Vyseknou se proužky o rozměru 50 mm x 150 mm s delším rozměrem v příčném směru vlákna, celkové hmotnosti nejméně 50 g.
- Proužky představují zkušební vzorek, který se okamžitě uzavře do zásobníku.
- Zásobník se vzorkem se zvaží a vypočítá se hmotnost zkušební vzorku. [10]

Postup zkoušky:

- Zkušební vzorek se suší v sušárně při teplotě $105 \pm 2^\circ\text{C}$
- Vzorky lepenky jsou uloženy do sušárny tak, aby při sušení docházelo k úplné cirkulaci vzduchu mezi jednotlivými vzorky, suší se současně i zásobník.
- Během sušení se nesmí přidávat do sušárny jiné vzorky.
- Vysušený vzorek se co nejrychleji uzavře do zásobníku a nechá se vychladnou v exsikátoru.
- Zásobník se vzorkem se zvaží a vypočítá se hmotnost vysušeného zkušební vzorku.
- Další sušení a vážení se podle potřeby opakuje až do dosažení konstantní hmotnosti
- Doba sušení mezi dvěma po sobě jdoucími váženími je vždy nejméně polovinou předchozí délky sušení.
- Konstantní hmotnost – není-li odchylka mezi dvěma po sobě jdoucími váženími více než 0,1% původní hmotnosti zkušební vzorku. [10]

Výpočet:

Hmotnost odebraného zkušební vzorku M_1 v gramech:

$$M_1 = m_2 - m_1$$

Hmotnost vysušeného zkušební vzorku M_2 v gramech:

$$M_2 = m_3 - m_1$$

m_1 – hmotnost prázdného zásobníku v gramech

m_2 – hmotnost zásobníku se zkušebními vzorky v okamžiku odběru v gramech

m3 – hmotnost vysušeného zkušební vzorku se zásobníkem v gramech [10]

Vlhkost lepenky v procentech se vypočítá[10]:

$$\frac{M1 - M2}{M1} \times 100$$

5.1.5 Stanovení tloušťky materiálu dle laboratoře Otrokovických papíren (dle ČSN EN ISO 534)

Tloušťka jednotlivého archu – vzdálenost mezi jedním a druhým povrchem lepenky.

Zařízení:

Tloušťkoměr (DM 100) s danou hmotností přítlačného zařízení se dvěma rovnými, rovnoběžnými kruhovými plochami, mezi něž se umísťuje lepenka při měření. Tlak mezi přítlačnými plochami během měření je 100 kPa. Jedna přítlačná plocha je pevná a druhá je pohyblivá ve směru kolmém k rovině pevné plochy. Měřicí dotyková plocha je 200 mm². [11]

Příprava vzorků:

Z každého vzorkového archu se vyříznou dva zkušební vzorky rozměrů nejméně 60 mm x 60 mm nejvíce 100 mm x 100 mm. [11]

Postup zkoušky:

Stanovení se provádí za podmínek při odběru.

- Tloušťkoměr se nastaví na nulu.
- Zkušební vzorek se vloží mezi otevřené přítlačné plochy tloušťkoměru.
- Pohyblivou přítlačnou plochou se opatrně a pomalu pohybuje směrem k pevné ploše.
- Odečte se údaj na stupnici tloušťkoměru.
- Proveďte se jedno měření na každém zkušebním vzorku v místě nejméně 20 mm od kterékoliv strany vzorku. [11]

Výpočet:

Vypočte se aritmetický průměr ze všech odečtených hodnot (průměrná tloušťka jednotlivého archu lepenky). Výsledek se vyjádří v mm. [11]

5.1.6 Stanovení obsahu popela dle laboratoře Otrokovických papíren (dle ČSN ISO 2144)

Spálení navážky vzorků v porcelánovém kelímku v peci do konstantní hmotnosti. Popel je minerální zbytek po spálení látek organického původu (buničina, dřevo, plniva, pigmenty, minerální látky, klíždla). [12]

Pomůcky:

- Porcelánový kelímek s dobře sedícím víčkem
- Váha analytická
- Pec ($900 \pm 25^\circ\text{C}$)
- Exsikátor
- Sušárna [12]

Příprava vzorků a postup zkoušky:

Zkušební vzorek se nastříhá na malé kousky (0,5 x 0,5 cm). Po navážení min. 1 g vzorku, ve vyžíhaném a zváženém kelímku se vzorek vysuší do konstantní hmotnosti v sušárně (105°C). Po vysušení se kelímek uzavře víčkem ochladí v exsikátoru a převáží.

Spalování vzorků začíná při nízké teplotě, kelímek je uzavřen víčkem, aby se zabránilo úletů malých částic. Teplota se postupně zvyšuje na 600°C . Pak se kelímek opatrně odkryje. Když je žíhání ukončené (2,5 hod.) kelímek se uzavře víčkem, ochladí v exsikátoru a po 45 min. zváží. [12]

Výpočet:

Obsah popela, vyjádřený v hmotnostních procentech:

$$\frac{m_2 - m_1}{m_0} * 100$$

Kde m_0 je navážené množství vzorku

m_1 je váha prázdného kelímku s víčkem

m_2 je váha kelímku, víčka a popela [12]

Výsledek je aritmetický průměr dvou stanovení, zaokrouhlený na dvě desetinná místa. [12]



Obr. 16. Laboratorní pec
LAC

5.1.7 Stanovení sušiny materiálu dle laboratoře Otrokovických papíren

Zkouška stanoví jakou sušinu má materiál v určeném místě kartónového stroje.

Pomůcky:

- Váha
- Sušárna
- Sáčky s uzávěrem [13]

Odběr vzorků a postup zkoušky:

Vzorek se odebere vytržením asi 50cm od kraje pásu lepenky (z pravé i levé stany).

Vloží se do sáčku. Vzorek se zváží a vysuší. Po vysušení se opět zváží. [13]

Výpočet:

Sušina X, vyjádřena v hmotnostních procentech.

$$x = \frac{m_2}{m_1} * 100$$

m1 – je hmotnost mokrého zkušební vzorku v g

m2 – je hmotnost vysušeného zkušební vzorku v g [13]

5.2 Výsledky měření provedené na kartónovém stroji

Výsledky měření byly zaneseny do připravené tabulky a seřazeny podle provedených měření tak, jak za sebou následovaly v časové ose (tabulky 3 až 24 jsou součástí přílohy).

Tab. 1. Výsledky provedeného měření z kartónového stroje

Hodnoty provedeného měření														
Druh materiálu:	Proložka					Plošná hmot.:	350 g/m ²	Datum:	23.10.2012					
Průměr ploš. hmot.:	347,2 g/m ²					Čas měření:	9:10							
Průměr vlhkosti:	2,80%					Rychlost KS:	30,5 m/min							
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 4 – 7 %					Popeloviny.:	19,59%							
Tloušťka materiálu:	0,49 mm					Odběr číslo:	1							
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO													
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	NE													
Veličina	Místa odběru - hodnoty měření													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
kV/cm	0	0	0	0	0	0	0,25	3,05	8,13	50,8	25,4	17,8	38,1	
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁸	10 ¹⁰	10 ¹¹	10 ¹¹	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	

Hodnoty provedeného měření														
Druh materiálu:	Proložka					Plošná hmot.:	330 g/m ²	Datum:	23.10.2012					
Průměr ploš. hmot.:	342,3 g/m ²					Čas měření:	12:10							
Průměr vlhkosti:	2,60%					Rychlost KS:	31 m/min							
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 4 – 7 %					Popeloviny.:	19,55%							
Tloušťka materiálu:	0,49 mm					Odběr číslo:	2							
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO													
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	NE													
Veličina	Místa odběru - hodnoty měření													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
kV/cm	0	0	0	0	0	0,15	5,97	8,81	10,2	50,1	45,95	47	26,2	
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁸	10 ¹⁰	10 ¹¹	10 ¹¹	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	

Každá tabulka uvádí hodnoty, které byli v den odběru měřitelné na KS. Tabulka se skládá z několika bodů:

- **Druh materiálu:** charakterizuje vyráběný sortiment hladké strojní lepenky.
- **Plošná hmotnost:** udává stanovenou plošnou hmotnost vyráběného sortimentu.
- **Datum:** charakterizuje den v roce, kdy se daný sortiment vyráběl.
- **Průměr plošné hmotnosti:** charakterizuje průměr příčného profilu plošné hmotnosti vyhodnocené měřicím rámem na základě radiačního měření.
- **Průměr vlhkosti:** charakterizuje průměr vlhkosti materiálu v příčném profilu vyhodnocené měřicím rámem na základě mikrovlnného měření.
- **Podniková norma plošné hmotnosti:** charakterizuje odběratelem schválenou hodnotu plošné hmotnosti + možné odchýlení od stanovené hodnoty ± 6 %.
- **Podniková norma vlhkosti materiálu:** charakterizuje odběratelem schválenou hodnotu vlhkosti + možné odchýlení od stanovené hodnoty ± 6 %.

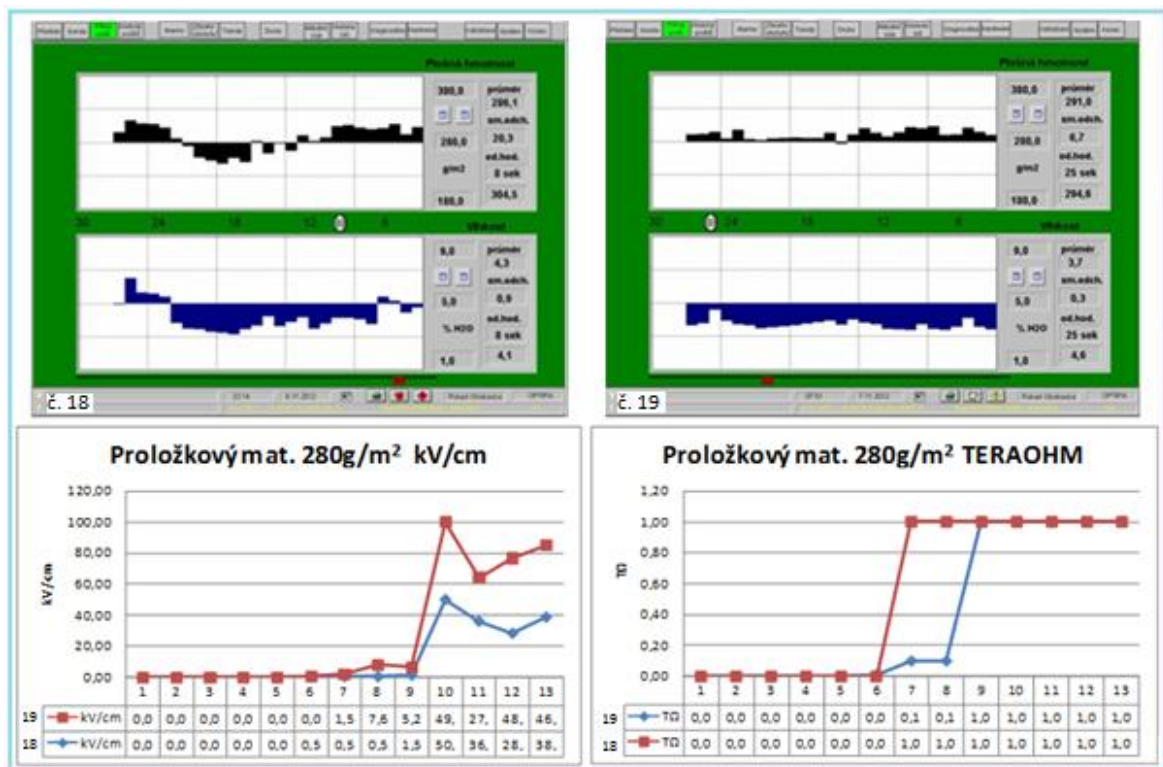
- **Tloušťka materiálu:** charakterizuje tloušťku materiálu vyráběného sortimentu uváděného v podnikové normě.
- **Splnění podmínek PN – plošné hmotnosti:** charakterizuje, zda v průběhu výroby byly splněny podmínky podnikové normy.
- **Splnění podmínek PN – vlhkosti:** charakterizuje, zda v průběhu výroby byly splněny podmínky podnikové normy.
- **Čas měření:** charakterizuje hodiny a minuty kdy docházelo k provádění měření.
- **Rychlosti KS:** charakterizuje rychlost kartónového stroje při výrobě konkrétního sortimentu výroby v den měření.
- **Měření:** charakterizuje číslo provedeného měření.
- **Místo prováděného měření na KS:** charakterizuje místo měření na kartónovém stroji (celkem 13 měřených míst). Přesná charakteristika místa - dle obrázku č. 7. Všechna měření byla provedena 50 cm z levého kraje (dle směru výroby) lepenkového pásu.
- **kV/cm:** udává hodnoty elektrostatického náboje pomocí ručního měřicího přístroje Simco - Hand.e.stat electrostatic fieldmeter v kV/cm
- **OHMS [Ω/\square]:** udává hodnoty povrchové rezistivity (fyzikální veličina, která vyjadřuje elektrický odpor jednotkové délky vodiče = 1m a obsahu průřezu = 1m²) naměřené na přístroji - Richmond surface resistance checker v OHMS. U všech grafů znázorňující povrchovou rezistivitu materiálu je z důvodů lepšího grafického znázornění proveden přepočet z Ω na T Ω .
- **Popeloviny:** stanovení obsahu popela dle ČSN ISO 2144
- **Stanovení sušiny materiálu:** měření se provádí odběrem materiálu z lepenkového pásu v určeném místě kartónového stroje. Při odběru vzorků hrozí přerušování lepenkového pásu a zvyšuje se množství nestandardní lepenky. Z tohoto důvodu bylo měření provedeno pouze u vybraných druhů plošných hmotností, tvořící průřez výroby.
- **Stanovení teploty materiálu:** měření provedené za účelem sledování vývoje teploty materiálu dle průchodu jednotlivými fázemi výroby. Měření provedeno pouze u vybraných druhů plošných hmotností, tvořící průřez výroby.

Z důvodu zpřehlednění praktické části jsou výsledky provedeného měření z KS vloženy v příloze (PŘÍLOHA PI: Tabulky hodnot provedených měření).

5.3 Vyhodnocení provedeného měření – seřazené od nejnižší plošné hmotnosti vyráběného materiálu 280 g/m^2 po nejvyšší plošnou hmotnost vyráběného materiálu 900 g/m^2

5.3.1 Plošná hmotnost 280 g/m^2 (měření č. 18 a 19)

Graf 1. Grafické znázornění plošné hmotnosti, vlhkosti, elektrostatického náboje a povrchové rezistivity u měření č. 18, 19



Rozbor provedeného měření:

- Počet provedených měření v plošné hmotnosti 280 g/m^2 : dvě měření. První provedeno 6.11.2012 ve 22:15 hod., druhé měření 7.11.2012 v 8:00 hod.
- Měření číslo: 18, 19.
- Materiál: Proložkový
- Plošná hmotnost: v obou případech odpovídá podnikové normě (přípustné odchýlení od podnikové normy $\pm 6 \%$)
- Vlhkost: měření 19 nesplňuje podnikovou normu – pod tolerancí (tolerance v rozmezí 4 až 7 % vlhkosti materiálu).
- Rychlost kartónového stroje: je v obou případech téměř stejná (32 m/min – 31,2 m/min)
- Tloušťka materiálu: 0,49 mm a 0,47 mm. Rozdíl o 0,02 mm.

- Popeloviny: měření č. 18 = 20,48 %, měření č. 19 = 19,06 %. Rozdíl v popelovinách 1,42 %. Shodnost popelovin odpovídá stejnému druhu sběrového papíru použitého při výrobě obou zakázek. Poměr dávkování jednotlivých druhů sběrových materiálů je uveden v tabulce:

Tab. 2. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 250 až 350 g/m²

Plošná hmotnost g/m ²	Kód SP	Druh SP	Poměr míchání	
		PROLOŽKA		
250 - 350	1.02	Smíšené papíry a lepenky tříděné	2	2:3
	1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)	3	
	1.02	Školy (cca 8t / 1den)	+	
	1.0	Vratný odpad Budova 38 (cca 2,5t / 1den)	+	

Stanovení sušiny materiálu u měření č. 18:

- Proveden odběr vzorků z příčného profilu na stanovení sušiny materiálu. Měřená místa jsou uvedena v obrázku č. 9

První měřené místo: 31,20 %

Druhé měřené místo: 44, 50 %

Třetí měřené místo: 49, 20 %

Čtvrté měřené místo: 75,46 %

Páté měřené místo: 87,60 %

Šesté měřené místo: 96,30 %

Sedmé měřené místo: 97,58 %

Osmé měřené místo: 97,20 %

Třinácté měřené místo: 96,21 %

Stanovení sušiny materiálu je časově a technologicky velmi náročné. Nebylo proto provedeno u všech druhů měřených lepenek ale jen u měření č. 18, 22, 5, 11, 23, které tvoří průřez vyráběného sortimentu.

Teplota materiálu

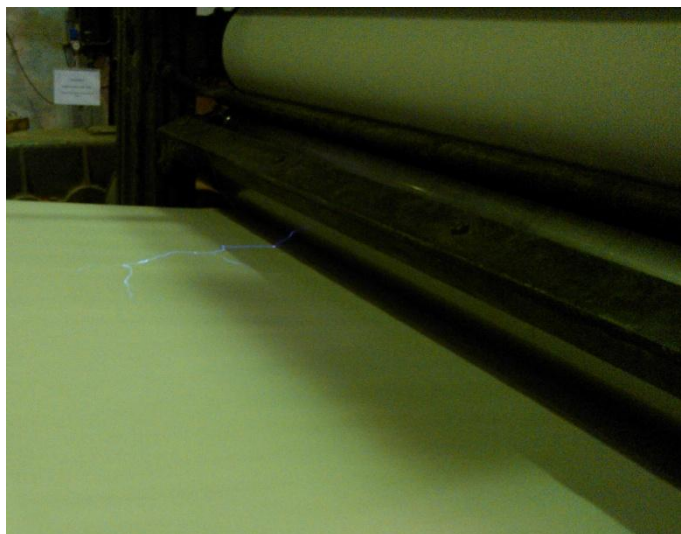
Tab. 3. Vývoj teploty materiálu

Vývoj teploty materiálu °C	
Místo měření	Teplota materiálu
Teplota materiálu po výstupu z III. lisové partie	17,4°C
Teplota materiálu za první susušící partii	68°C
Teplota materiálu za druhou sušící partii	80°C
Teplota materiálu za třetí sušící partii	82°C
Teplota materiálu po výstupu z velkého leštícího válce	56°C
Teplota materiálu po fázi chlazení	32°C
Teplota materiálu po výstupu z velkého kalandru	30°C
Teplota materiálu před vstupem do sekacího stroje	27°C

Měření provedeno bezkontaktním teploměrem typ Fluke 62. Teplota materiálu provedena u vybraných druhů lepenek tvořící průřez vyráběného sortimentu. Měření č. 18, 22, 5, 11, 23.

Měření elektrostatického náboje:

- Provedeno měření označené číslem 18 a číslem 19 pomocí kompaktního elektrostatického přístroje Simco - pro vyhledání a měření statického náboje. První až páté měřené místo bez projevu elektrostatického náboje, ten se začíná vytvářet u měření 18 na šestém měřeném místě (fáze žehlení). U měření 19 na sedmém měřeném místě (fáze dosušování) elektrostatický náboj pozvolná u obou měření roste a svého maxima dosahuje na desátém měřeném místě (fáze hlazení). Hodnoty jsou značně vysoké 50,19 a 49,68 kV/cm. Dochází k jasně viditelným elektrostatickým výbojům dlouhých až několik desítek cm. Poté se náboj snižuje, avšak průchodem příčného sekacího stroje zase narůstá. Hodnoty dosahují 36,20 až 48,29 kV/cm zde již však bez doprovodu statických výbojů. Hotový materiál uložený v ukladači dosahuje hodnot u měření č.18: 38,84 kV/cm u měření č.19: 46,38 kV/cm. (Tabulka s naměřenými údaji viz. příloha).



Obr. 17. Elektrostatický výboj při výrobě lepenky o plošné hmotnosti 280 g/m²

Vyhodnocení povrchové rezistivity materiálu:

- Provedeno měření označené číslem 18 a číslem 19 pomocí kompaktního přístroje Surface Resistance Checker. Nárůst povrchové rezistivity zaznamenán u měření 18 na třetím měřeném místě (fáze přesoušení) u měření 19 na čtvrtém měřeném místě (fáze sušení). U obou měření povrchová rezistivita pozvolná stoupá a svého maxima dosahuje u měření 18 na devátém měřeném místě (fáze chlazení) $10^{12} \Omega$ u měření 19 na sedmém měřeném místě (fáze chlazení) $10^{12} \Omega$. Po dosažení maximálních hodnot jsou výsledky již neměnné. (Tabulka s naměřenými údaji viz. příloha).

U všech grafů znázorňující povrchovou rezistivitu materiálu je z důvodů přehlednějšího grafického znázornění proveden přepočet z Ω na $T\Omega$.

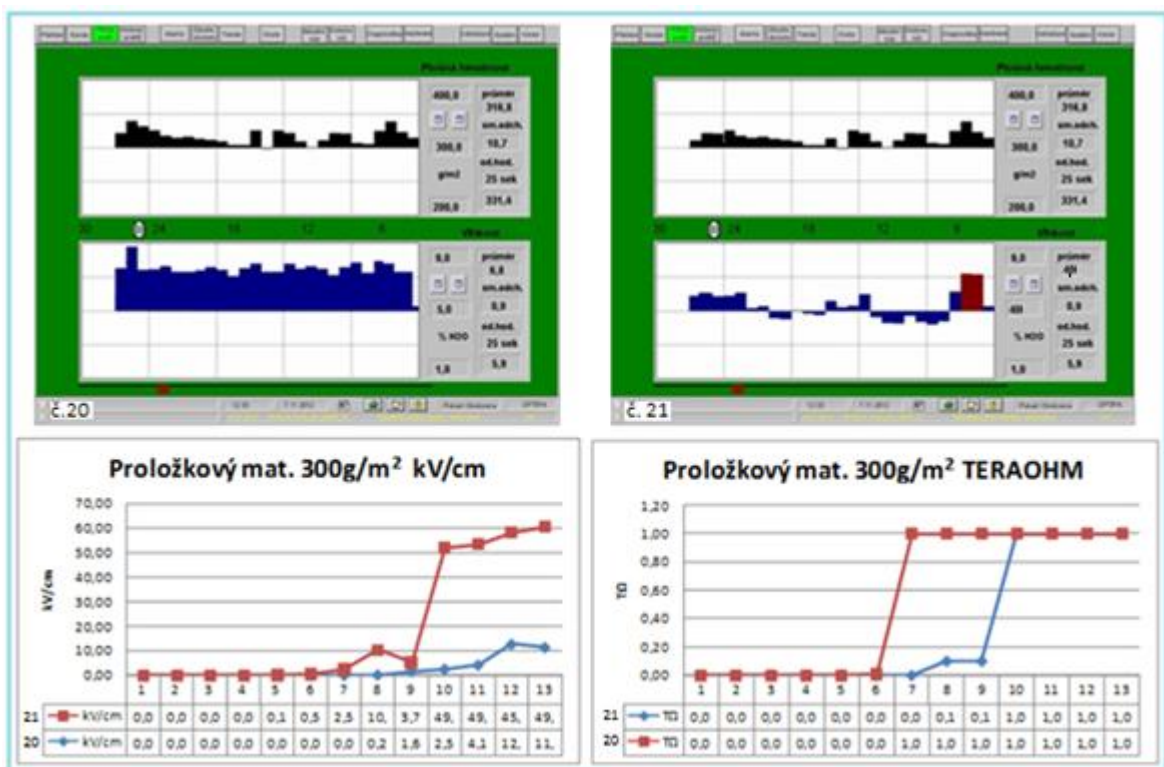
Vyhodnocení:

- Rychlost kartónového stroje dosahuje takřka svého konstrukčního maxima (33m/min) v obou případech je téměř shodná v průměru činí 31,6 m/min.
- V obou případech je průměrná vlhkost materiálu velmi nízká 4 %.
- Tloušťka materiálu dosahuje v průměru 0,48 mm.
- V obou případech dosaženo téměř maximálního měřitelného náboje 49,94 kV/cm (na přístroji Simco max. hodnota 51 kV/cm) na desátém měřeném místě – oblast velkého kalandru.

- Povrchová rezistivita dosáhla u obou měření svého maxima (na přístroji Richmond $10^{12} \Omega$) před desátým měřeným místem – oblast velkého kalandru.
- V obou případech, po celou dobu výroby, docházelo k silným elektrostatickým výbojům v oblasti velkého kalandru.

5.3.2 Plošná hmotnost 300 g/m^2 (měření č. 20 a 21)

Graf 2. Grafické znázornění plošné hmotnosti, vlhkosti, elektrostatického náboje a povrchové rezistivity u měření č. 20, 21



Rozbor provedeného měření:

- Počet provedených měření v plošné hmotnosti 300 g/m^2 : dvě měření. První provedeno 7.11.2012 ve 12:40 hod., druhé měření 12.11.2012 v 10:50 hod.
- Měření číslo: 20, 21.
- Materiál: Proložka
- Plošná hmotnost: v obou případech odpovídá podnikové normě (přípustná odchylka $\pm 6 \%$)
- Vlhkost: v obou případech odpovídá podnikové normě (tolerance v rozmezí 4 až 7 % vlhkosti materiálu).

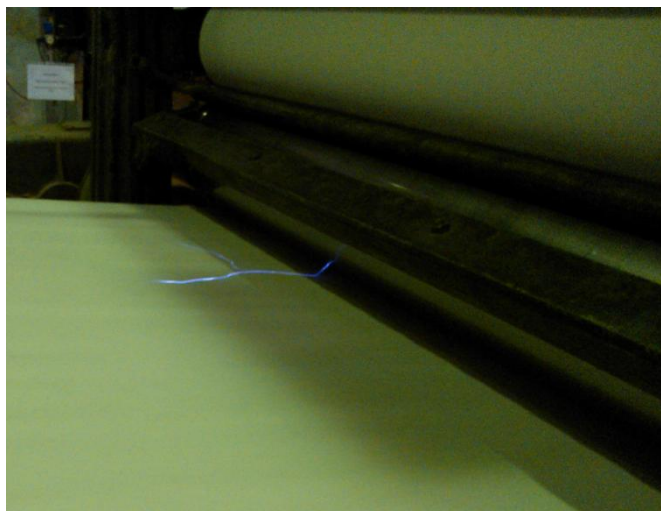
- Rychlost kartónového stroje: je v obou případech téměř stejná (31,2 m/min – 30 m/min)
- Tloušťka materiálu: 0,48 mm a 0,47 mm. Rozdíl o 0,01 mm.
- Popeloviny: měření č. 20 = 18,07 %, měření č. 21 = 20,38 %. Rozdíl v popelovinách 2,31 %. Shodnost popelovin odpovídá stejnému druhu sběrového papíru použitého při výrobě obou zakázek. Poměr dávkování jednotlivých druhů sběrových materiálů je uveden v tabulce:

Tab. 4. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 250 až 350 g/m²

Plošná hmotnost g/m ²	Kód SP	Druh SP	Poměr míchání	
		PROLOŽKA		
250 - 350	1.02	Smišené papíry a lepenky tříděné	2	2:3
	1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)	3	
	1.02	Školy (cca 8t / 1den)	+	
	1.03	Vratný odpad Budova 38 (cca 2,5t / 1den)	+	

Měření elektrostatického náboje:

- Provedeno měření označené číslem 20 a číslem 21 pomocí kompaktního elektrostatického přístroje Simco - pro vyhledání a měření statického náboje. První až čtvrté měřené místo bez projevu elektrostatického náboje, ten se začíná vytvářet u měření 20 na osmém měřeném místě (fáze chlazení). U měření 21 na pátém měřeném místě (fáze žehlení) velikost elektrostatického náboje se v obou případech od sebe značně liší. U měření 20 dosahují hodnoty svého maxima na měřeném dvanáctém místě (fáze formátování materiálu a uložení) 12,75 kV/cm. U měření 21 dosahují hodnoty svého maxima na desátém měřeném místě (fáze hlazení) 49,45 kV/cm. U měření 20 nedochází k viditelným elektrostatickým výbojům. U měření 21 dochází k jasně viditelným elektrostatickým výbojům dlouhých až několik desítek cm. Náboj se nesnižuje a své hodnoty si zachovává až do sekačkového ukladače, zde již však bez doprovodu statických výbojů. Hotový materiál uložený v ukladači dosahuje u měření 20 hodnot 11,45 kV/cm u měření 21 hodnot 49,10 kV/cm. (Tabulka s naměřenými údaji viz. příloha).



Obr. 18. Elektrostatický výboj při výrobě lepenky
o plošné hmotnosti 300 g/m^2

Vyhodnocení povrchové rezistivity materiálu:

- Provedeno měření označené číslem 20 a číslem 21 pomocí kompaktního přístroje Surface Resistance Checker. Nárůst povrchové rezistivity zaznamenán u měření 20 a 21 na čtvrtém měřeném místě (fáze sušení). U obou měření povrchová rezistivita pozvolná stoupá a svého maxima dosahuje u měření 20 na desátém měřeném místě (fáze hlazení) $10^{12} \Omega$ u měření 21 na sedmém měřeném místě (fáze chlazení) $10^{12} \Omega$. Po dosažení maximálních hodnot jsou výsledky již neměnné. (Tabulka s naměřenými údaji viz. příloha).

U všech grafů znázorňující povrchovou rezistivitu materiálu je z důvodů přehlednějšího grafického znázornění proveden přepočet z Ω na $T\Omega$.

Vyhodnocení:

- Rychlost kartónového stroje je u obou měření podobná. Dosahuje v průměru hodnot $30,6 \text{ m/min}$.
- Průměrná vlhkost materiálu se v obou případech značně liší. U měření 20 dosahuje průměrná vlhkost $6,8 \%$, zatímco u měření 21 je průměrná vlhkost 4% . Rozdíl ve vlhkosti je $2,8 \%$.
- Tloušťky materiálu jsou si vyrovnané - dosahují v průměru $0,47 \text{ mm}$.
- Pouze v případě měření 21 dosaženo téměř maximálního měřitelného náboje $49,45 \text{ kV/cm}$ (na přístroji Simco max. hodnota 51 kV/cm) na desátém měřeném místě – oblast velkého kalandru. U měření 20 jsou hodnoty měřeného náboje výrazně nižší a to až o $36,7 \text{ kV/cm}$.

- Povrchová rezistivita dosáhla u obou měření svého maxima (na přístroji Richmond $10^{12} \Omega$), každý však na jiném měřeném místě. U měření 20 bylo maximálních hodnot dosaženo na 10 měřeném místě. Zatímco u měření 21 bylo maximálních hodnot dosaženo již u 7 měřeného místa – fáze dosušování.
- Pouze u měření 21 docházelo v průběhu výroby, k silným elektrostatickým výbojům v oblasti velkého kalandru.

Z důvodů zpřehlednění praktické části je rozbor všech provedených měření vložen v příloze (PŘÍLOHA P II: ROZBOR MĚŘENÍ).

5.4 Výsledky měření

Jedním z úkolů měření bylo stanovit, za jakých podmínek dochází na kartónovém stroji ke vzniku elektrostatického náboje.

Tab. 5. Vyhodnocení naměřených výsledků

Vyhodnocení měření											
Měření s výskytem elektrostatického náboje											
Měření č.	Druh materiálu + plošná hmotnost (g/m^2)	Průměr plošné hmotnosti (g/m^2)	Průměr vlhkosti (%)	Rychlost KS (m/min)	Popeloviny (%)	Tloušťka materiálu (mm)	Maximum kV/cm	Měřené místo	Maximum Ω	Měřené místo	Elektrost. výboj ANO/NE
18	Proložka 280	286,1	4,30	32,00	20,48	0,49	50,19	10	10^{12}	9	ANO
19	Proložka 280	291	3,70	31,20	19,06	0,47	49,68	10	10^{12}	7	ANO
21	Proložka 300	316,8	4,00	30,00	20,38	0,47	49,45	10	10^{12}	7	ANO
2	Proložka 330	342,3	2,60	31,00	19,55	0,49	50,14	10	10^{12}	10	ANO
1	Proložka 350	347,2	2,80	30,50	19,59	0,49	50,80	10	10^{12}	10	ANO
12	Proložka 350	342	3,30	32,00	16,85	0,54	29,87	10	10^{12}	9	ANO
15	Bílo-šedá 400	407,7	2,70	28,10	30,53	0,53	50,60	10	10^{12}	10	ANO
5	Proložka 550	433,9	2,60	28,10	21,62	0,73	48,39	10	10^{12}	10	ANO
Průměry měření	Proložka	345,88	3,41	30,36	21,01	0,53	47,39	10	10^{12}	9	ANO
Rozmezí	280 - 550 (g/m^2)	286,10 - 433,90	2,60 - 4,30	28,10 - 32,00	16,85 - 30,53	0,47 - 0,73	29,87 - 50,80	10	10^{12}	7-10	ANO

Měření bez výskytu elektrostatického náboje											
Měření č.	Druh materiálu + plošná hmotnost (g/m^2)	Průměr plošné hmotnosti (g/m^2)	Průměr vlhkosti (%)	Rychlost KS (m/min)	Popeloviny (%)	Tloušťka materiálu (mm)	Maximum kV/cm	Měřené místo	Maximum Ω	Měřené místo	Elektrost. výboj ANO/NE

20	Proložka 300	319,8	6,80	31,20	18,07	0,48	12,75	12	10 ¹²	10	NE
3	Hnědo-hnědá 340	355,8	4,90	31,00	17,08	0,47	2,36	10	10 ¹²	10	NE
13	Proložka 400	422,4	5,50	32,00	17,54	0,65	1,47	13	10 ¹¹	12	NE
4	Proložka 450	466,8	5,00	32,50	21,77	0,71	5,00	13	10 ¹¹	8	NE
14	Proložka 450	472,7	5,70	32,30	17,10	0,72	0,94	13	10 ¹⁰	9	NE
16	Bílo-bílá 450	451,4	4,60	28,10	29,13	0,60	2,84	10	10 ¹²	10	NE
22	Hnědo-hnědá 450	465,1	6,80	32,00	16,05	0,72	23,44	10	10 ¹²	10	NE
17	Bílo-šedá 500	519,8	7,20	29,20	22,94	0,73	1,42	10	10 ¹²	8	NE
8	Hnědo-hnědá-barvená 600	594,5	6,70	26,80	19,86	0,89	0,05	7	10 ¹⁰	10	NE
24	Šedo-šedá 600	601,9	7,10	20,00	20,35	0,89	0,15	12	10 ⁹	11	NE
6	Modro-hnědá 650	636,9	6,90	24,50	21,79	0,95	0,08	6	10 ⁹	7	NE
11	Proložka 650	650	5,90	25,00	19,44	1,01	0,36	13	10 ¹⁰	10	NE
10	Proložka 800	736,6	6,70	21,50	20,51	1,17	0,36	13	10 ¹⁰	10	NE
7	Hnědo-hnědá 850	819,7	10,10	20,50	16,96	1,17	0,15	6	10 ¹⁰	7	NE
9	Proložka 900	940,6	11,80	19,00	18,39	1,29	0,10	13	10 ⁹	11	NE
Průměry měření	Proložka	563,6	6,78	27,04	19,80	0,83	3,43	10	10¹¹	9,53	NE
Rozmezí	300 - 900 (g/m²)	319,80 - 940,60	4,90 - 11,80	19,00 - 32,50	16,05 - 29,13	0,47 - 1,29	0,05 - 23,44	6.13	10⁹ - 10¹²	7.12	NE

V tabulce jsou uvedeny výsledky provedeného měření. Jednotlivé druhy vyráběného sortimentu hladké strojní lepenky jsou seřazeny podle plošné hmotnosti a podle toho, zda v průběhu výroby docházelo ke vzniku elektrostatického náboje či nikoliv.

Z výsledků měření lze stanovit, které veličiny mají či nemají vliv na vznik elektrostatického náboje.

5.4.1 Veličiny mající přímý vliv na vznik elektrostatického náboje:

1. **PLOŠNÁ HMOTNOST:** k výskytu elektrostatického náboje o intenzitě větší než 1 kV/cm dochází u nižší plošné hmotnosti, a to od 280 g/m² do 500 g/m². Tato skutečnost však souvisí s vlhkostí materiálu, neboť nižší plošné hmotnosti mají nízkou absolutní vlhkost. **Závěr:** plošná hmotnost má přímý vliv na vznik elektrostatického náboje.
2. **VLHKOST MATERIÁLU:** k elektrostatickým výbojům dochází u nižší plošné hmotnosti, vždy však v přímé souvislosti s vlhkostí materiálu. Pokud absolutní vlhkost hladké strojní lepenky klesá ke 4%, znamená to nárůst elektrostatického náboje a zvýšení povrchové rezistivity ve většině případů doprovázené

elektrostatickými výboji. Na konečné hodnoty elektrostatického náboje má vliv teplota komorové sušárny, potažmo sušící křivka. Pokud je sušící křivka příliš prudká dochází k rychlému vysušení materiálu již za třetí sušící partii a poklesu absolutní vlhkosti pod podnikovou normu (vývoj sušení je patrný z provedeného měření sušiny). Materiál je tak příliš rychle vysušen a má dostatek času při průchodem kartónového stroje na akumulaci elektrostatického náboje. Vlhkost lepenek je nastavena dle podnikové normy, ta vychází z mechanických testů provedených v Technickém a zkušebním ústavu stavebním Praha, s.p., s cílem dosáhnout ideální mechanické odolnosti lepenky v ohybu, průtlaku a tahu (viz. podniková norma – příloha). **Závěr:** vlhkost materiálu má přímý vliv na vznik elektrostatického náboje.

3. **RYCHLOST KARTÓNOVÉHO STROJE:** se vzrůstající rychlostí stroje se snižuje množství nanášeného materiálu na kruhová síta. Tím se snižuje plošná hmotnost vyráběného sortimentu a zároveň se snižuje vlhkost materiálu. S narůstající rychlostí kartónového stroje se zvyšuje tření lepenkového pásu s kovovými válci a to převážně v oblasti chlazení, hlazení, před vstupem do sekacího stroje a ukladače. **Závěr:** rychlost kartónového stroje má přímý vliv na vznik elektrostatického náboje.
4. **TLOUŠŤKA MATERIÁLU:** s narůstající plošnou hmotností se zvyšuje tloušťka materiálu (max. tloušťka mat. zaznamenaná v průběhu měření: 1,29 mm) a zvyšuje absolutní vlhkost. S klesající plošnou hmotností se naopak snižuje tloušťka materiálu (min. tloušťka mat. zaznamenaná v průběhu měření: 0,47 mm) a snižuje absolutní vlhkost. **Závěr:** u lepenek s tloušťkou materiálu od 0,47 do 0,73 mm se zvyšuje riziko přesušení lepenkového pásu vedoucího ke zvýšení elektrostatického náboje. Tloušťka materiálu má přímý vliv na vznik elektrostatického náboje.
5. **POVRCHOVÁ REZISTIVITA:** má přímý vliv na vznik elektrostatického náboje. Maximální hodnoty povrchové rezistivity ($10^{12} \Omega$) dosaženy od 7 do 10 měřeného místa. Povrchová rezistivita souvisí s vlhkostí materiálu a vývoje sušiny lepenkového pásu. **Závěr:** povrchová rezistivita má přímý vliv na vznik elektrostatického náboje, neboť čím vyšších hodnot dosahuje tím pravděpodobnější je nárůst elektrostatického náboje.

6. **TEPLOTA MATERIÁLU:** pokud teplota lepenkového pásu po výstupu z velkého leštícího válce byla více než 75°C dochází k přesušení lepenkového pásu a nárůstu elektrostatického náboje. **Závěr:** teplota materiálu má přímý vliv na vznik elektrostatického náboje.

MÍSTO MĚŘENÉ: nejvyšší naměřené hodnoty elektrostatického náboje byly zaznamenány na 10 měřeném místě (fáze hlazení lepenky v oblasti výstupu materiálu z velkého kalandru), kde dochází k vyhlazení drobných nerovností lepenkového pásu tlakem pěti kovových válců uložených nad sebou. Pokud má lepenkový pás nízkou vlhkost cca 4%, dostatečnou rychlost cca 28 m/min a dochází k dostatečnému tření povrchu lepenky s válci, zvyšuje se množství elektrostatického náboje v lepence. V případě že velikost elektrostatického náboje překročí hodnotu 29 kV/cm dochází v oblasti 10 měřeného místa k elektrostatickým výbojům. **Závěr:** měřené místo nemá přímý vliv na vznik elektrostatického náboje, avšak lokalizuje jeho výskyt a udává jeho hodnoty.

5.4.2 Veličiny nemající přímý vliv na vznik elektrostatického náboje:

1. **PODÍL POPELOVIN:** jako jsou (plnidla, nastavovala, fixační látky, barvy apod.) obsažených v lepence se u jednotlivých plošných hmotností pohybovaly od 16,05 % do 30,53 %. Při měření nebylo prokázáno, že by zvýšené nebo naopak snížené množství popelovin mělo vliv na hodnoty elektrostatického náboje. **Závěr:** množství popelovin obsažené v lepence nemá přímý vliv na vznik elektrostatického náboje.
2. **RELATIVNÍ VLHKOST VZDUCHU:** měření provedeno v období od 23.10.2012 do 16.11.2012 pomocí domácí meteorologické stanice model Sencor SWS 60 umístěné ve výrobní hale. Relativní vlhkost vzduchu v průměru činila 63,40 %. Teplota vzduchu dosahovala v průměru hodnot 21,7°C. Vlhkost vzduchu byla spíše nad papírenskou normou (50 až 55 %) i přes tuto zvýšenou vlhkost docházelo u některých druhů lepenky k nárůstu elektrostatického náboje a silným elektrostatickým výbojům. Jak je všeobecně známo má relativní vlhkost vzduchu přímý vliv na vznik elektrostatického náboje. V Otrokovických papírnách, a.s., nebylo prokázáno, že by v případě výroby hladké strojní lepenky, měla relativní vlhkost vzduchu vliv na výskyt elektrostatického náboje přímo v kartónovém stroji.

Pokud však lepenka po výstupu z KS zůstala bez řádného zabalení (např. strečová fólie) docházelo k rychlému vyrovnání vlhkosti materiálu s relativní vlhkostí vzduchu a poklesu povrchového odporu s hodnotami elektrostatického náboje.

5.4.3 Obal – elektrostatický charakter hladké strojní lepenky

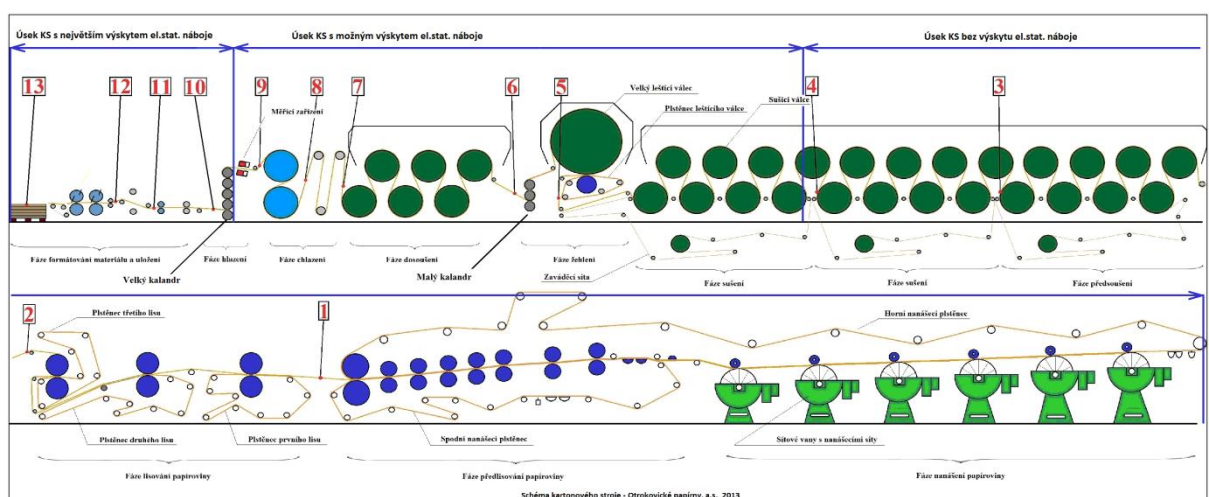
Na základě provedeného měření lze stanovit elektrostatický charakter hladké strojní lepenky dle normy ČSN EN 61340-5-1.

Tab. 6. Obaly (ČSN EN 61340-5-1) [19]

Předměty pro potlačování ESD	Požadovaný rozsah
Statically disipativní	$1 \times 10^5 \leq R_s \leq 1 \times 10^{11} \Omega$
Vodivé	$1 \times 10^2 \leq R_s < 1 \times 10^5 \Omega$
Izolující	$R_s \geq 1 \times 10^{11} \Omega$
Stínící před výbojem (sáčky)	< 50 nJ

Z výsledků provedeného měření vyplývá, že hladká strojní lepenka vyrobená v Otrokovických papírnách, a.s., při dodržení parametrů podnikové normy má charakter staticky disipativní látky (elektronickým součástkám uložených v obalu z hladké strojní lepenky nehrozí poškození vlivem elektrostatického výboje).

5.5 Rozčlenění kartónového stroje podle míst výskytu elektrostatického náboje



Obr. 19. Schéma KS s rozčleněním na místa s výskytem el. stat. náboje

Kartónový stroj lze z hlediska výskytu elektrostatického náboje rozdělit na tři základní úseky.

- Úsek KS bez výskytu elektrostatického náboje.
- Úsek KS s možným výskytem elektrostatického náboje.
- Úsek KS s vysokým výskytem elektrostatického náboje.

Toto rozčlenění kartónového stroje umožňuje určit místa, která jsou z hlediska výskytu elektrostatického náboje nebezpečná pro elektronické součástky různých přístrojů. Může se jednat o přístroje: příruční měřiče relativní a absolutní vlhkosti, infračervené závory, kamerové systémy, digitální počítače archů, různé laboratorní přístroje apod. Díky přesné lokalizaci výskytu el. stat. náboje můžeme předejít instalací a manipulaci s těmito přístroji na nevhodných místech KS a zároveň navrhnout v místě s nejvyšším výskytem elektrostatického náboje vhodné řešení vedoucí k jeho potlačení.

5.5.1 Úsek KS bez výskytu elektrostatického náboje:

Jedná se o úsek od samotného začátku kartónového stroje (sítové vany a nanášecí síta) až po první fázi sušení. Na tomto úseku tvořeného čtyřmi měřícími místy (1, 2, 3, 4 viz. obr. 9) nedocházelo v průběhu měření ke vzniku elektrostatického náboje – materiál má v těchto místech nízké hodnoty sušiny.

5.5.2 Úsek KS s možným výskytem elektrostatického náboje:

Jedná se o úsek začínající druhou fází sušení a končící před velkým kalandrem. Na tomto úseku tvořeného pěti měřícími místy (5, 6, 7, 8, 9 viz. obr. 9) v průběhu měření docházelo ke vzniku elektrostatického náboje o hodnotách 0,10 kV/cm až 25,43 kV/cm – materiál má v těchto místech vyšší hodnoty sušiny.

5.5.3 Úsek KS s vysokým výskytem elektrostatického náboje:

Jedná se o úsek začínající velkým kalandrem a končící ukladačem materiálu. Na tomto úseku tvořeného čtyřmi měřícími místy (10, 11, 12, 13 viz. obr. 9) v průběhu měření docházelo ke vzniku vysokého elektrostatického náboje o hodnotách 0 kV/cm až 50,80 kV/cm v řadě případů doprovázejícího silnými elektrostatickými výboji - materiál má v těchto místech vysoké hodnoty sušiny.

6 NAVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ PRO ODSTRANĚNÍ ELEKTROSTATICKÉHO NÁBOJE

6.1 Odstraňování elektrostatických nábojů ČSN 33 2030

Tato norma platí pro provádění ochrany ve všech nových provozech a zařízeních v prostředí s nebezpečím požáru hořlavých prachů nebo v prostředích s nebezpečím výbuchu a kde je nutno počítat s nebezpečnými nebo obtěžujícími účinky elektrostatických nábojů. Norma platí i pro dovozená zařízení. [4]

Rozhodující vliv na vznik a hromadění elektrostatických nábojů má povrchová rezistivita materiálu.

Pro určení, zda je nutno předpokládat vznik elektrostatických nábojů je rozhodující:

- Možnost elektrostatického uzemnění zařízení.
- Hodnota rezistivity u látek kapalných.
- Hodnota povrchového odporu u látek pevných. [4]

Z hlediska elektrizovatelnosti rozdělujeme látky na:

- Antistatické R_o do $10^9 \Omega$.
- Omezeně elektrizovatelné $10^9 \Omega$ až $10^{11} \Omega$.
- Elektrizovatelné R_o je větší než $10^{11} \Omega$. [4]

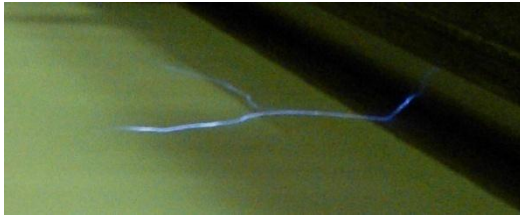
Z hlediska možnosti uzemnění lze látky rozdělit na:

- Elektricky vodivé.
- Elektrostaticky vodivé.
- Neuzemnitelné. [4]

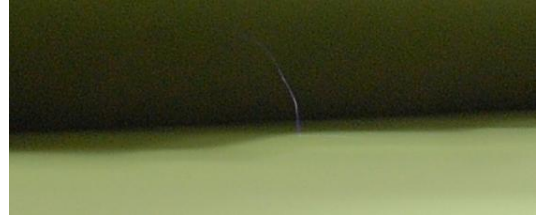
Rozeznáváme 4 druhy výbojů:

- Jiskrový výboj.
- Trsový výboj.
- Plazivý výboj.
- Doutnavý výboj. [4]

V Otrokovických papírnách se vyskytují dva druhy výbojů: plazivý a jiskrový výboj.



Obr. 20. Plazivý



Obr. 21. Jiskrový výboj

Způsob snížení vzniklých elektrických nábojů:

- Elektrostatickým uzemněním.
- Zmenšením elektrizovatelnosti vyráběného materiálu.
- Zvýšením relativní vlhkosti vzduchu.
- Použitím neutralizátorů.
- Snížením vydatnosti zdroje. [4]

Zemnění dílů zařízení lze provést:

- Na zemnicí soustavu objektů.
- Na ochranný vodič elektrovodné sítě.
- Na kovové potrubí vodovodu nebo topení.
- Na vodivé části konstrukce. [4]

**6.2 Možnost řešení odstranění elektrostatického náboje
v Otrokovických papírnách, a.s.**

V současné době je na evropském trhu neustálé se zvyšující poptávka po nízké plošné hmotnosti hladké strojní lepenky - proto jsou nuceny i Otrokovické papírny přeorientovat svůj výrobní sortiment spíše k nižším plošným hmotnostem. Tento krok povede ke snížení vlhkosti materiálu na spodní hranici podnikové tolerance a ke zvýšení četnosti elektrostatických výbojů. To může mít za následek: zvýšení nebezpečí vzniku požáru, výbuchu, nebezpečí úrazu.

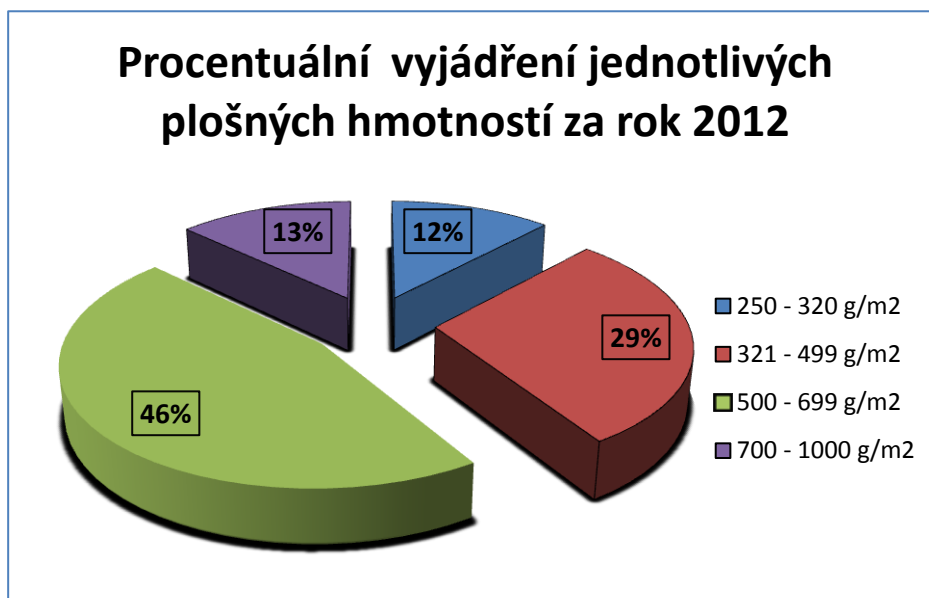
Tab. 7. Procentuální přehled výroby hladké strojní lepenky v Otrokovických papírnách, a.s. za rok 2012

Procentuální vyjádření výroby za rok 2012				
Měsíc	Procentuální vyjádření výroby za jednotlivé měsíce v roce 2012			
	250 - 320 g/m²	321 - 499 g/m²	500 - 699 g/m²	700 - 1000 g/m²
Leden	7%	26%	57%	10%
Únor	4%	26%	61%	9%
Březen	6%	30%	50%	14%
Duben	1%	36%	45%	18%
Květen	12%	38%	38%	12%
Červen	7%	27%	55%	11%
Červenec	15%	24%	41%	20%
Srpen	15%	33%	46%	6%
Září	6%	47%	32%	15%
Říjen	43%	5%	37%	15%
Listopad	10%	26%	52%	12%
Prosinec	14%	29%	41%	16%
Průměr	12%	29%	46%	13%
	41%		59%	
Slabá plošná hmot.			Silná plošná hmot.	

V tabulce jsou uvedeny jednotlivé měsíce v roce 2012 s procentuálním vyjádřením vyráběných plošných hmotností. Výroba slabých plošných hmotností tvoří 41%, což není nikterak zanedbatelná hodnota a tlak trhu může ještě tyto hodnoty nadále navyšovat.

Pokud Otrokovické papírny budou chtít v budoucnu snížit riziko vzniku nebezpečných situací vlivem elektrostatického náboje, budou nuceny tento problém řešit.

Graf 3. Grafický přehled jednotlivých plošných hmotností



Graf 4. Grafický přehled podílu slabých a silných plošných hmotností



6.2.1 Technické řešení

Elektrostatickým uzemněním – z praktického hlediska neproveditelné. Nelze dostatečně uzemnit nekonečný lepenkový pás o rychlosti cca 35 m/min.

Zmenšením elektrizovatelnosti vyráběného materiálu – to lze provést zvýšením vlhkosti vyráběného sortimentu. V praxi by to však znamenalo zhoršení pevnostních parametrů lepenky, kterou zákazník není ochoten akceptovat.

Zvýšení relativní vlhkosti vzduchu – relativní vlhkost vzduchu v době měření byla cca 63,40 %. Již stávající vlhkost vzduchu přináší celou řadu nepříjemností jako je: kondenzace vodních par a skapání vody do lepenkového pásu, koroze některých částí KS, poškozování zdiva haly, poruchy elektrických rozvaděčů a elektromotorů, znepříjemnění práce obsluze. Provedené měření navíc neprokázalo vliv relativní vlhkosti vzduchu na hodnoty elektrostatického náboje uvnitř KS. Relativní vlhkost vzduchu se začala na lepence projevovat až po jejím výstupu z KS.

Použitím neutralizátorů – tento způsob snížení elektrostatického náboje se jeví jako nejlepší alternativa, která je blíže rozvedena v následujícím bodě.

6.2.2 Instalace antistatických tyčí.

Produkt: antistatické tyče typ EP-SH-N a zdroj typu A2A7S

Výrobce: Lontech

Obchodní zastoupení: SIMCO

Technická specifikace antistatických tyčí EP-SH-N:

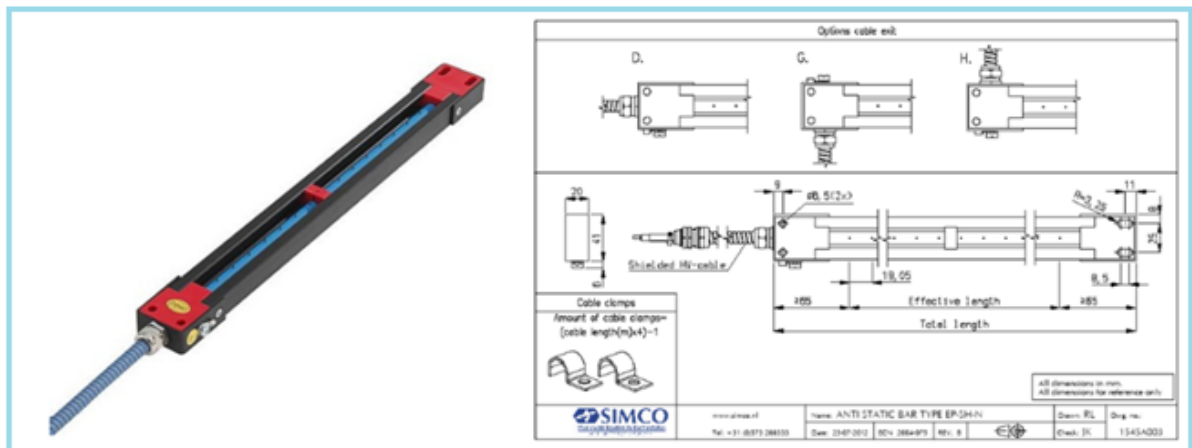
- | | |
|-----------------------------|--|
| - pracovní dosah | 10 – 150 mm |
| - materiál krytu tyče | hliník, PVC, speciální slitina ionizačních hrotů |
| - vysokonapěťový kabel | kovový stíněný, standardně 3 m |
| - váha | 0,5 kg/m |
| - okolní teplota | 0 – 55°C |
| - podmínky použití | průmyslové prostředí |
| - provozní napětí | 7 kV střídavé |
| - doporučený napájecí zdroj | A2A7S |
| - schváleno | CE, UL [22] |

Popis

Antistatické tyče napájené vysokonapěťovým zdrojem vytváří elektrické pole, které způsobí, že vzduchové molekuly v okolí tyče se rozloží na kladné a záporné ionty. Vzhledem k tomu, že se opačné náboje přitahují, bude každý nabitý materiál (kladně i záporně) procházející podél tyče, přitahovat ionty až dojde k jeho neutralizaci.

Materiály se nebudou dále navzájem přitahovat nebo lepit ke stroji. Také přitahování prachu, nebezpečí ohně nebo výbuchu a nepříjemné šoky pro obsluhu budou účinně omezeny. [22]

Antistatické tyče EP-SH-N se vyrábí v délkách od 38 do 6000 mm. Emitační hroty těchto antistatických tyčí jsou kapacitně připojeny k vysokému napětí, tzn. že při dotknutí neucítí obsluha žádný elektrický šok. Výhodou je že tyče budou pracovat i v případě zkratu několika emitačních hrotů (například vlivem silného znečištění). [22]



Obr. 22. Antistatická tyč typ EP-SH-N [22]

Produkt: napájecí zdroj typ A2A7S

Výrobce: Lontech

Obchodní zastoupení: SIMCO

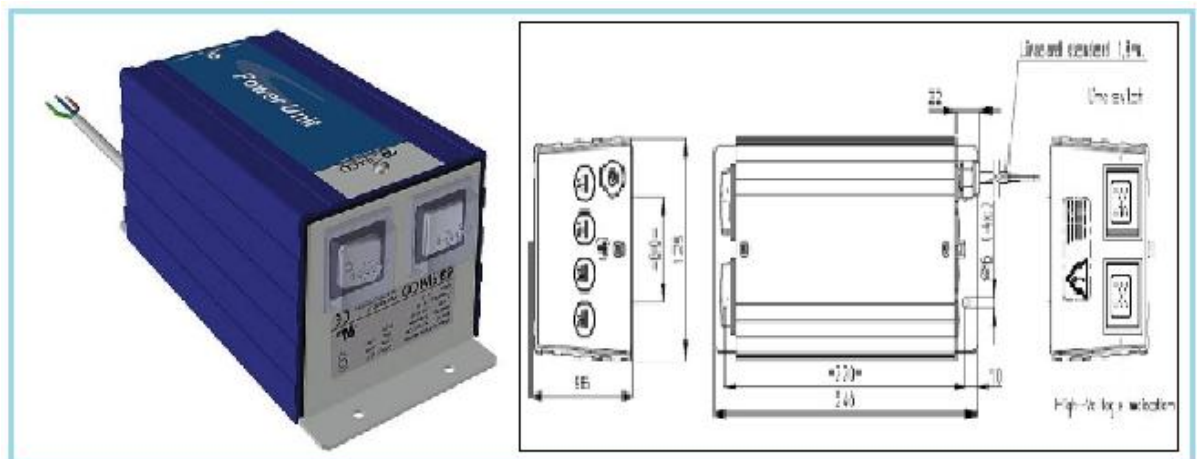
Technická specifikace napájecího zdroje typ A2A7S

- | | |
|----------------------------|--------------------------------|
| - materiál skříně | práškově lakované ocel, hliník |
| - váha | 2,8 kg |
| - počet výstupů | 4 |
| - vypínač s kontrolkou | ano |
| - přívodní kabel | 1,8 m |
| - okolní teplota | 0 – 55 °C |
| - podmínky použití | průmyslové prostředí |
| - krytí | IP – 54 |
| - indikace vysokého napětí | ano |
| - primární napětí | 230 V, na přání 110 V |
| - primární proud | max. 0,2 A |
| - frekvence | 50 Hz, na přání 60 Hz |
| - výstupní napětí | 7000 V střídavé |
| - výstupní proud | max. 2,5 mA |
| - příkon | 50 W |

- na přání vyvážení iontů, dálkové ovládání, indikace vysokého napětí (alarm)
- schváleno CE, UL [22]


Popis

Napájecí zdroj typ A2A7S - standardní model s moderní konstrukcí a snadným připojením antistatických zařízení. Je vybaven vypínačem s kontrolkou vysokého napětí. Napájecí zdroj je bezpečný vzhledem k proudovému omezení na max. 2,5 mA. Skříň zdroje má krytí IP – 54, splňuje evropské normy CE i americké UL, k zařízení je dodáváno prohlášení o shodě dle zákona č. 22/1997. Zdroj má 4 výstupy. Standardní zdroj lze doplnit o možnost vyvažování iontů, kontrolu vysokého napětí (v případě poruchy je aktivován zvukový nebo světelný alarm) a dálkové ovládání. Napájecí zdroj nevyžaduje žádnou údržbu. [22]



Obr. 23. Napájecí zdroj typ A2A7S [22]

6.2.3 Nabídka antistatické tyče typu EP-SH-N s příslušenstvím pro Otrokovické papírny, a.s. od firmy LONTECH

Nabídka					
Obchodní zastoupení: Ing. Jiří Lonský - LONTECH Býšť 34 533 22 Býšť Tel: +420-466 989 560 Fax: +420-466 989 560 Mobil: +420 603 471 086 E-mail: lontech@lontech.cz Internet: www.lontech.cz		Doklad číslo: 6100013			
		Odběratel: Otrokovické papírny, a.s. Tomáš Svoboda tř. T. Bati č.p.1657 76582 Otrokovice Czech Republic IČO: 46979816 DIČ: CZ46979816			
IČO: 15590941 DIČ: CZ5708091653 Registrace: Živnostenský list u Městského úřadu Holice č. rejstříku 1774. Smlouva o sdruženém plnění EKO-KOM EK-F00021303		Datum vystavení: 19.08.2012 Platnost do: 19.09.2012 Doprava: TNT Platební podmínky: převodem do 30 dní			
Na základě Vaší poptávky ze dne 7.1.2010					
Katalogové označení	Popis	Počet M.J.	M.J.	Cena za M.J. (EUR)	Celkem (EUR)
	Antistatická tyč EP-SH-N efektivní délka 2248 mm celková délka 2378 mm 3 m kovový ochranný kabel vývod D	1,00	ks	1 007,00	1 007,00
08.05.25.7000	Zdroj Power Unit typ A2A7S pro 230 V, 50 Hz, 7 kV, CE, UL	1,00	ks	417,00	417,00
Dodavatel: SIMCO (Nederland) B.V., P.O.Box 71, Aalsvoort 74, NL-7240 Lochem, Nizozemí Banka: ING Bank N.V., Amsterdam, nr. 655152741 Swift: INGBNL2A IBAN: NL39 INGB 0655152741 Ceny uvedeny ex works firma SIMCO (Lochem, Nizozemí), bez dopravy. Splatnost faktury 30 dní. Měna EUR. Dle dodacích podmínek firmy SIMCO. Záruka 12 měsíců. Součástí dodávky je prohlášení o shodě a návody v českém jazyce. Dodací lhůta: 3 - 4 týdny. Příloha: Specifikace zařízení. S pozdravem Ing. Jiří Lonský obchodní zastoupení firmy SIMCO, VORTEC, AHLBRANDT, FLUOR TECHNIK, PLASMATREAT					

Obr. 24. Nabídka – finanční kalkulace

6.3 Místo montáže antistatické tyče

Jako nejvhodnější místo pro instalaci antistatické tyče navrhuji prostor za velkým kalandrem (místo měření 10). A to z důvodů nejčtetnějšího výskytu elektrostatického náboje s nejvyššími naměřenými hodnotami. Antistatická tyč se instaluje 50 mm nad lepenkový pás a zafixování polohy tyče je provedeno jednoduchou konstrukcí.



Obr. 25. Místo montáže antistatické tyče

6.3.1 Přínos systému

Hlavním přínosem antistatické tyče je výrazné zmenšení elektrostatického náboje až o 95% (garantováno výrobcem) což vede ke snížení nebezpečí vzniku požáru a odbourání stresu obsluhy, která přichází do častého kontaktu s lepenkovým pásem. Dále je možné začít využívat různé druhy měřících přístrojů, což by vedlo ke zkvalitnění výstupní kontroly.

6.3.2 Spolehlivost navrženého systému:

Navržený systém není nikterak složitý, jeho konstrukce je tvořena jen dvěma základními částmi a to: antistatickou tyčí EP-SH-N a zdrojem Power Unit typ A2A7S. To zajišťuje celému systému téměř bez-údržbový provoz po celou řadu let. Dle referencí jiných společností může systém bez problému fungovat několik desítek let. Zástupce společnosti Ing. Jiří Lonský uvádí, že po celou jeho kariéru (17 let) nedošlo k závažnější závadě na instalovaném systému.

ZÁVĚR

Práce je zaměřena na vznik statické elektřiny, která je akumulována při výrobě hladké strojní lepenky a na rizika, která se sebou přináší. K tomuto měření byl využit kartónový stroj vyrobený v roce 1930. Bohužel se nejedná o nejnovější typ, jaký je k vidění například ve Švédsku, Německu či Polsku. Jeho technologie je mírně řečeno lehce zastaralá, avšak až do dnešního dne si dokázal udržet své nezastupitelné místo jak na domácím tak zahraničním trhu. Ekonomická krize z roku 2008 způsobila hluboký úpadek papíren na našem území a převážná část jich zanikla. Jejich místo již zřejmě nikdo nenahradí, neboť náklady na vybudování nové moderní papírny se pohybují v řádech stovek miliónu korun a tak většina zpracovatelů hladké strojní lepenky volí nákup levného materiálu ze zahraničí. Nikdo neví, kolik času zbývá poslední papírně v České republice – Otrokovickým papírnám, a tato práce je možná poslední příležitostí popsat velmi zajímavý fyzikální jev vznikající při výrobě hladké strojní lepenky.

V této práci byly analyzovány jednotlivé kroky výroby vztahující se vždy k dané plošné hmotnosti vyráběné lepenky. Prováděná měření byla zaměřená na konkrétní typy výrobního sortimentu, přičemž se provádělo pozorování a měření veličin doprovázející danou výrobu. Aby výsledky měření měly dostatečnou vypovídací hodnotu, bylo zapotřebí získat velké množství různých druhů veličin doprovázející konkrétní výrobu. Jednalo se o veličiny typu: plošná hmotnost dané výroby, rychlost stroje, vlhkost materiálu, tloušťka materiálu, použitý druh surovin pro výrobu, relativní vlhkost vzduchu ve výrobní hale, dodržení podnikové normy, místo provedeného měření, hodnoty vodivosti lepenky a hodnoty naměřeného elektrostatického náboje. Takto získané informace byly ještě doplněny o data z laboratoře a o data získána vizuálním pozorováním. U některých plošných hmotností bylo možné vlivem opakující se výroby provést více měření s delším časovým odstupem a u získaných hodnot provést komparaci.

Z výsledku provedeného měření byly stanoveny vlivy mající přímý podíl na vzniku elektrostatického náboje. Jedná se o plošnou hmotnost, vlhkost materiálu, rychlost kartónového stroje, tloušťku materiálu, povrchovou rezistivitu, teplotu materiálu. Dále byly stanoveny vlivy, které nemají přímý podíl na vzniku elektrostatického náboje. Jedná se o podíl popelovin a relativní vlhkost vzduchu. Na základě těchto výsledků lze určit druhy výroby, jenž jsou z hlediska akumulace elektrostatického náboje rizikové a které nikoliv. Mezi rizikové druhy výrobního sortimentu patří nízké plošné hmotnosti od 280 g/m^2 do 550 g/m^2 s nižší absolutní vlhkostí materiálu (4 – 7 % dle podnikové normy), u kterých

hrozí přesušení. Naopak mezi nerizikové skupiny patří plošné hmotnosti od 550 g/m^2 do 1000 g/m^2 , kde výrobní technologie neumožňuje přesušení lepenky a nedochází tak k akumulaci vysokých elektrostatických nábojů.

Ze získaných hodnot bylo možné kartónový stroj rozdělit z hlediska výskytu elektrostatického náboje na tři základní úseky: úsek KS bez výskytu elektrostatického náboje, úsek KS s možným výskytem elektrostatického náboje, úsek KS s vysokým výskytem elektrostatického náboje. Pomocí přesné lokalizaci těchto míst tak můžeme předejít celé řadě problémů, které vysoké hodnoty elektrostatického náboje přinášejí.

Na základě provedeného měření bylo možné stanovit obalový charakter hladké strojní lepenky dle ČSN EN 61340-5-1. Z měření vyplývá, že hladká strojní lepenka má při dodržení parametrů podnikové normy staticky disipativní charakter.

Díky této práci byly získány skutečné hodnoty elektrostatického náboje, které na kartónovém stroji vznikají. Na základě provedených měření a analýzy dat bylo navrženo řešení k eliminaci elektrostatického náboje. Tyto výsledky měření v budoucnu mohou pomoci při realizaci nových technologií a mohou vést ke snížení rizika vzniku požáru, pracovních úrazů a dalších rizik s nimi souvisejících.

Věřím, že čas a úsilí věnované dané práci pomůže lépe pochopit problematiku vzniku elektrostatického náboje v papírenském průmyslu.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The work is focused on the development of static electricity, which is stored in the production of smooth cardboard machine and the risks that entails. This measurement was to use cardboard machine made in 1930. Unfortunately it is not the latest model, which can be seen for example in Sweden, Germany and Poland. Its technology is mildly slightly outdated, but to this day to keep their irreplaceable role both in the domestic and international markets. The economic crisis of 2008 caused a deep decline of paper mills in the country and most of them disappeared. Their place has probably never replace, as the cost of building a new modern mills are moving hundreds of millions of crowns and so most processors smooth machine cardboard elects purchase cheap material from abroad. No one knows how much time remains before the last paper mill in Czech Republic - Otrokovické papírny, plc., and this work is perhaps the last opportunity to describe a very interesting physical phenomenon arising in the production of smooth cardboard machine.

In this work focuses on the individual production steps are always related to the basis weight made of cardboard. Measurements were aimed at specific types of product range, while making observations and measurements of quantities accompanying the production. That the results were sufficiently reliable, it was necessary to obtain a large number of different kinds of quantities accompanying concrete production. It was the type of variables: Weight of the production machine speed, humidity, material, material thickness, type of raw materials for production, relative humidity in the production hall, adherence to company standards, instead of performed measurements, the conductivity cardboard and measured values of electrostatic charge. The information thus obtained were supplemented by data from the laboratory and data obtained by visual observation. For some circuit weight due to repetitive manufacturing make more measurements with longer interval and the values obtained to compare them.

The outcome measurements were performed determined the effect of having direct involvement in the formation of electrostatic charge. This is the basis weight, moisture content of the material, the speed of cardboard machines, material thickness, surface resistivity, the temperature of the material. Further, the effects of which have no direct involvement in the formation of electrostatic charge. This is the proportion of ash and relative humidity. Based on these results we can determine the types of production, which in terms of electrostatic accumulation of risk and which are not. The risk types of product

range include low basis weight of 280 g/m² to 550 g/m² with a lower absolute humidity material (4-7% according to company standards) at risk overdrying. On the contrary, the non-risk group includes a weight of 550 g/m² to 1000 g/m², where the production technology does not allow over-drying board and so there is no accumulation of high electrostatic charge.

From the values obtained can be divided cardboard machine in terms of electrostatic charge on the three basic sections: a section of KS without the occurrence of electrostatic charge, KS stretch with the possible occurrence of electrostatic charge, KS stretch with a high incidence of electrostatic charge. With a precise localization of these places so we can prevent a number of problems that high levels of electrostatic charges brought.

On the basis of measurements to determine the character of the smooth machine packing carton according to EN 61340-5-1. The measurement shows that the smooth cardboard machine is in compliance with the parameters of the enterprise standard static dissipative character.

With this work were obtained actual values of electrostatic charges that arise on the cardboard machine. On the basis of the measurements and data analysis was proposed solution to eliminate electrostatic charges. These measurement results in the future may assist in the implementation of new technologies and can reduce the risk of fire, accidents and other risks associated with them.

I believe that the time and effort of the work will help to better understand the issue of electrostatic charge in the paper industry.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Drekoma [online]. [cit. 2012-11-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.drekoma.cz/zvlhcovani/jak-zvlhcovanim-predejiti-vzniku-elektrostaticke-elektriny>>
- [2] Otrokovické papírny [online]. [cit. 2012-11-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.papirny.otrokovice.cz/cesky.htm>>
- [3] Limex-technik [online]. [cit. 2012-11-27]. Dostupný z WWW: <http://www.limex-technik.cz/Zdroje/Staticka_el_prirucka.pdf>
- [4] Meech [online]. [cit. 2012-12-15]. Dostupný z WWW: <http://www.meech.com/resources/477/974_Czech_Product_Datasheet.pdf>
- [5] Topinfo s.r.o [online]. [cit. 2012-12-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/3109-elektromagneticka-kompatibilita-pro-kazdeho>>
- [6] Léčitelství [online]. [cit. 2012-12-26]. Dostupný z WWW: <http://www.lecitelstvi.com/HTML/OEP_Postel.htm>
- [7] Simco [online]. [cit. 2013-01-12]. Dostupný z WWW: <<http://simcohk.tripod.com/usa-hes.htm>>
- [8] Wassco [online]. [cit. 2012-01-20]. Dostupný z WWW: <http://www.wassco.com/Products/Desco-Surface-Resistance-Checker__DES-19640.aspx>
- [9] LÍZR, A., *Návod na obsluhu měřicího a řídicího systému Optipa*. Štětí: 2008
- [10] ČSN EN ISO 287. *Papír a lepenka – Stanovení obsahu vlhkosti dávky – Metoda sušení v sušárně*. Praha: Technická normalizační komise, 2010.
- [11] ČSN EN ISO 534. *Papír a lepenka - Stanovení tloušťky, hustoty a měrného objemu*. Praha: Technická normalizační komise, 2012.
- [12] ČSN ISO 2144. *Papier a lepenka. Určenie obsahu popola*. Bratislava: Technická normalizačná komisia, 1993.
- [13] ČSN EN 14346. *Charakterizace odpadů - Výpočet sušiny stanovením podílu sušiny nebo obsahu vody*. Praha: Technická normalizační komise, 2007.
- [14] ElektriKa [online]. [cit. 2012-12-26]. Dostupný z WWW: <<http://elektriKa.cz/data/clanky/jacsesn030811/view>>
- [15] SVAČINA, Jiří. *Základy elektromagnetické kompatibility*. Brno: MJ Servis, s.r.o., 2005. ISBN 80-214-2864-3.

- [16] HNĚTKOVSKÝ, Václav a kolektiv. *Papírenská příručka*. 1. vyd. Brno: SNTL - Nakladatelství technické literatury, n. p., 1983. ISBN 000104707.
- [17] KRKOŠKA, Pavel a Antonín BLAŽEJ. *Technológia výroby papiera*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1989. ISBN 80-05-00119-3.
- [18] CLAYTON R., Paul. *Introduction to electromagnetic compatibility*. 2nd ed. Hoboken: Wiley-Interscience, 2006. ISBN 0-471-75500-1.
- [19] ČSN EN 61340-5-1. *Elektrostatika - Část 5-1: Ochrana elektronických součástek před elektrostatickými jevy - Všeobecné požadavky*. Praha: Technická normalizační komise, 2007.
- [20] *Triboelectrification of houseflies (Musca domestica L.) walking on synthetic dielectric surfaces*. Journal of Electrostatics. 2002, issue 2. ISSN 0304-3886. DOI: 10.1016/S0304-3886(01)00177-2. Dostupné z: [http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3886\(01\)00177-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3886(01)00177-2).
- [21] *Charging by walking*. Journal of Physics D: Applied Physics. 2006, issue 2. ISSN 1361-6463. DOI: 10.1088/0022-3727/39/2/025. Dostupné z: <http://iopscience.iop.org/0022-3727/39/2/025>.
- [22] LONTECH. *Statická elektřina*. Býšť, 2012.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

A	ampér
AC	alternating current - střídavý proud
B727	Boeing 727
B747	Boeing 747
CE, UL	Communauté Européen - Evropské společenství
CO ₂	oxid uhličitý
DC	direct current - stejnosměrný proud
EKG	electrocardiogram
EMC	electromagnetic compatibility - elektromagnetická kompatibilita
ESA	elektrostatické přitahování
ESD	electrostatic discharge - elektrostatické výboje
FAA	Federal Aviation Administration - Federální úřad pro letectví
FDA	Food and Drug Administration – Federální úřad pro kontrolu potravin a léčiv v USA
GΩ	giga ohm
kg	kilogram
Kr 85	Krypton 85
KS	kartónový stroj
m	metr
mA	miliampér
MΩ	mega ohm
NASA	National Aeronautics and Space Administration - Národní úřad pro letectví a kosmonautiku
PC	personal computer - osobní počítač
PLC	programmable Logic Controller - programovatelný logický automat
PVC	polyvinylchlorid
RS 232	seriový port
RS 422	seriový port
TΩ	tera ohm
V	volt
VDT	vířivý dovláknovací třídič
VL	velká linka

VSV	vířivý separátor výplivu
VV36	vířivý rozvlákňovač
W	watt
Ω	ohm

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Vířivý rozvlákňovač VV 36,	35
Obr. 2. Technologické schéma přípravny látky	37
Obr. 3. Panoramatická fotka kartónového stroje	40
Obr. 4. Technologické schéma kartónového stroje.....	42
Obr. 5. Triboelektrická řada.....	12
Obr. 6. Pasivní neutralizátor Meech 974 [4].....	14
Obr. 7. Elektrostatický výboj v Otrokovických.....	17
Obr. 8. Velký kalandr - fáze hlazení lepenky	44
Obr. 9. Schéma kartónového stroje s označením míst měření.....	47
Obr. 10. Simco	48
Obr. 11. Richmond.....	49
Obr. 12. Schéma funkce systému.....	52
Obr. 13. Systém měřicího rámu - bez materiálu	53
Obr. 14. Systém měřicího rámu - s materiálem	53
Obr. 15. Vizualizace – PŘEHLED	54
Obr. 16. Vizualizace – SONDA.....	55
Obr. 17. Vizualizace - PŘÍČNÝ	55
Obr. 18. Vizualizace – HISTOGRAM.....	56
Obr. 19. Vizualizace – TRENDY	56
Obr. 20. Vizualizace – DRUH.....	57
Obr. 21. Vizualizace – DIAGNOSTIKA.....	57
Obr. 22. Vizualizace - data příčného profilu	58
Obr. 23. Laboratorní pec.....	62
Obr. 24. Elektrostatický výboj při výrobě lepenky.....	68
Obr. 25. Elektrostatický výboj při výrobě lepenky.....	71
Obr. 31. Schéma KS s rozčleněním na místa s výskytem el. stat. náboje	76
Obr. 32. Plazivý	Obr. 33. Jiskrový výboj
Obr. 34. Antistatická tyč typ EP-SH-N [22].....	83
Obr. 35. Napájecí zdroj typ A2A7S [22].....	84
Obr. 36. Nabídka – finanční kalkulace	85
Obr. 37. Místo montáže antistatické tyče	86
Obr. 26. Elektrostatický výboj při výrobě	106

Obr. 27. Elektrostatický výboj při výrobě lepenky.....	111
Obr. 28. Elektrostatický výboj při výrobě lepenky.....	111
Obr. 29. Elektrostatický výboj při výrobě lepenky o plošné	115
Obr. 30. Elektrostatický výboj při výrobě lepenky.....	125

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Druhy vyráběných	33
Tab. 2. Druhy sběrových materiálu	33
Tab. 3. Relativní vlhkost vzduchu a teplota v OP	17
Tab. 4. Napětí statické elektřiny generované na pracovištích výroby	19
Tab. 5. Nabíjení el. stat. nábojem během chůze po různých druzích mat. [2].....	19
Tab. 6. Zdroje způsobující rušení palubních systémů [5].....	24
Tab. 7. Základní řetězec EMC a příklady jednotlivých oblastí [15].....	26
Tab. 8. Obal [19].....	30
Tab. 9. Výsledky provedeného měření z kartónového stroje	63
Tab. 10. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 250 až 350 g/m ²	66
Tab. 11. Vývoj teploty materiálu	67
Tab. 12. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 250 až 350 g/m ²	70
Tab. 29. Vyhodnocení naměřených výsledků.....	72
Tab. 30. Obaly (ČSN EN 61340-5-1).....	76
Tab. 31. Procentuální přehled výroby hladké strojní lepenky	80
Tab. 13. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 250 až 350 g/m ²	106
Tab. 14. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 250 až 350 g/m ²	108
Tab. 15. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 250 až 350 g/m ²	110
Tab. 16. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 351 až 500 g/m ²	114
Tab. 17. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 351 až 500 g/m ²	118
Tab. 18. Teplota lepenkového pásu měření č. 22	119
Tab. 19. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 351 až 500 g/m ²	122
Tab. 20. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 501 až 650 g/m ²	124
Tab. 21. Teplota lepenkového pásu měření č. 5	124
Tab. 22. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 501 až 650 g/m ²	127
Tab. 23. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 501 až 650 g/m ²	130
Tab. 24. Teplota lepenkového pásu	131
Tab. 25. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 651 až 800 g/m ²	133
Tab. 26. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 801 až 900 g/m ²	135
Tab. 27. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 801 až 900 g/m ²	137
Tab. 28. Teplota lepenkového pásu u měření č. 23	138

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I. Tabulky hodnot provedených měření

Příloha P II. Rozbor měření

Příloha P III. Podniková norma Otrokovických papíren

PŘÍLOHA P I: TABULKY HODNOT PROVEDENÝCH MĚŘENÍ

Druh materiálu:	Hnědo-hnědá	Plošná hmot.:	340 g/m ²	Datum:	23.10.2012
Průměr ploš. hmot.:	355,8 g/m ²	Čas měření:	19:21		
Průměr vlhkosti:	4,9 %	Rychlost KS:	31 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 4 - 7%	Popeloviny.:	17,08%		
Tloušťka materiálu:	0,47 mm	Odběr číslo:	3		
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO				
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	ANO				

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,51	2,36	0,25	0,58	1,19
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁸	10 ¹⁰	10 ¹¹	10 ¹¹	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹¹

Druh materiálu:	Proložka	Plošná hmot.:	450 g/m ²	Datum:	25.10.2012
Průměr ploš. hmot.:	466,8 g/m ²	Čas měření:	12:55		
Průměr vlhkosti:	5 %	Rychlost KS:	32,5 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 5 - 8%	Popeloviny.:	21,77%		
Tloušťka materiálu:	0,71 mm	Odběr číslo:	4		
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO				
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	ANO				

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,56	1,02	1,14	1,70	5,00
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁸	10 ¹⁰	10 ¹¹	10 ¹¹	10 ¹¹	10 ¹¹	10 ¹¹	10 ¹¹

Druh materiálu:	Proložka Nájezd KS	Plošná hmot.:	550 g/m ²	Datum:	29.10.2012
Průměr ploš. hmot.:	433,9 g/m ²	Čas měření:	12:10		
Průměr vlhkosti:	2,6 %	Rychlost KS:	28,1 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 6 - 9 %	Popeloviny.:	21,62%		
Tloušťka materiálu:	0,73 mm	Odběr číslo:	5		
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	NE				
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	NE				

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	0,94	20,37	25,43	48,39	23,50	16,26	49,17
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁸	10 ¹⁰	10 ¹¹	10 ¹¹	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²

Druh materiálu:	Modro-hnědá	Plošná hmot.:	650 g/m ²	Datum:	29.10.2012
Průměr ploš. hmot.:	636,9 g/m ²	Čas měření:	18:10		
Průměr vlhkosti:	6,9 %	Rychlost KS:	24,5 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 6 - 9 %	Popeloviny.:	21,79%		
Tloušťka materiálu:	0,95 mm	Odběr číslo:	6		
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO				
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	ANO				

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,08	0,08	0,08	0,05	0,05	0,08	0,08
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁸	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹

Druh materiálu:	Hnědo-hnědá	Plošná hmot.:	850 g/m ²	Datum:	30.10.2012
Průměr ploš. hmot.:	819,7 g/m ²	Čas měření:	7:00		
Průměr vlhkosti:	10,1 %	Rychlost KS:	20,5 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 7 - 10 %	Popeloviny.:	16,96%		
Tloušťka materiálu:	1,17 mm	Odběr číslo:	7		
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO				
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	ANO				

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁸	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹

Druh materiálu:	Hnědo-hnědá barvená	Plošná hmot.:	600 g/m ²	Datum:	30.10.2012
Průměr ploš. hmot.:	594,5 g/m ²	Čas měření:	14:00		
Průměr vlhkosti:	6,7 %	Rychlost KS:	26,8 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 6 - 9 %	Popeloviny.:	19,86%		
Tloušťka materiálu:	0,89 mm	Odběr číslo:	8		
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO				
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	ANO				

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,03	0,00	0,03	0,03	0,05	0,05
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁸	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰

Druh materiálu:	Proložka	Plošná hmot.:	900 g/m ²	Datum:	31.10.2012
Průměr ploš. hmot.:	940,6 g/m ²	Čas měření:	7:42		
Průměr vlhkosti:	11,8 %	Rychlost KS:	19 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 8 - 11 %	Popeloviny.:	18,39%		
Tloušťka materiálu:	1,29 mm	Odběr číslo:	9		
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO				
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	ANO				

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁹	10 ⁹

Druh materiálu:	Proložka	Plošná hmot.:	800 g/m ²	Datum:	30.10.2012
Průměr ploš. hmot.:	736,6 g/m ²	Čas měření:	14:20		
Průměr vlhkosti:	6,7 %	Rychlost KS:	21,5 m/min		

Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 7 - 10 %	Popeloviny::	20,51%
Tloušťka materiálu:	1,17 mm	Odběr číslo:	10
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	NE		
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	NE		

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,36
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁹	10 ⁹	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰

Druh materiálu:	Proložka	Plošná hmot.:	650 g/m ²	Datum:	31.10.2012
Průměr ploš. hmot.:	650 g/m ²	Čas měření:	14:10		
Průměr vlhkosti:	5,9 %	Rychlost KS:	25 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 6 - 9 %	Popeloviny::	19,44%		
Tloušťka materiálu:	1,01 mm	Odběr číslo:	11		
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO				
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	ANO				

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,36
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁹	10 ⁹	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰

Druh materiálu:	Proložka	Plošná hmot.:	350 g/m ²	Datum:	1.11.2012
Průměr ploš. hmot.:	342 g/m ²	Čas měření:	6:50		
Průměr vlhkosti:	3,3 %	Rychlost KS:	32 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 4 - 7 %	Popeloviny::	16,85%		
Tloušťka materiálu:	0,54 mm	Odběr číslo:	12		
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO				
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	NE				

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,71	1,93	29,87	20,35	10,31	2,67
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁷	10 ⁸	10 ¹¹	10 ¹¹	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²

Druh materiálu:	Proložka	Plošná hmot.:	400 g/m ²	Datum:	2.11.2012
Průměr ploš. hmot.:	422,4 g/m ²	Čas měření:	9:30		
Průměr vlhkosti:	5,5 %	Rychlost KS:	32 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 5 - 8 %	Popeloviny::	17,54%		
Tloušťka materiálu:	0,65 mm	Odběr číslo:	13		
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO				
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	ANO				

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,51	0,58	0,81	1,47
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁷	10 ⁹	10 ⁹	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹¹	10 ¹¹

Druh materiálu:	Proložka	Plošná hmot.:	450 g/m ²	Datum:	2.11.2012
Průměr ploš. hmot.:	472,7 g/m ²	Čas měření:	13:45		
Průměr vlhkosti:	5,7 %	Rychlost KS:	32,3 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 5 - 8 %	Popeloviny::	17,10%		
Tloušťka materiálu:	0,72 mm	Odběr číslo:	14		
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO				
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	ANO				

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,15	0,25	0,46	0,94
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁶	10 ⁸	10 ⁹	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹¹	10 ¹⁰

Druh materiálu:	Bílo-šedá	Plošná hmot.:	400 g/m ²	Datum:	5.11.2012
Průměr ploš. hmot.:	407,7 g/m ²	Čas měření:	13:45		
Průměr vlhkosti:	2,7 %	Rychlost KS:	28,1 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 5 - 8 %	Popeloviny::	30,53%		
Tloušťka materiálu:	0,53 mm	Odběr číslo:	15		
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO				
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	NE				

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,35	2,03	2,16	50,60	46,02	33,17	12,80
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁸	10 ¹⁰	10 ¹¹	10 ¹¹	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²

Druh materiálu:	Bílo-bílá	Plošná hmot.:	450 g/m ²	Datum:	5.11.2012
Průměr ploš. hmot.:	451,4 g/m ²	Čas měření:	17:17		
Průměr vlhkosti:	4,6 %	Rychlost KS:	28,1 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 5 - 8 %	Popeloviny::	29,13%		
Tloušťka materiálu:	0,60 mm	Odběr číslo:	16		
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO				
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	ANO				

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	2,84	0,28	0,13	0,13
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁸	10 ¹⁰	10 ¹⁰	10 ¹²	10 ¹¹	10 ¹²	10 ¹²

Druh materiálu:	Bílo-šedá	Plošná hmot.:	500 g/m ²	Datum:	6.11.2012
Průměr ploš. hmot.:	519,8 g/m ²	Čas měření:	7:00		
Průměr vlhkosti:	7,2 %	Rychlost KS:	29,2 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 5 - 8 %	Popeloviny::	22,94%		
Tloušťka materiálu:	0,73 mm	Odběr číslo:	17		
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO				
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	ANO				

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	1,42	0,05	0,56	0,48
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁶	10 ⁸	10 ⁸	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²

Druh materiálu:	Proložka	Plošná hmot.:	280 g/m ²	Datum:	6.11.2012
Průměr ploš. hmot.:	286,1 g/m ²	Čas měření:	22:15		
Průměr vlhkosti:	4,3 %	Rychlost KS:	32 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 4 - 7 %	Popeloviny::	20,48%		
Tloušťka materiálu:	0,49 mm	Odběr číslo:	18		
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO				
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	ANO				

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	0,56	0,56	1,52	50,19	36,20	28,45	38,84
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁸	10 ¹⁰	10 ¹¹	10 ¹¹	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²

Druh materiálu:	Proložka	Plošná hmot.:	280 g/m ²	Datum:	7.11.2012
Průměr ploš. hmot.:	291 g/m ²	Čas měření:	8:00		
Průměr vlhkosti:	3,7 %	Rychlost KS:	31,2 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 4 - 7 %	Popeloviny::	19,06%		
Tloušťka materiálu:	0,47 mm	Odběr číslo:	19		
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO				
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	NE				

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,57	7,65	5,21	49,68	27,97	48,29	46,38
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁸	10 ⁸	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²

Druh materiálu:	Proložka	Nájezd KS	Plošná hmot.:	300 g/m ²	Datum:	7.11.2012
Průměr ploš. hmot.:	319,8 g/m ²		Čas měření:	12:40		
Průměr vlhkosti:	6,8 %		Rychlost KS:	31,2 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 4 - 7 %		Popeloviny::	18,07%		
Tloušťka materiálu:	0,48 mm		Odběr číslo:	20		
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO					
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	ANO					

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	1,63	2,54	4,19	12,75	11,43
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁸	10 ¹¹	10 ¹¹	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²

Druh materiálu:	Proložka	Nájezd KS	Plošná hmot.:	300 g/m ²	Datum:	12.11.2012
Průměr ploš. hmot.:	316,8 g/m ²		Čas měření:	10:50		
Průměr vlhkosti:	4 %		Rychlost KS:	30 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 4 - 7 %		Popeloviny::	20,38%		

Tloušťka materiálu:	0,47 mm	Odběr číslo:	21
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO		
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	ANO		

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,56	2,51	10,13	3,71	49,45	49,23	45,36	49,10
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁸	10 ¹⁰	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²

Druh materiálu:	Hnědo-hnědá	Plošná hmot.:	450 g/m ²	Datum:	14.11.2012
Průměr ploš. hmot.:	465,1 g/m ²	Čas měření:	14:10		
Průměr vlhkosti:	6,8 %	Rychlost KS:	32 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 5 - 8 %	Popeloviny.:	16,05%		
Tloušťka materiálu:	0,72 mm	Odběr číslo:	22		
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO				
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	ANO				

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	23,44	0,38	0,94	0,61
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁹	10 ¹⁰	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²

Druh materiálu:	Proložka	Plošná hmot.:	900 g/m ²	Datum:	15.11.2012
Průměr ploš. hmot.:	888,1 g/m ²	Čas měření:	14:10		
Průměr vlhkosti:	9,2 %	Rychlost KS:	20 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 8 - 11 %	Popeloviny.:	22,29%		
Tloušťka materiálu:	1,17 mm	Odběr číslo:	23		
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO				
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	ANO				

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹

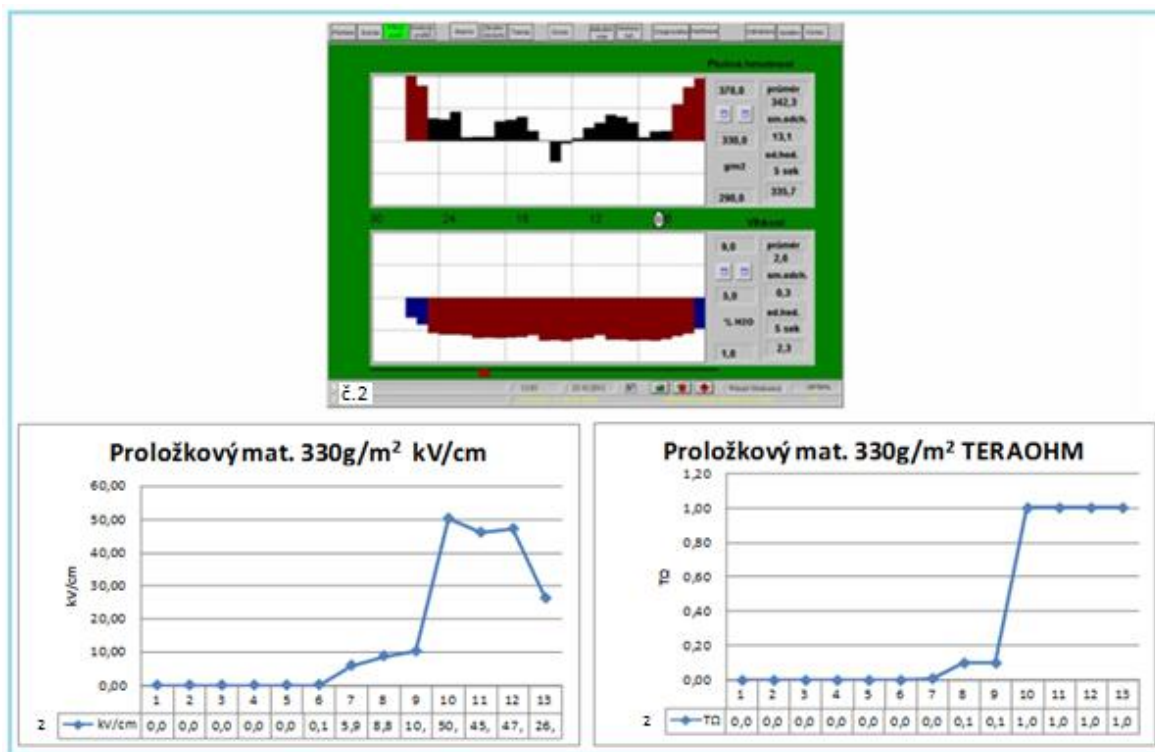
Druh materiálu:	Šedo-šedá	Plošná hmot.:	600 g/m ²	Datum:	16.11.2012
Průměr ploš. hmot.:	601,9 g/m ²	Čas měření:	14:05		
Průměr vlhkosti:	7,1 %	Rychlost KS:	20 m/min		
Podnik. norm. vlhk.:	rozmezí 6 - 9 %	Popeloviny.:	20,35%		
Tloušťka materiálu:	0,89 mm	Odběr číslo:	24		
Splnění podmínek PN (plošné hmotnosti):	ANO				
Splnění podmínek PN (vlhkosti):	ANO				

Veličina	Místa odběru - hodnoty měření												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kV/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,03	0,15	0,05
OHMS	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁴	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁸	10 ⁹	10 ⁹	10 ⁹

PŘÍLOHA P II: ROZBOR MĚŘENÍ

Plošná hmotnost 330 g/m² (měření č. 2)

Graf 5. Grafické znázornění plošné hmotnosti, vlhkosti, elektrostatického náboje a povrchové rezistivity u měření č. 2



Rozbor provedeného měření:

- Počet provedených měření v plošné hmotnosti 330 g/m²: jedno měření. Provedeno 23.10.2012 ve 12:10 hod.
- Měření číslo: 2
- Materiál: Proložkový
- Plošná hmotnost: odpovídá podnikové normě (přípustné odchýlení od podnikové normy ± 6 %).
- Vlhkost: neodpovídá podnikové normě (tolerance v rozmezí 4 až 7 % vlhkosti materiálu).
- Rychlost kartónového stroje: 31 m/min.
- Tloušťka materiálu: 0,49 mm.
- Popeloviny: 19,55 %. Poměr dávkování jednotlivých druhů sběrových materiálů je uveden v tabulce:

Tab. 8. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 250 až 350 g/m²

Plošná hmotnost g/m ²	Kód SP	Druh SP	Poměr míchání	
		PROLOŽKA		
250 - 350	1.02	Smíšené papíry a lepenky tříděné	2	2:3
	1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)	3	
	1.02	Školy (cca 8t / 1den)	+	
	1.03	Vratný odpad Budova 38 (cca 2,5t / 1den)	+	

Měření elektrostatického náboje:

- Provedeno měření označené číslem 2 pomocí kompaktního elektrostatického přístroje Simco - pro vyhledání a měření statického náboje. První až páté měřené místo bez projevu elektrostatického náboje, ten se začíná vytvářet na šestém měřeném místě (fáze žehlení). Hodnoty dosahují svého maxima na měřeném desátém místě (fáze hlazení) 50,14 kV/cm. Dochází k jasně viditelným elektrostatickým výbojům dlouhých až několik desítek cm. Hotový materiál uložený v ukladači dosahuje hodnot 26,19 kV/cm.



Obr. 26. Elektrostatický výboj při výrobě lepenky o plošné hmotnosti 330 g/m²

Vyhodnocení povrchové rezistivity materiálu:

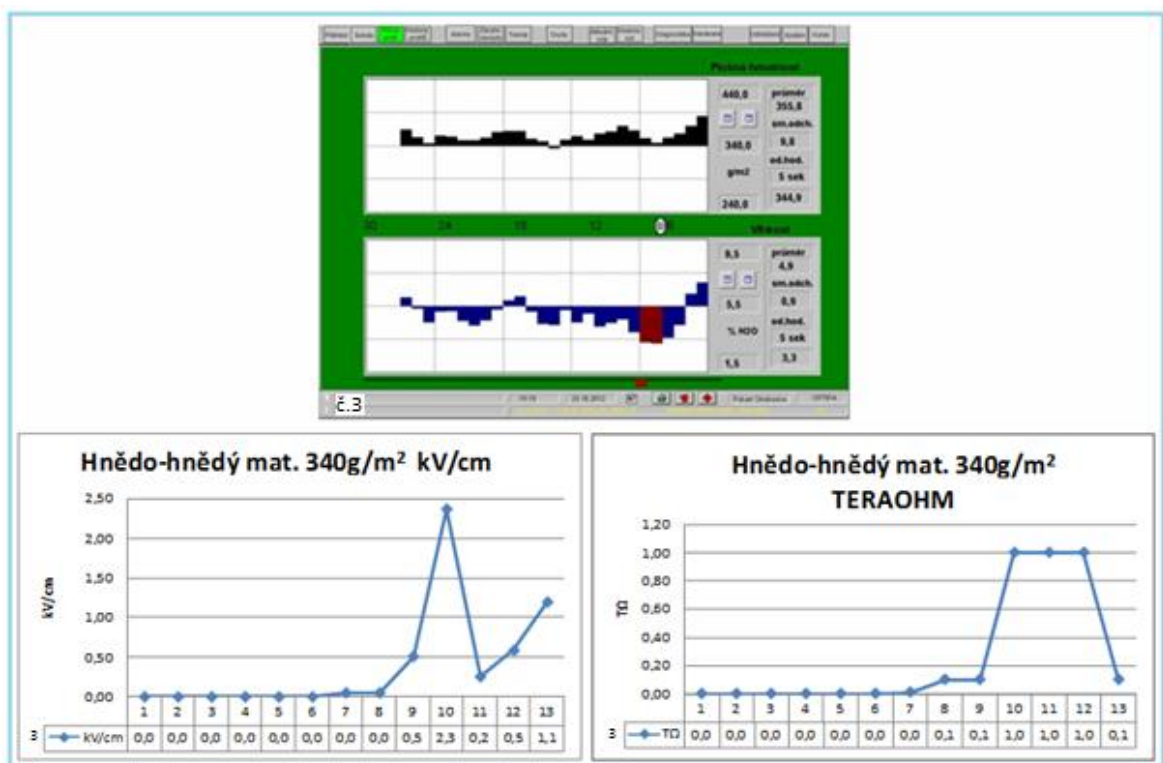
- Provedeno měření označené číslem 2 pomocí kompaktního přístroje Surface Resistance Checker. Nárůst povrchové rezistivity zaznamenán na pátém měřeném místě (fáze žehlení). Rezistivita pozvolná stoupá a svého maxima dosahuje na desátém měřeném místě (fáze hlazení) 10¹² Ω. Po dosažení maximálních hodnot jsou výsledky již neměnné.

Vyhodnocení:

- Rychlost kartónového stroje dosahuje takřka svého konstrukčního maxima (33 m/min) v průměru činí 31 m/min.
- Průměrná vlhkost materiálu je velmi nízká (2,6 %) a nesplňuje podmínky stanovené podnikovou normou.
- Tloušťka materiálu dosahuje v průměru 0,49 mm.
- Dosaženo téměř maximálního měřitelného náboje 50,14 kV/cm (na přístroji Simco max. hodnota 51 kV/cm) na desátém měřeném místě – oblast velkého kalandru.
- Povrchová rezistivita dosáhla svého maxima (na přístroji Richmond $10^{12} \Omega$) na desátém měřeném místem – oblast velkého kalandru.
- Po celou dobu výroby, docházelo k silným elektrostatickým výbojům v oblasti velkého kalandru.

Plošná hmotnost 340 g/m^2 (měření č. 3)

Graf 6. Grafické znázornění plošné hmotnosti, vlhkosti, elektrostatického náboje a povrchové rezistivity u měření č. 3



Rozbor provedeného měření:

- Počet provedených měření v plošné hmotnosti 340 g/m²: jedno měření. Provedeno 23.10.2012 ve 19:21 hod.
- Měření číslo: 3.
- Materiál: Hnědo-hnědý
- Plošná hmotnost: odpovídá podnikové normě (přípustné odchýlení od podnikové normy ± 6 %)
- Vlhkost: odpovídá podnikové normě (tolerance v rozmezí 4 až 7 % vlhkosti materiálu).
- Rychlost kartónového stroje: 31 m/min.
- Tloušťka materiálu: 0,47 mm.
- Popeloviny: 17,08 %. Poměr dávkování jednotlivých druhů sběrových materiálů je uveden v tabulce:

Tab. 9. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 250 až 350 g/m²

Plošná hmotnost g/m ²	Kód SP	Druh SP	Poměr míchání	
		PROLOŽKA		
250 - 350	1.02	Smíšené papíry a lepenky tříděné	2	2:3
	1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)	3	
	1.02	Školy (cca 8t / 1den)	+	
	1.03	Vratný odpad Budova 38 (cca 2,5t / 1den)	+	

Měření elektrostatického náboje:

- Provedeno měření označené číslem 3 pomocí kompaktního elektrostatického přístroje Simco - pro vyhledání a měření statického náboje. První až šeté měřené místo bez projevu elektrostatického náboje, ten se začíná vytvářet na sedmém měřeném místě (fáze dosoušení). Hodnoty dosahují svého maxima na měřeném desátém místě (fáze hlazení) 2,36 kV/cm. Elektrostatický náboj nedosahuje takových hodnot, aby byl doprovázen výboji. Hotový materiál uložený v ukladači dosahuje hodnot 1,19 kV/cm.

Vyhodnocení povrchové rezistivity materiálu:

- Provedeno měření označené číslem 3 pomocí kompaktního přístroje Surface Resistance Checker. Nárůst povrchové rezistivity zaznamenán na pátém měřeném

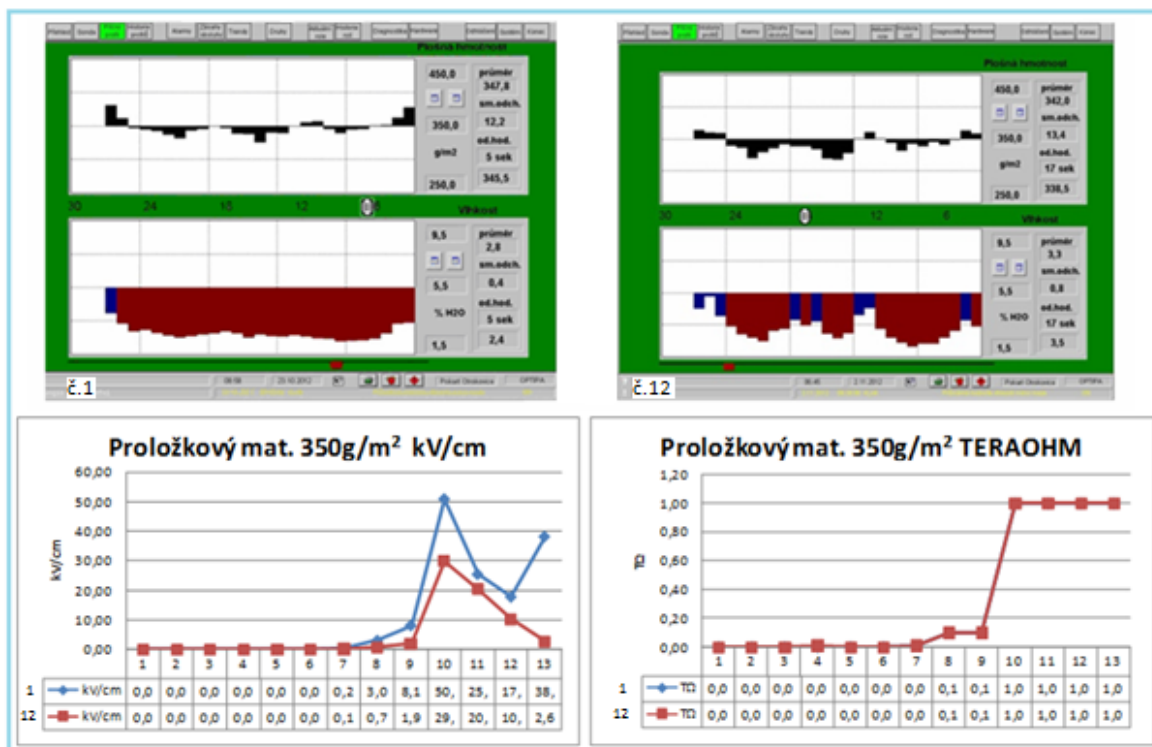
místě (fáze žehlení). Rezistivita pozvolná stoupá a svého maxima dosahuje na desátém měřeném místě (fáze hlazení) $10^{12} \Omega$. Po dosažení maximálních hodnot jsou výsledky již téměř neměnné.

Vyhodnocení:

- Rychlost kartónového stroje dosahuje takřka svého konstrukčního maxima (33 m/min) v průměru činí 31 m/min.
- Průměrná vlhkost materiálu je (4,9 %) a splňuje podmínky stanovené podnikovou normou.
- Tloušťka materiálu dosahuje v průměru 0,47 mm.
- Dosaženo velmi nízkého měřeného náboje 0,58 kV/cm (na přístroji Simco max. hodnota 51 kV/cm) na dvanáctém měřeném místě – fáze před vstupem do sekacího stroje.
- Povrchová rezistivita dosáhla svého maxima (na přístroji Richmond $10^{12} \Omega$) na desátém měřeném místě – oblast velkého kalandru.
- Při výrobě nedocházelo k elektrostatickým výbojům.

Plošná hmotnost 350 g/m^2 (měření č. 1 a 12)

Graf 7. Grafické znázornění plošné hmotnosti, vlhkosti, elektrostatického náboje a povrchové rezistivity u měření č. 1, 12



Rozbor provedeného měření:

- Počet provedených měření v plošné hmotnosti 350 g/m²: dvě měření. První provedeno 23.10.2012 ve 9:10 hod., druhé měření 2.11.2012 v 6:50 hod.
- Měření číslo: 1, 12.
- Materiál: Proložkový
- Plošná hmotnost: v obou případech odpovídá podnikové normě (přípustné odchýlení od podnikové normy ± 6 %)
- Vlhkost: v obou případech neodpovídá podnikové normě (tolerance v rozmezí 4 až 7 % vlhkosti materiálu).
- Rychlost kartónového stroje: je mírně odlišná (30,5 m/min – 32 m/min)
- Tloušťka materiálu: 0,49 mm a 0,54 mm. Rozdíl o 0,05 mm.
- Popeloviny: měření č. 1 = 19,59 %, měření č. 12 = 16,85 %. Rozdíl v popelovinách 2,74 %. Rozdíl v popelovinách značí, že v případě měření 12 obsahoval sběrový materiál menší množství plnidel, nadstavovadel a pomocných papírenských prostředků – jeho kvalita byla lepší. Poměr dávkování jednotlivých druhů sběrových materiálů je uveden v tabulce:

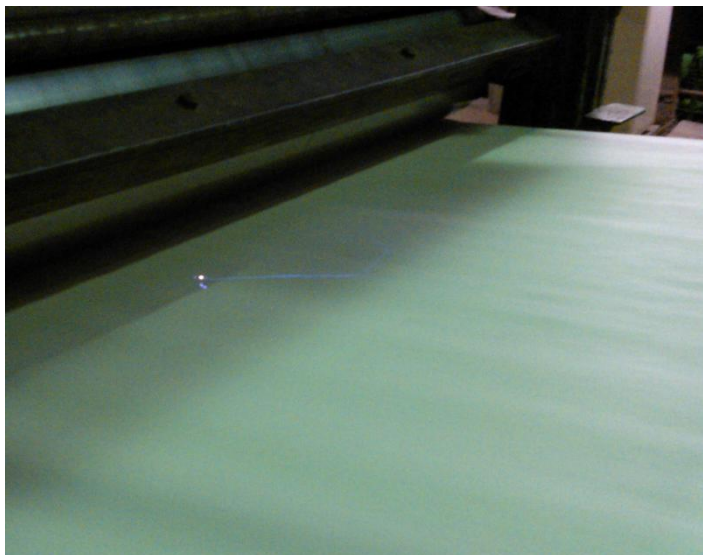
Tab. 10. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 250 až 350 g/m²

Plošná hmotnost g/m ²	Kód SP	Druh SP	Poměr míchání	
		PROLOŽKA		
250 - 350	1.02	Smíšené papíry a lepenky tříděné	2	2:3
	1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)	3	
	1.02	Školy (cca 8t / 1den)	+	
	1.03	Vratný odpad Budova 38 (cca 2,5t / 1den)	+	

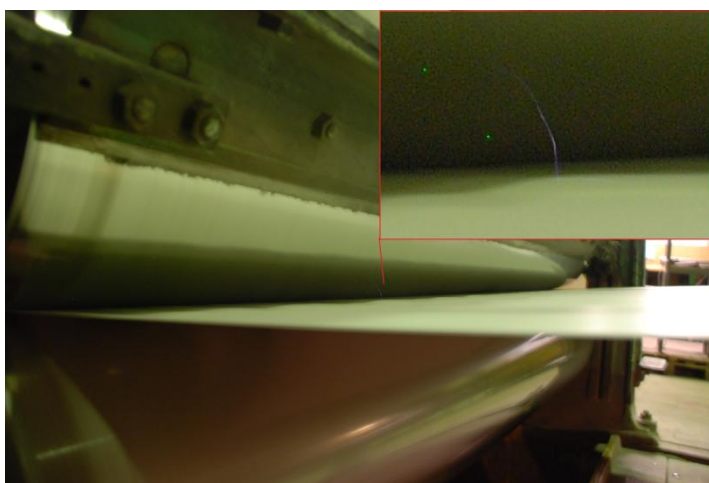
Měření elektrostatického náboje:

- Provedeno měření označené číslem 1 a číslem 12 pomocí kompaktního elektrostatického přístroje Simco - pro vyhledání a měření statického náboje. První až šesté měřené místo bez projevu elektrostatického náboje, ten se začíná vytvářet u měření 1 a 12 na sedmém měřeném místě (fáze chlazení). Elektrostatický náboj skokově roste a svého maxima dosahuje u měření 1 a 12 na desátém měřeném místě (fáze hlazení). Hodnoty jsou u měření 1 značně vysoké 50,80 kV/cm. U měření 12 dosahují hodnot 29,87 kV/cm. U měření 1 dochází k jasně viditelným elektrostatickým výbojům dlouhých několik cm (nedosahují však takové intenzity jako u plošné hmotnosti 280 g/m²). Poté se náboj snižuje, avšak průchodem

příčného sekacího stroje u měření 1 zase narůstá. U měření 12 dochází k velmi malým výbojům, které lze jen stěží vizuálně zachytit. Hotový materiál uložený v ukladači dosahuje u měření 1 hodnot 38,10 a u měření 12 hodnot 2,67 kV/cm.



Obr. 27. Elektrostatický výboj při výrobě lepenky o plošné hmotnosti 350 g/m² měření č.1



Obr. 28. Elektrostatický výboj při výrobě lepenky o plošné hmotnosti 350 g/m² měření č.12

Vyhodnocení povrchové rezistivity materiálu:

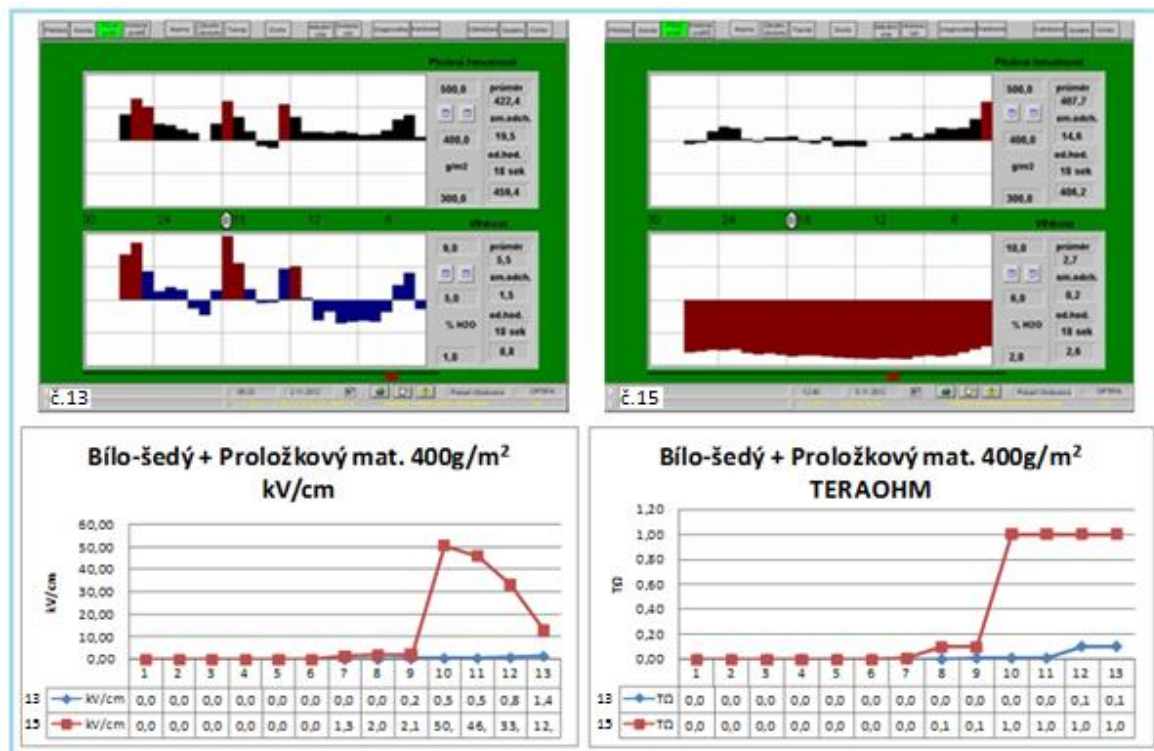
- Provedeno měření označené číslem 1 a číslem 12 pomocí kompaktního přístroje Surface Resistance Checker. Nárůst povrchové rezistivity zaznamenán u měření 1 a 12 na pátém měřeném místě (fáze žehlení). U obou měření povrchová rezistivita pozvolna stoupá a svého maxima dosahuje u měření 1 na desátém měřeném místě (fáze hlazení) $10^{12} \Omega$, u měření 12 na devátém měřeném místě (fáze chlazení) $10^{12} \Omega$. Po dosažení maximálních hodnot jsou výsledky již neměnné.

Vyhodnocení:

- Rychlost kartónového stroje je u obou měření odlišná a to 1,5 m/min.
- Průměrná vlhkost materiálu dosahuje v obou případech podobných hodnot. U měření 1 dosahuje průměrná vlhkost 2,8 % a nesplňuje podmínky podnikové normy, u měření 12 dosahuje průměrná vlhkost 3,3 % a taktéž nesplňuje podmínky podnikové normy.
- Tloušťky materiálu se liší a to o 0,05 mm.
- Pouze v případě měření 1 dosaženo téměř maximálního měřitelného náboje 50,80 kV/cm (na přístroji Simco max. hodnota 51 kV/cm) na desátém měřeném místě – oblast velkého kalandru. U měření 12 jsou hodnoty měřeného náboje výrazně nižší a to až o 20,93 kV/cm.
- Povrchová rezistivita dosáhla u obou měření svého maxima (na přístroji Richmond 10^{12} Ω), každý však na jiném měřeném místě. U měření 1 byl maximální odpor zaznamenán na 10 měřeném místě. Zatímco u měření 12 bylo dosaženo maximálního odporu již u 9 měřeného místa – fáze chlazení.
- U měření 1 docházelo v průběhu výroby, k silným elektrostatickým výbojům v oblasti velkého kalandru, zatímco u měření 12 byl elektrostatický výboj jen stěží zachytitelný.

Plošná hmotnost 400 g/m² (měření č. 13 a 15)

Graf 8. Grafické znázornění plošné hmotnosti, vlhkosti, elektrostatického náboje a povrchové rezistivity u měření č. 13, 15



Rozbor provedeného měření:

- Počet provedených měření v plošné hmotnosti 400 g/m²: dvě měření. První provedeno 2.11.2012 ve 9:30 hod., druhé měření 5.11.2012 v 12:50 hod.
- Měření číslo: 13, 15.
- Materiál: Bílo-šedý, Proložka
- Plošná hmotnost: v obou případech odpovídá podnikové normě (přípustné odchýlení od podnikové normy ± 6 %)
- Vlhkost: v měření 15 neodpovídá podnikové normě (tolerance v rozmezí 5 až 8 % vlhkosti materiálu).
- Rychlost kartónového stroje: je odlišná (32 m/min – 28,1 m/min)
- Tloušťka materiálu: 0,65 mm a 0,53 mm. Rozdíl o 0,12 mm.
- Popeloviny: měření č. 13 = 17,54 %, měření č. 15 = 30,53 %. Rozdíl v popelovinách 12,99 %. Důvod rozdílu popelovin – u měření 15 byla lícová vrstva tvořena tříděným sběrovým materiálem třídy 3.18 bílé bezdřevé nenatírané odřezky. Materiál obsahuje určité množství optických zjasňovačů a látek na

zvyšování opacity, které v konečném důsledku zvyšují podíl popelovin. Poměr dávkování jednotlivých druhů sběrových materiálů je uveden v tabulce:

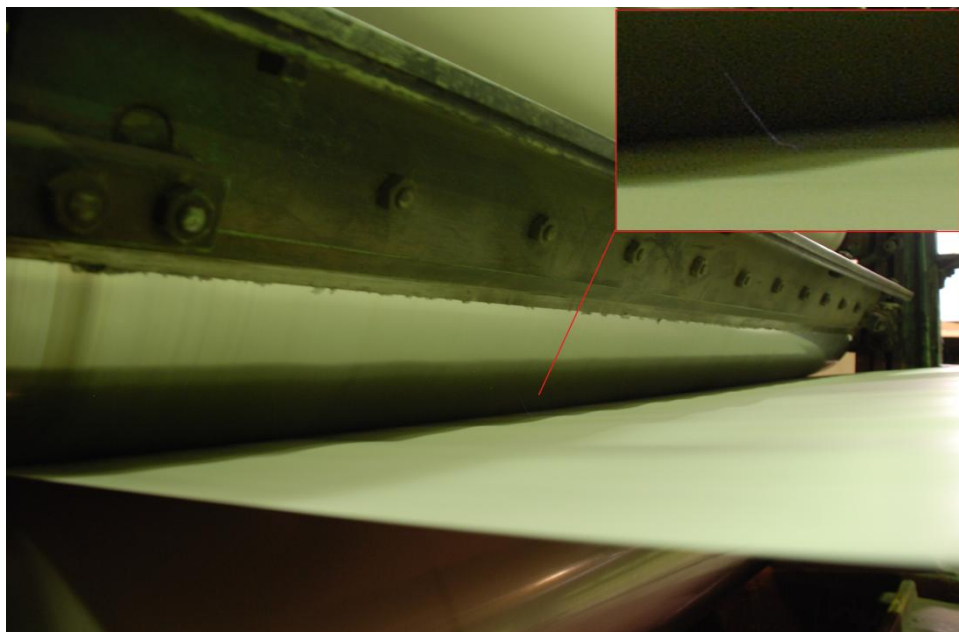
Tab. 11. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 351 až 500 g/m²

Plošná hmotnost g/m ²	Kód SP	Druh SP		Poměr míchání	
		PROLOŽKA			
351 - 500	1.02	Smíšené papíry a lepenky tříděné		2	2:3
	1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)		3	
	1.02	Školy (cca 8t / 1den)		+	
	1.03	Vratný odpad Budova 38 (cca 2,5t / 1den)		+	

Plošná hmotnost g/m ²	Vrstva materiálu	Kód SP	Druh SP		Poměr míchání	
			BÍLO-ŠEDÁ			
351 - 500	Líc	3.18	Bílé bezdřevé nenatírané odřezky - Malá linka			
	Střed	1.02	Smíšené papíry a lepenky tříděné		1	1:3
		1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)		3	
		1.02	Školy (cca 8t / 1den)		+	
		1.03	Vratný odpad Budova 38 (cca 2,5t / 1den)		+	
Rub	1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)+skládačková lepenka - M.L.		2:1		

Měření elektrostatického náboje:

- Provedeno měření označené číslem 13 a číslem 15 pomocí kompaktního elektrostatického přístroje Simco - pro vyhledání a měření statického náboje. První až šesté měřené místo bez projevu elektrostatického náboje, ten se začíná vytvářet u měření 13 na devátém měřeném místě (fáze chlazení) a u měření 15 na sedmém měřeném místě (fáze chlazení). Elektrostatický náboj pozvolna roste a svého maxima dosahuje u měření 13 na třináctém měřeném místě (fáze formátování a uložení) 1,47 kV/cm a u měření 15 na desátém měřeném místě (fáze hlazení) 50,60 kV/cm. U měření 15 dochází k jasně viditelným elektrostatickým výbojům dlouhých několik cm (nedosahují však takové intenzity jako u plošné hmotnosti 280 g/m²). Poté se náboj snižuje. Hotový materiál uložený v ukladači dosahuje u měření 13 hodnot 1,47 kV/cm a u měření 15 hodnot 12,80 kV/cm.



Obr. 29. Elektrostatický výboj při výrobě lepenky o plošné hmotnosti 400 g/m² měření č. 15

Vyhodnocení povrchové rezistivity materiálu:

- Provedeno měření označené číslem 13 a číslem 15 pomocí kompaktního přístroje Surface Resistance Checker. Nárůst povrchové rezistivity zaznamenán u měření 13 na čtvrtém měřeném místě (fáze sušení) a u měření 15 na pátém měřeném místě (fáze žehlení). U obou měření rezistivita pozvolna stoupá a svého maxima dosahuje u měření 13 na dvanáctém měřeném místě (fáze formátování materiálu a uložení) $10^{11} \Omega$, u měření 15 na desátém měřeném místě (fáze hlazení) $10^{12} \Omega$. Po dosažení maximálních hodnot jsou výsledky již neměnné.

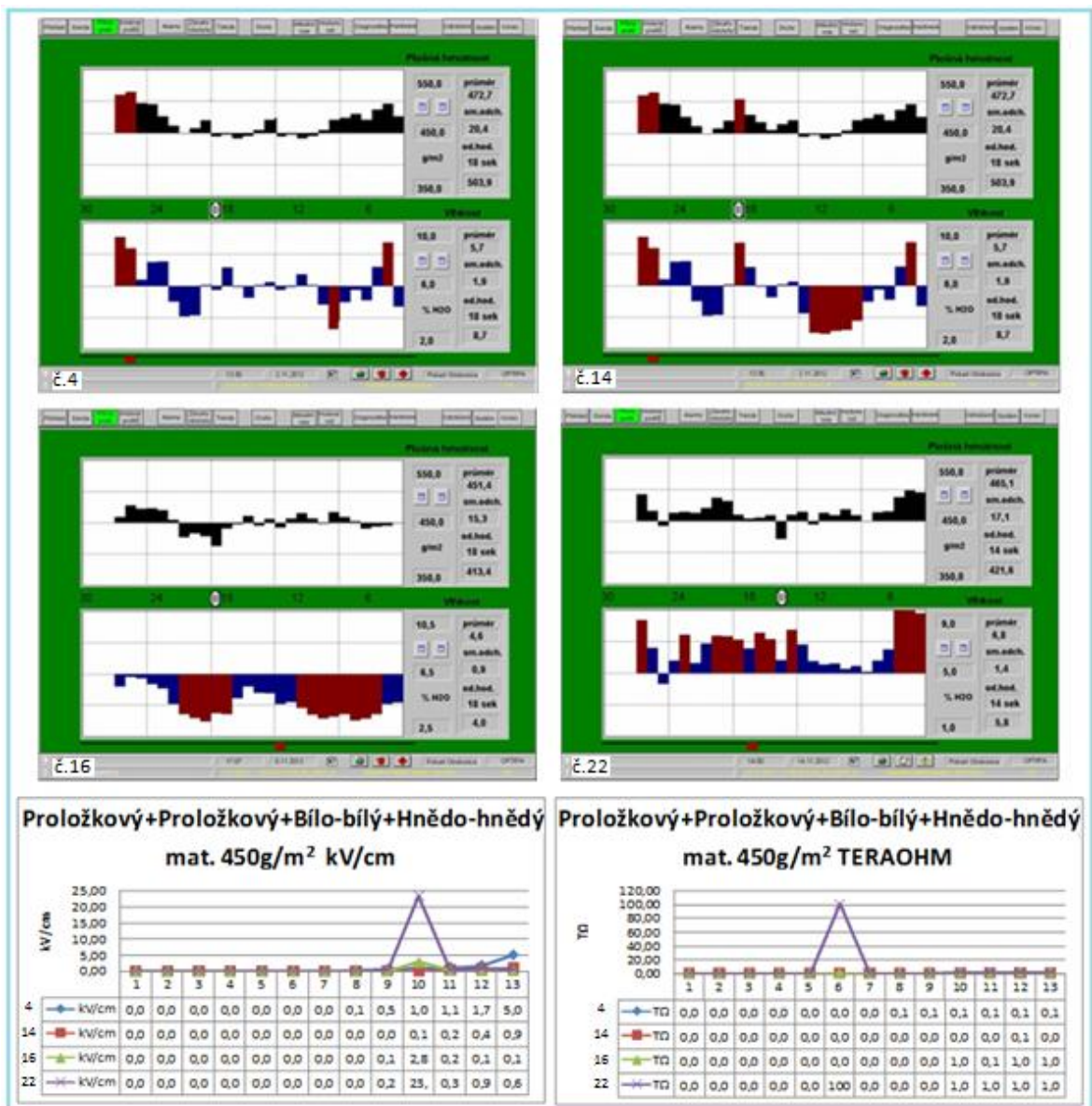
Vyhodnocení:

- Rychlost kartónového stroje je u obou měření odlišná a to 3,9 m/min.
- Průměrná vlhkost materiálu se v obou případech značně liší. U měření 13 dosahuje průměrná vlhkost 5,5 % a splňuje podnikovou normu, zatímco u měření 15 je průměrná vlhkost jen 2,7 % a nesplňuje podmínky podnikové normy. Rozdíl ve vlhkosti je 2,8 %.
- Tloušťky materiálu se liší a to o 0,12 mm.
- Pouze v případě měření 15 dosaženo téměř maximálního měřitelného náboje 50,60 kV/cm (na přístroji Simco max. hodnota 51 kV/cm) na desátém měřeném místě – oblast velkého kalandru. U měření 13 jsou hodnoty měřeného náboje výrazně nižší a to až o 49,13 kV/cm.

- Povrchová rezistivita nedosáhla u obou měření měřitelného maxima (na přístroji Richmond $10^{12} \Omega$). Maximálních hodnot bylo dosaženo pouze u měření 15 - oblast velkého kalandru.
- Pouze u měření 15 docházelo v průběhu výroby, k elektrostatickým výbojům v oblasti velkého kalandru.

Plošná hmotnost 450 g/m^2 (měření č. 4, 14, 16, 22)

Graf 9. Grafické znázornění plošné hmotnosti, vlhkosti, elektrostatického náboje a povrchové rezistivity u měření č. 4, 14, 16, 22



Rozbor provedeného měření:

- Počet provedených měření v plošné hmotnosti 400 g/m²: čtyři měření. První provedeno 25.10.2012 ve 12:55 hod., druhé měření 2.11.2012 ve 13:45 hod., třetí měření 5.11.2012 v 17:17 hod., čtvrté měření 14.11.2012 ve 14:10 hod.
- Měření číslo: 4, 14, 16, 22
- Materiál: Proložkový, Proložkový, Bílo- bílý, Hnědo-hnědý
- Plošná hmotnost: ve všech případech odpovídá podnikové normě (přípustné odchýlení od podnikové normy $\pm 6 \%$)
- Vlhkost: měření 4, 16, 22 odpovídá podnikové normě, měření 16 podnikové normě neodpovídá (tolerance v rozmezí 5 až 8 % vlhkosti materiálu).
- Rychlost kartónového stroje: je téměř totožná, pouze u měření 16 je nižší o cca 3 m/min – důvod jetí bílé lepenky – nižší rychlost zajišťuje rovnoměrnější nános látky na sítěch. (č. 4 = 32,5 m/min, č. 14 = 32,3 m/min, č. 16 = 28,1 m/min, č. 22 = 32 m/min)
- Tloušťka materiálu: č. 4 = 0,71 mm , č. 14 = 0,72 mm, č. 16 = 0,60 mm (nižší tloušťka způsobena jiným druhem vyráběného materiálu), č. 22 = 0,72 mm.
- Popeloviny: měření č. 4 = 21,77 %, měření č. 14 = 17,10 %, měření č. 16 = 29,13 %, měření č. 22 = 16,05 %. Rozdíl v popelovinách je nejvýraznější u měření 16. Důvod rozdílu popelovin – u měření 16 byla lícová i rubová vrstva tvořena tříděným sběrovým materiálem třídy 3.18 bílé bezdřevé nenatírané odřezky. Materiál obsahuje určité množství optických zjasňovačů a látek na zvyšování opacity, které v konečném důsledku zvyšují podíl popelovin. Poměr dávkování jednotlivých druhů sběrových materiálů je uveden v tabulce:

Tab. 12. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 351 až 500 g/m²

Plošná hmotnost g/m ²	Kód SP	Druh SP		Poměr míchání	
		PROLOŽKA			
351 - 500	1.02	Smíšené papíry a lepenky tříděné		2	2:3
	1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)		3	
	1.02	Školy (cca 8t / 1den)		+	
	1.03	Vratný odpad Budova 38 (cca 2,5t / 1den)		+	

Plošná hmotnost g/m ²	Vrstva materiálu	Kód SP	Druh SP		Poměr míchání	
			BILO-BÍLÁ			
351 - 500	Líc	3.18	Bílé bezdřevé nenatírané odřezky - Malá linka			1:3
	Střed	1.02	Smíšené papíry a lepenky tříděné		1	
		1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)		3	
		1.02	Školy (cca 8t / 1den)		+	
		1.03	Vratný odpad Budova 38 (cca 2,5t / 1den)		+	
	Rub	3.18	Bílé bezdřevé nenatírané odřezky - Malá linka			

Stanovení sušiny materiálu u měření č. 22:

- Proveden odběr vzorků z příčného profilu na stanovení sušiny materiálu.

První měřené místo: 31,67 %.

Druhé měřené místo: 45,05 %

Třetí měřené místo: 50,23 %

Čtvrté měřené místo: 69,45 %

Páté měřené místo: 76,67 %

Šesté měřené místo: 82,86 %

Sedmé měřené místo: 92,71 %

Osmé měřené místo: 94,20 %

Třinácté měřené místo: 94,28 %

Teplota lepenkového pásu

Tab. 13. Teplota lepenkového pásu měření č. 22

Vývoj teploty materiálu °C	
Místo měření	Teplota materiálu
Teplota materiálu po výstupu z III. lisové partie	17,9°C
Teplota materiálu za první susušící partii	67°C
Teplota materiálu za druhou sušící partii	85°C
Teplota materiálu za třetí sušící partii	89°C
Teplota materiálu po výstupu z velkého leštícího válce	56°C
Teplota materiálu po fázi chlazení	42°C
Teplota materiálu po výstupu z velkého kalandru	37°C
Teplota materiálu před vstupem do sekacího stroje	24°C

Měření provedeno bezkontaktním teploměrem typ Fluke 62. Teplota materiálu provedena u vybraných druhů lepenek tvořící průřez vyráběného sortimentu. Měření č. 18, 22, 5, 11, 23.

Měření elektrostatického náboje:

- Provedeno měření označené číslem 4, 14, 16, 22 pomocí kompaktního elektrostatického přístroje Simco - pro vyhledání a měření statického náboje. První až sedmé měřené místo bez projevu elektrostatického náboje, ten se začíná vytvářet u měření 4 na osmém měřeném místě (fáze chlazení) a u měření 14, 16, 22 na devátém měřeném místě (fáze chlazení). Elektrostatický náboj pozvolna roste a svého maxima dosahuje u měření 4 a 14 na třináctém měřeném místě (fáze formátování materiálu a uložení) a u měření 16 a 22 na desátém měřeném místě (fáze chlazení). Hodnoty měření jsou si značně podobné, avšak u měření 22 dosahují hodnot 23,44 kV/cm. Maximální hodnoty u měření 4, 14, 16 (5,00 kV/cm, 0,94 kV/cm, 2,84 kV/cm). Hotový materiál uložený v ukladači dosahuje u měření 4, 14, 16, 22 hodnot 5 kV/cm, 0,94 kV/cm, 0,13 kV/cm, 0,61 kV/cm.

Vyhodnocení povrchové rezistivity materiálu:

- Provedeno měření označené číslem 4, 14, 16, 22 pomocí kompaktního přístroje Surface Resistance Checker. Nárůst povrchové rezistivity zaznamenán u měření 4 na pátém měřeném místě (fáze žehlení) u měření 14 na šestém měřeném místě (fáze žehlení) u měření 16 na pátém měřeném místě (fáze žehlení) u měření 22 na pátém

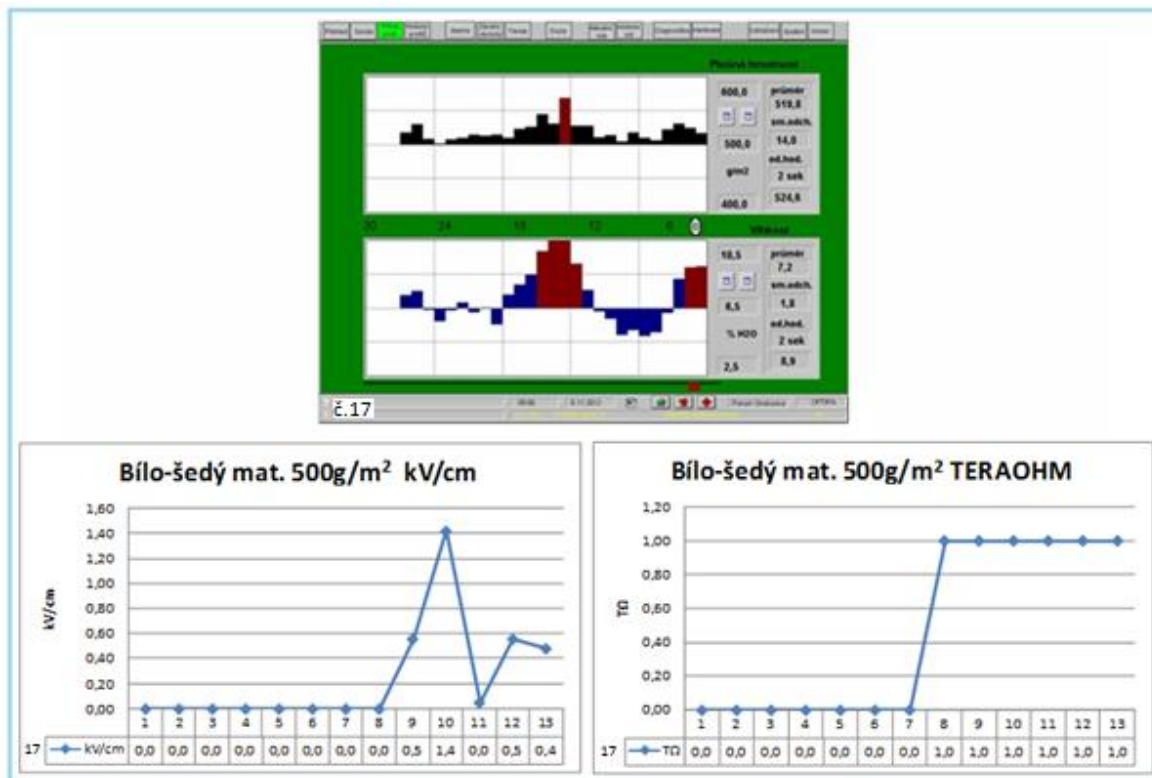
měřeném místě (fáze žehlení). U všech měření povrchová rezistivita pozvolna stoupá a svého maxima dosahuje u měření 4 na osmém měřeném místě (fáze chlazení) $10^{11} \Omega$, u měření 14 na dvanáctém měřeném místě (fáze formátování materiálu a uložení) $10^{10} \Omega$, u měření 16 a 22 na desátém měřeném místě (fáze hlazení) $10^{12} \Omega$. Po dosažení maximálních hodnot jsou výsledky již neměnné.

Vyhodnocení:

- Rychlost kartónového stroje dosahuje takřka svého konstrukčního maxima (33 m/min) v průměru činí 31,22 m/min. Nejnižší rychlost je dosažena u měření 16 a to až o 5,4 m/min.
- Průměrná vlhkost materiálu se ve všech případech značně liší. U měření č. 4 dosahuje průměrná vlhkost 5 % a splňuje podnikovou normu, u měření č. 14 je průměrná vlhkost 5,7 % a splňuje podmínky podnikové normy, u měření č. 16 je průměrná vlhkost 4,6 % a nesplňuje podmínky podnikové normy, u měření č. 22 je průměrná vlhkost 6,8 % a splňuje podmínky podnikové normy.
- Tloušťky materiálu jsou hodně podobné (v průměru 0,71 mm) až na měření 16 kdy průměrná tloušťka činí 0,60 mm.
- Ani v jednom z měřených případů, nebylo dosaženo vysokého měřitelného náboje (na přístroji Simco max. hodnota 51 kV/cm). Nejvyšších hodnot bylo dosaženo u měření 22 na desátém měřeném místě 23,44 kV/cm – oblast velkého kalandru. U měření 4, 14, 16 jsou hodnoty měřeného náboje výrazně nižší a to až o 20,52 kV/cm.
- Povrchová rezistivita dosáhla měřitelného maxima (na přístroji Richmond $10^{12} \Omega$) u měření 16,22 na 10 měřeném místě – oblast velkého kalandru, u měření 4, 14 nebylo dosaženo měřitelného maxima.
- Ani v jednom z měřených případů, nedocházelo v průběhu výroby k viditelným elektrostatickým výbojům.

Plošná hmotnost 500 g/m² (měření č. 17)

Graf 10. Grafické znázornění plošné hmotnosti, vlhkosti, elektrostatického náboje a povrchové rezistivity u měření č. 17



Rozbor provedeného měření:

- Počet provedených měření v plošné hmotnosti 500 g/m²: jedno měření. Provedeno 6.11.2012 v 10:00 hod.
- Měření číslo: 17
- Materiál: Bílo-šedý
- Plošná hmotnost: odpovídá podnikové normě (přípustné odchýlení od podnikové normy $\pm 6\%$)
- Vlhkost: odpovídá podnikové normě (tolerance v rozmezí 5 až 8 % vlhkosti materiálu).
- Rychlost kartónového stroje: je 29,2 m/min.
- Tloušťka materiálu: 0,73 mm.
- Popeloviny: 22,94 %. Zvýšené množství popelovin. Lícová vrstva je tvořena tříděným sběrovým materiálem třídy 3.18 bílé bezdřevé nenatírané odřezky. Materiál obsahuje určité množství optických zjasňovačů a látek na zvyšování

opacity, které v konečném důsledku zvyšují podíl popelovin. Poměr dávkování jednotlivých druhů sběrových materiálů je uveden v tabulce:

Tab. 14. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 351 až 500 g/m²

Plošná hmotnost g/m ²	Vrstva materiálu	Kód SP	Druh SP	Poměr míchání	
			BÍLO-ŠEDÁ		
351 - 500	Líc	3.18	Bílé bezdřevé nenatírané odřezky - Malá linka		
	Střed	1.02	Smišené papíry a lepenky tříděné	1	1:3
		1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)	3	
		1.02	Školy (cca 8t / 1den)	+	
		1.03	Vratný odpad Budova 38 (cca 2,5t / 1den)	+	
	Rub	1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)+skládačková lepenka - M.L.		2:1

Měření elektrostatického náboje:

- Provedeno měření označené číslem 17 pomocí kompaktního elektrostatického přístroje Simco - pro vyhledání a měření statického náboje. První až osmé měřené místo bez projevu elektrostatického náboje, ten se začíná vytvářet na devátém měřeném místě (fáze chlazení). Elektrostatický náboj svého maxima dosahuje na desátém měřeném místě (fáze hlazení) 1,42 kV/cm. Elektrostatický náboj nedosahuje takových hodnot aby byl doprovázen výboji. Hotový materiál uložený v ukladači dosahuje hodnot 0,48 kV/cm.

Vyhodnocení povrchové rezistivity materiálu:

- Provedeno měření označené číslem 17 pomocí kompaktního přístroje Surface Resistance Checker. Nárůst povrchové rezistivity zaznamenán na pátém měřeném místě (fáze žehlení). Povrchová rezistivita pozvolna stoupá a svého maxima dosahuje na osmém měřeném místě (fáze chlazení) 10¹² Ω. Po dosažení maximálních hodnot jsou výsledky již neměnné.

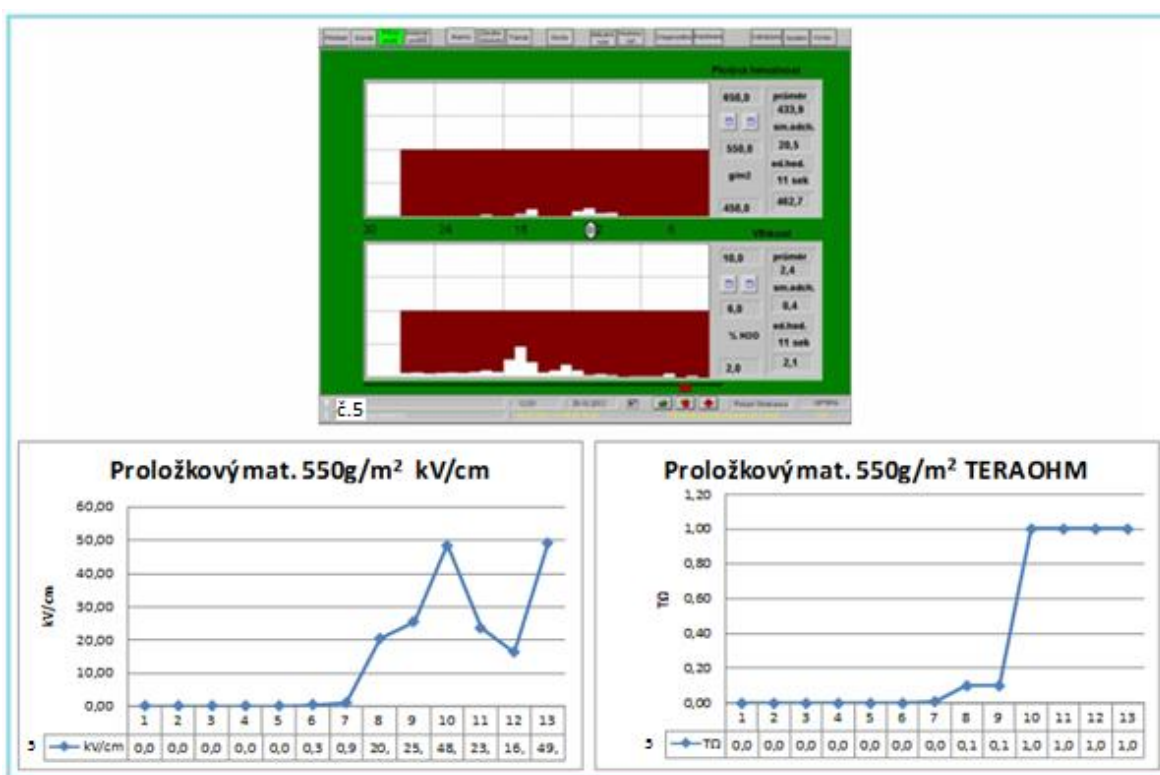
Vyhodnocení:

- Rychlost kartónového stroje dosahuje v průměru 29,2 m/min.
- Průměrná vlhkost materiálu je (7,2 %) a splňuje podmínky stanovené podnikovou normou.
- Tloušťka materiálu dosahuje v průměru 0,73 mm.

- Dosaženo velmi nízkého měřeného náboje 1,42 kV/cm (na přístroji Simco max. hodnota 51 kV/cm) na desátém měřeném místě – oblast velkého kalandru.
- Povrchová rezistivita dosáhla svého maxima (na přístroji Richmond $10^{12} \Omega$) na osmém měřeném místě – fáze chlazení.
- Při výrobě nedocházelo k elektrostatickým výbojům.

Plošná hmotnost 550 g/m² (měření č. 5)

Graf 11. Grafické znázornění plošné hmotnosti, vlhkosti, elektrostatického náboje a povrchové rezistivity u měření č. 5



Rozbor provedeného měření:

- Počet provedených měření v plošné hmotnosti 550 g/m²: jedno měření. Provedeno 29.10.2012 ve 12:10 hod.
- Měření číslo: 5.
- Materiál: Proložka
- Plošná hmotnost: neodpovídá podnikové normě (připustné odchýlení od podnikové normy $\pm 6 \%$)
- Vlhkost: neodpovídá podnikové normě (tolerance v rozmezí 6 až 9 % vlhkosti materiálu).

- Rychlost kartónového stroje: 28,1 m/min.
- Tloušťka materiálu: 0,73 mm.
- Popeloviny: 21,62 %. Poměr dávkování jednotlivých druhů sběrových materiálů je uveden v tabulce:

Tab. 15. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 501 až 650 g/m²

Plošná hmotnost g/m ²	Kód SP	Druh SP	Poměr míchání	
		PROLOŽKA		
501 - 650	1.02	Smíšené papíry a lepenky tříděné	1	1:1
	1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)	1	
	1.02	Školy (cca 8t / 1den)	+	
	1.03	Vratný odpad Budova 38 (cca 2,5t / 1den)	+	

Stanovení sušiny materiálu u měření č. 5:

- Proveden odběr vzorků z příčného profilu na stanovení sušiny materiálu.

První měřené místo: 31,96 %.

Druhé měřené místo: 44,44 %

Třetí měřené místo: 50,12%

Čtvrté měřené místo: 75,81 %

Páté měřené místo: 85,64 %

Šesté měřené místo: 96,37 %

Sedmé měřené místo: 97,98 %

Osmé měřené místo: 98,02 %

Třinácté měřené místo: 98,05 %

Teplota lepenkového pásu

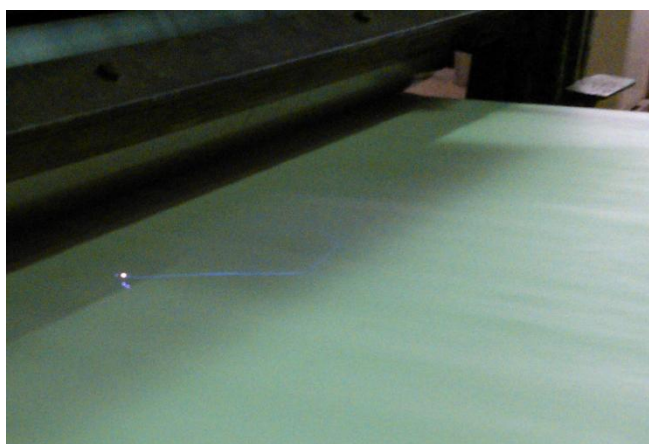
Tab. 16. Teplota lepenkového pásu měření č. 5

Vývoj teploty materiálu °C	
Místo měření	Teplota materiálu
Teplota materiálu po výstupu z III. lisové partie	16,3°C
Teplota materiálu za první sušící partii	79°C
Teplota materiálu za druhou sušící partii	93°C
Teplota materiálu za třetí sušící partii	94°C
Teplota materiálu po výstupu z velkého leštícího válce	75°C
Teplota materiálu po fázi chlazení	41°C
Teplota materiálu po výstupu z velkého kalandru	38°C
Teplota materiálu před vstupem do sekacího stroje	35°C

Měření provedeno bezkontaktním teploměrem typ Fluke 62. Teplota materiálu provedena u vybraných druhů lepenek tvořící průřez vyráběného sortimentu. Měření č. 18, 22, 5, 11, 23.

Měření elektrostatického náboje:

- Provedeno měření označené číslem 5 pomocí kompaktního elektrostatického přístroje Simco - pro vyhledání a měření statického náboje. První až páté měřené místo bez projevu elektrostatického náboje, ten se začíná vytvářet na šestém měřeném místě (fáze žehlení). Hodnoty dosahují svého maxima na měřeném třináctém místě (fáze formátování materiálu a uložení) 49,17 kV/cm. V desátém měřeném místě (fáze hlazení) dochází k viditelným elektrostatickým výbojům dlouhých několik desítek cm. Hotový materiál uložený v ukladači dosahuje hodnot 49,17 kV/cm zde již však bez elektrostatických výbojů.



Obr. 30. Elektrostatický výboj při výrobě lepenky
o plošné hmotnosti 550 g/m²

Vyhodnocení povrchové rezistivity materiálu:

- Provedeno měření označené číslem 5 pomocí kompaktního přístroje Surface Resistance Checker. Nárůst povrchové rezistivity zaznamenán na pátém měřeném místě (fáze žehlení). Rezistivita pozvolná stoupá a svého maxima dosahuje na desátém měřeném místě (fáze hlazení) 10¹² Ω. Po dosažení maximálních hodnot jsou výsledky již neměnné.

Vyhodnocení:

- Rychlost kartónového stroje dosahuje v průměru 28,1 m/min.
- Průměrná vlhkost materiálu je (2,6 %) a nesplňuje podmínky stanovené podnikovou normou.

- Tloušťka materiálu dosahuje v průměru 0,73 mm.
- Dosaženo velmi vysokého měřeného náboje 49,17 kV/cm (na přístroji Simco max. hodnota 51 kV/cm) na desátém a třináctém měřeném místě – oblast velkého kalandru a sekačkového ukladače.
- Rezistivita dosáhla svého maxima (na přístroji Richmond 10^{12} Ω) na desátém měřeném místě – fáze hlazení.
- Při výrobě docházelo k silným elektrostatickým výbojům v oblasti velkého kalandru.

Plošná hmotnost 600 g/m² (měření č. 8, 24)

Graf 12. Grafické znázornění plošné hmotnosti, vlhkosti, elektrostatického náboje a povrchové rezistivity u měření č. 8, 24



Rozbor provedeného měření:

- Počet provedených měření v plošné hmotnosti 600 g/m²: dvě měření. První provedeno 30.10.2012 ve 14:00hod., druhé měření 16.11.2012 v 14:05hod.
- Měření číslo: 8, 24.
- Materiál: Hnědo-hnědý barvený, Šedo-šedý
- Plošná hmotnost: v obou případech odpovídá podnikové normě (přípustné odchýlení od podnikové normy ± 6 %)

- Vlhkost: v obou případech odpovídá podnikové normě (tolerance v rozmezí 6 až 9 % vlhkosti materiálu).
- Rychlost kartónového stroje: je v obou případech téměř stejná (19,86 m/min – 20 m/min)
- Tloušťka materiálu: 0,89 mm a 0,89 mm.
- Popeloviny: měření č. 8 = 19,86 %, měření č. 24 = 20,35 %. Rozdíl v popelovinách 0,49 %. Shodnost popelovin odpovídá stejnému druhu sběrového papíru použitého při výrobě obou zakázek. Hnědý a šedý materiál použitý na krycí vrstvy je ve svém složení velmi podobný. Poměr dávkování jednotlivých druhů sběrových materiálů je uvedeny v tabulce:

Tab. 17. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 501 až 650 g/m²

Plošná hmotnost g/m ²	Vrstva materiálu	Kód SP	Druh SP		Poměr míchání	
			HNĚDO-HNĚDÁ (plus barvené)			
501 - 650	Líc	4.01	Nové odřezky z vlnité lepenky - Malá linka		1:1	
	Střed	1.02	Smíšené papíry a lepenky tříděné			1
		1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)			1
		1.02	Školy (cca 8t / 1den)			+
		1.03	Vratný odpad Budova 38 (cca 2,5t / 1den)			+
	Rub	4.01	Nové odřezky z vlnité lepenky - Malá linka			

Plošná hmotnost g/m ²	Vrstva materiálu	Kód SP	Druh SP		Poměr míchání	
			ŠEDO-ŠEDÁ			
501 - 650	Líc	1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)		1:1	
	Střed	1.02	Smíšené papíry a lepenky tříděné			1
		1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)			1
		1.02	Školy (cca 8t / 1den)			+
		1.03	Vratný odpad B38 (cca 2,5t / 1den)			+
	Rub	1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)			

Měření elektrostatického náboje:

- Provedeno měření označené číslem 8 a číslem 24 pomocí kompaktního elektrostatického přístroje Simco - pro vyhledání a měření statického náboje. U měření 8 první až šesté měřené místo bez projevu elektrostatického náboje, ten se začíná vytvářet na sedmém měřeném místě (fáze chlazení). U měření 24 první až

deváté měřené místo bez projevu elektrostatického náboje, ten se začíná vytvářet na desátém měřeném místě (fáze hlazení). Nejvyšších hodnot je dosaženo u měření 8 na sedmém měřeném místě (fáze chlazení) 0,05 kV/cm. U měření 24 na desátém měřeném místě (fáze hlazení) 0,05 kV/cm. Měřené hodnoty jsou velmi nízké a nedochází k žádným projevům elektrostatických jevů.

Vyhodnocení povrchové rezistivity materiálu:

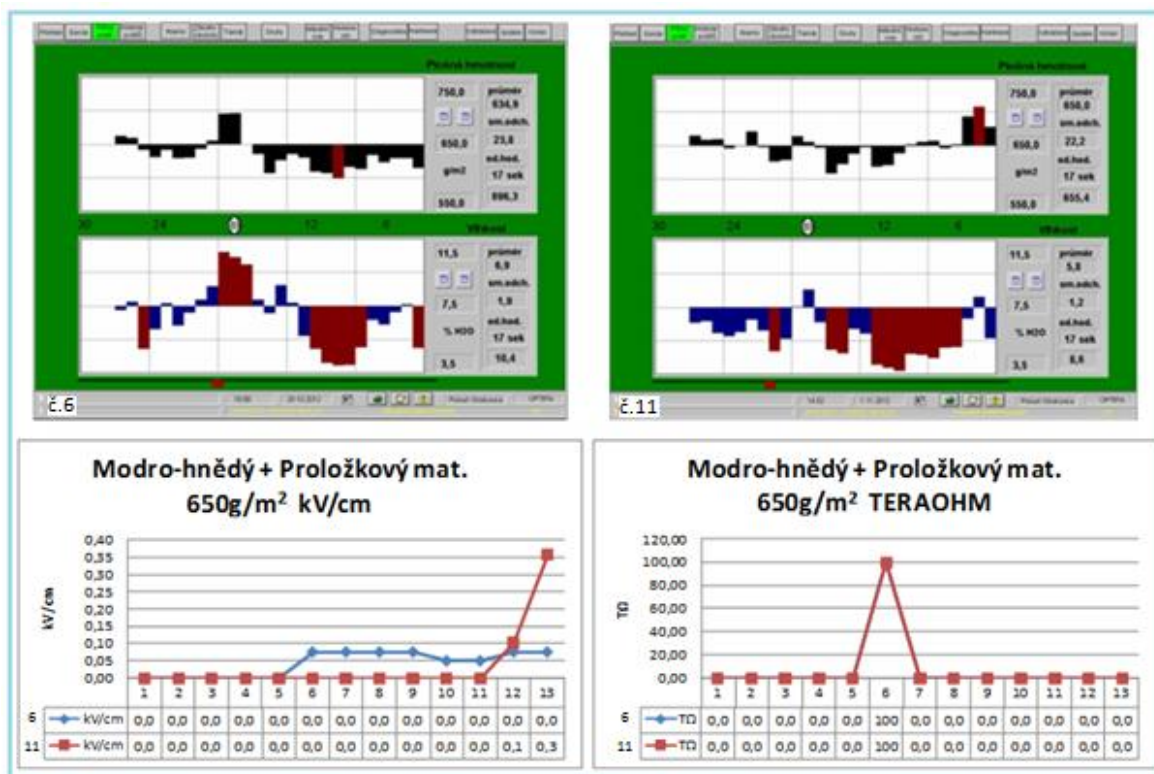
- Provedeno měření označené číslem 8 a číslem 24 pomocí kompaktního přístroje Surface Resistance Checker. Nárůst povrchové rezistivity zaznamenán u měření 8 a 24 na pátém měřeném místě (fáze žehlení). U obou měření rezistivita pozvolná stoupá a svého maxima dosahuje u měření 8 na desátém měřeném místě (fáze hlazení) $10^{10} \Omega$ u měření 24 na jedenáctém měřeném místě (fáze formátování materiálu a uložení) $10^9 \Omega$. Po dosažení maximálních hodnot jsou výsledky již neměnné.

Vyhodnocení:

- Rychlost kartónového stroje je u obou měření značně odlišná a to až o 6,8 m/min.
- Průměrná vlhkost materiálu je v obou případech velmi podobná. V průměru dosahuje hodnot 6,9 % a splňuje podnikovou normu.
- Tloušťky materiálu jsou v obou případech stejné (0,89 mm).
- V obou případech dosaženo velmi nízkého měřeného náboje (na přístroji Simco max. hodnota 51 kV/cm). Vyšších hodnot bylo dosaženo u měření 8 a 24 na dvanáctém měřeném místě – oblast před vstupem do sekacího stroje. Hodnoty měření jsou v obou případech velmi nízké, u měření č. 8 = 0,05 kV/cm u měření č. 24 = 0,15 kV/cm.
- Rezistivita nedosáhla u obou měření měřitelného maxima (na přístroji Richmond $10^{12} \Omega$). Vyšších hodnot bylo dosaženo u měření 8 – v oblasti velkého kalandru.
- Při výrobě nedocházelo k elektrostatickým výbojům

Plošná hmotnost 650 g/m² (měření č. 6, 11)

Graf 13. Grafické znázornění plošné hmotnosti, vlhkosti, elektrostatického náboje a povrchové rezistivity u měření č. 6, 11



Rozbor provedeného měření:

- Počet provedených měření v plošné hmotnosti 650 g/m²: dvě měření. První provedeno 29.10.2012 v 18:45 hod., druhé měření 1.1.2012 v 14:10 hod.
- Měření číslo: 6, 11
- Materiál: Modro-hnědý, Proložkový
- Plošná hmotnost: v obou případech odpovídá podnikové normě (přípustné odchýlení od podnikové normy $\pm 6\%$)
- Vlhkost: v obou případech odpovídá podnikové normě (tolerance v rozmezí 6 až 9 % vlhkosti materiálu).
- Rychlost kartónového stroje: je v obou případech téměř stejná (24,5 m/min – 25 m/min)
- Tloušťka materiálu: 0,95 mm a 1,01 mm.
- Popeloviny: měření č. 6 = 21,79 %, měření č. 11 = 19,44 %. Rozdíl v popelovinách 2,35 %. Rozdíl v popelovinách je nejvýraznější u měření 6. Důvod rozdílu popelovin – u měření 6 byla lícová vrstva tvořena tříděným sběrovým materiálem

třídy 3.02 Směs odřezků bezdřevých tiskových papírů, světlých barev. Materiál obsahuje podíl potiskových látek, které v konečném důsledku zvyšují podíl popelovin. Poměr dávkování jednotlivých druhů sběrových materiálů je uveden v tabulce:

Tab. 18. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 501 až 650 g/m²

Plošná hmotnost g/m ²	Vrstva materiálu	Kód SP	Druh SP		Poměr míchání	
			MODRO-HNĚDÁ			
501 - 650	Líc	3.02	Směs odřezků bezdřevých svět. barva - Malá linka		1:2	
	Střed	1.02	Smíšené papíry a lepenky tříděné			1
		1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)			2
		1.02	Školy (cca 8t / 1den)			+
		1.03	Vratný odpad Budova 38 (cca 2,5t / 1den)			+
	Rub	4.01	Nové odřezky z vlnité lepenky - Malá linka			

Plošná hmotnost g/m ²	Kód SP	Druh SP		Poměr míchání
		PROLOŽKA		
501 - 650	1.02	Smíšené papíry a lepenky tříděné		1
	1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)		1
	1.02	Školy (cca 8t / 1den)		+
	1.03	Vratný odpad Budova 38 (cca 2,5t / 1den)		+

Stanovení sušiny materiálu u měření č. 11:

- Proveden odběr vzorků z příčného profilu na stanovení sušiny materiálu.

První měřené místo: 32,70 %

Druhé měřené místo: 44,89 %

Třetí měřené místo: 48,72 %

Čtvrté měřené místo: 69,35 %

Páté měřené místo: 73,13 %

Šesté měřené místo: 77,64 %

Sedmé měřené místo: 96,55 %

Osmé měřené místo: 96,70 %

Třinácté měřené místo: 96,83 %

Teplota lepenkového pásu

Tab. 19. Teplota lepenkového pásu

Vývoj teploty materiálu °C	
Místo měření	Teplota materiálu
Teplota materiálu po výstupu z III. lisové partie	19,4°C
Teplota materiálu za první susušící partií	74°C
Teplota materiálu za druhou sušící partií	87°C
Teplota materiálu za třetí sušící partií	65°C
Teplota materiálu po výstupu z velkého leštícího válce	66°C
Teplota materiálu po fázi chlazení	43°C
Teplota materiálu po výstupu z velkého kalandru	38°C
Teplota materiálu před vstupem do sekacího stroje	33°C

Měření elektrostatického náboje:

- Provedeno měření označené číslem 6 a číslem 11 pomocí kompaktního elektrostatického přístroje Simco - pro vyhledání a měření statického náboje. U měření 6 první až páté měřené místo bez projevu elektrostatického náboje, ten se začíná vytvářet na šestém měřeném místě (fáze žehlení). U měření č. 11 první až jedenácté měřené místo bez projevu elektrostatického náboje, ten se začíná vytvářet na dvanáctém měřeném místě (fáze formátování materiálu a uložení). Nejvyšších hodnot je dosaženo u měření 6 na šestém měřeném místě (fáze žehlení) 0,08 kV/cm. U měření 11 na třináctém měřeném místě (fáze formátování materiálu a uložení) 0,36 kV/cm. Měřené hodnoty jsou velmi nízké a nedochází k žádným projevům elektrostatických jevů.

Vyhodnocení povrchové rezistivity materiálu:

- Provedeno měření označené číslem 6 a číslem 11 pomocí kompaktního přístroje Surface Resistance Checker. Nárůst povrchové rezistivity zaznamenán u měření 6 a 11 na pátém měřeném místě (fáze žehlení). U obou měření povrchová rezistivita pozvolná stoupá a svého maxima dosahuje u měření 6 na sedmém měřeném místě (fáze chlazení) $10^9 \Omega$ u měření 11 na desátém měřeném místě (fáze hlazení) $10^{10} \Omega$. Po dosažení maximálních hodnot jsou výsledky již neměnné.

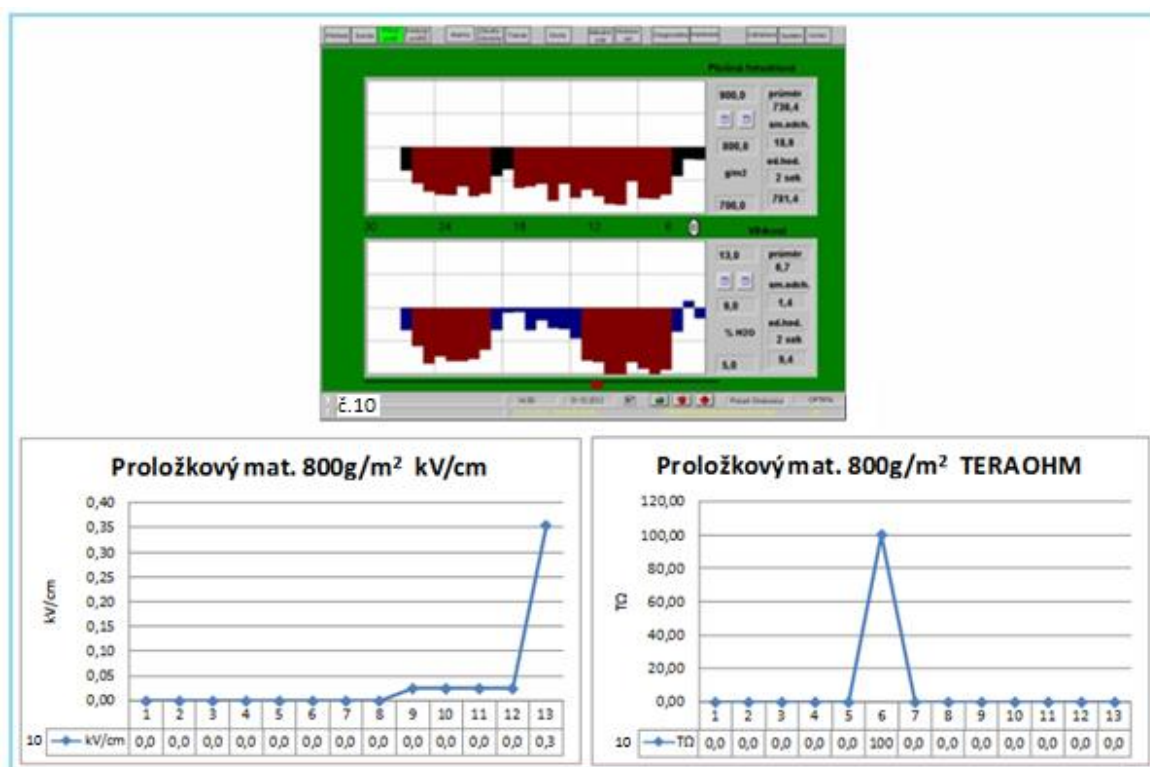
Vyhodnocení:

- Rychlost kartónového stroje je u obou měření téměř shodná. Rozdíl činí pouhých 0,5 m/min.

- Průměrná vlhkost materiálu je v obou případech velmi podobná. V průměru dosahuje hodnot 6,4 % a splňuje podnikovou normu.
- Rozdíl v tloušťkách materiálu činí (0,06 mm).
- V obou případech dosaženo jen velmi nízkého měřeného náboje (na přístroji Simco max. hodnota 51 kV/cm). Vyšších hodnot bylo dosaženo u měření 11 na dvanáctém měřeném místě – sekačkový ukladač 0,36 kV/cm.
- Povrchová rezistivita nedosáhla u obou měření měřitelného maxima (na přístroji Richmond $10^{12} \Omega$). Vyšších hodnot bylo dosaženo u měření 11 – v oblasti velkého kalandru.
- Při výrobě nedocházelo k elektrostatickým výbojům.

Plošná hmotnost 800 g/m^2 (měření č. 10)

Graf 14. Grafické znázornění plošné hmotnosti, vlhkosti, elektrostatického náboje a povrchové rezistivity u měření č. 10



Rozbor provedeného měření:

- Počet provedených měření v plošné hmotnosti 800 g/m^2 : jedno měření. Provedeno 31.10.2012 ve 14:20 hod.
- Měření číslo: 10
- Materiál: Proložka

- Plošná hmotnost: neodpovídá podnikové normě (přípustné odchýlení od podnikové normy $\pm 6 \%$)
- Vlhkost: neodpovídá podnikové normě (tolerance v rozmezí 7 až 10 % vlhkosti materiálu).
- Rychlost kartónového stroje: 21,5 m/min.
- Tloušťka materiálu: 1,17 mm.
- Popeloviny: 20,51 %. Poměr dávkování jednotlivých druhů sběrových materiálů je uveden v tabulce:

Tab. 20. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 651 až 800 g/m²

Plošná hmotnost g/m ²	Kód SP	Druh SP	Poměr míchání	
		PROLOŽKA		
651 - 800	1.02	Smíšené papíry a lepenky tříděné	2	2:2:1
	1.05	Použité obaly z vlnité tepenky	2	
	1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)+skládačková lepenka	1	
	4.01	Nové odřezky z vlnité lepenky - Malá linka	VL 4:1 ML	
	1.02	Školy (cca 8t / 1den)	+	
	1.03	Vratný odpad Budova 38 (cca 2,5t / 1den)	+	

Měření elektrostatického náboje:

- Provedeno měření označené číslem 10 pomocí kompaktního elektrostatického přístroje Simco - pro vyhledání a měření statického náboje. První až osmé měřené místo bez projevu elektrostatického náboje, ten se začíná vytvářet na devátém měřeném místě (fáze chlazení). Hodnoty dosahují svého maxima na měřeném třináctém místě (fáze formátování materiálu a uložení) 0,36 kV/cm. Měřené hodnoty jsou velmi nízké a nedochází k žádným projevům elektrostatických jevů.

Vyhodnocení povrchové rezistivity materiálu:

- Provedeno měření označené číslem 10 pomocí kompaktního přístroje Surface Resistance Checker. Nárůst povrchové rezistivity zaznamenán na pátém měřeném místě (fáze žehlení). Rezistivita pozvolná stoupá a svého maxima dosahuje na desátém měřeném místě (fáze hlazení) 10¹⁰ Ω. Po dosažení maximálních hodnot jsou výsledky již neměnné.

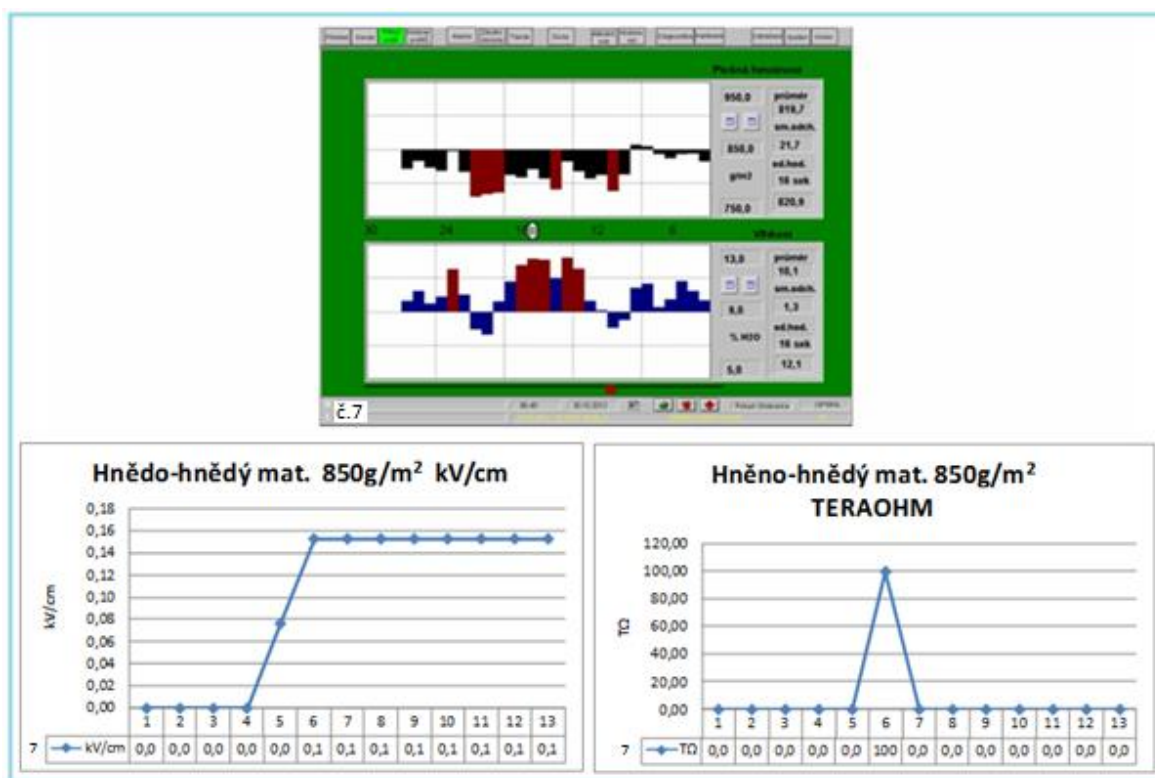
Vyhodnocení:

- Rychlost kartónového stroje dosahuje v průměru 21,5 m/min.

- Průměrná vlhkost materiálu je (6,7 %) a nespňuje podmínky stanovené podnikovou normou.
- Tloušťka materiálu dosahuje v průměru 1,17 mm.
- Dosaženo velmi nízkého měřeného náboje 0,36 kV/cm (na přístroji Simco max. hodnota 51 kV/cm) na třináctém měřeném místě – oblast sekačkového ukladače.
- Povrchová rezistivita nedosáhla svého měřitelného maxima (na přístroji Richmond 10¹² Ω).
- Při výrobě nedocházelo k elektrostatickým výbojům.

Plošná hmotnost 850 g/m² (měření č. 7)

Graf 15. Grafické znázornění plošné hmotnosti, vlhkosti, elektrostatického náboje a povrchové rezistivity u měření č. 7



Rozbor provedeného měření:

- Počet provedených měření v plošné hmotnosti 850 g/m²: jedno měření. Provedeno 30.10.2012 ve 7:00 hod.
- Měření číslo: 7.
- Materiál: Hnědo-hnědý

- Plošná hmotnost: odpovídá podnikové normě (přípustné odchýlení od podnikové $\pm 6\%$)
- Vlhkost: odpovídá podnikové normě (tolerance v rozmezí 7 až 10 % vlhkosti materiálu).
- Rychlost kartónového stroje: 20,5 m/min.
- Tloušťka materiálu: 1,17 mm.
- Popeloviny: 16,96 %. Poměr dávkování jednotlivých druhů sběrových materiálů je uveden v tabulce:

Tab. 21 Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 801 až 900 g/m²

Plošná hmotnost g/m ²	Vrstva materiálu	Kód SP	Druh SP		Poměr míchání	
			HNĚDO-HNĚDA (plus barvené)			
801 - 900	Líc	4.01	Nové odřezky z vlnité lepenky - Malá linka		1:2:1	
	Střed	1.02	Smíšené papíry a lepenky tříděné			1
		1.05	Použité obaly z vlnité lepenky			2
		1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)+skládačková lepenka			1
		1.02	Skoly (cca 8t / 1den)			+
		1.03	Vratný odpad Budova 38 (cca 2,5t / 1den)			+
	Rub	4.01	Nové odřezky z vlnité lepenky - Malá linka			

Měření elektrostatického náboje:

- Provedeno měření označené číslem 7 pomocí kompaktního elektrostatického přístroje Simco - pro vyhledání a měření statického náboje. První až čtvrté měřené místo bez projevu elektrostatického náboje, ten se začíná vytvářet na pátém měřeném místě (fáze žehlení). Hodnoty dosahují svého maxima na měřeném šestém místě (fáze žehlení) 0,15 kV/cm. Měřené hodnoty jsou velmi nízké a nedochází k žádným projevům elektrostatických jevů.

Vyhodnocení povrchové rezistivity materiálu:

- Provedeno měření označené číslem 7 pomocí kompaktního přístroje Surface Resistance Checker. Nárůst povrchové rezistivity zaznamenán na pátém měřeném místě (fáze žehlení). Rezistivita pozvolná stoupá a svého maxima dosahuje na sedmém měřeném místě (fáze hlazení) 10¹⁰ Ω. Po dosažení maximálních hodnot

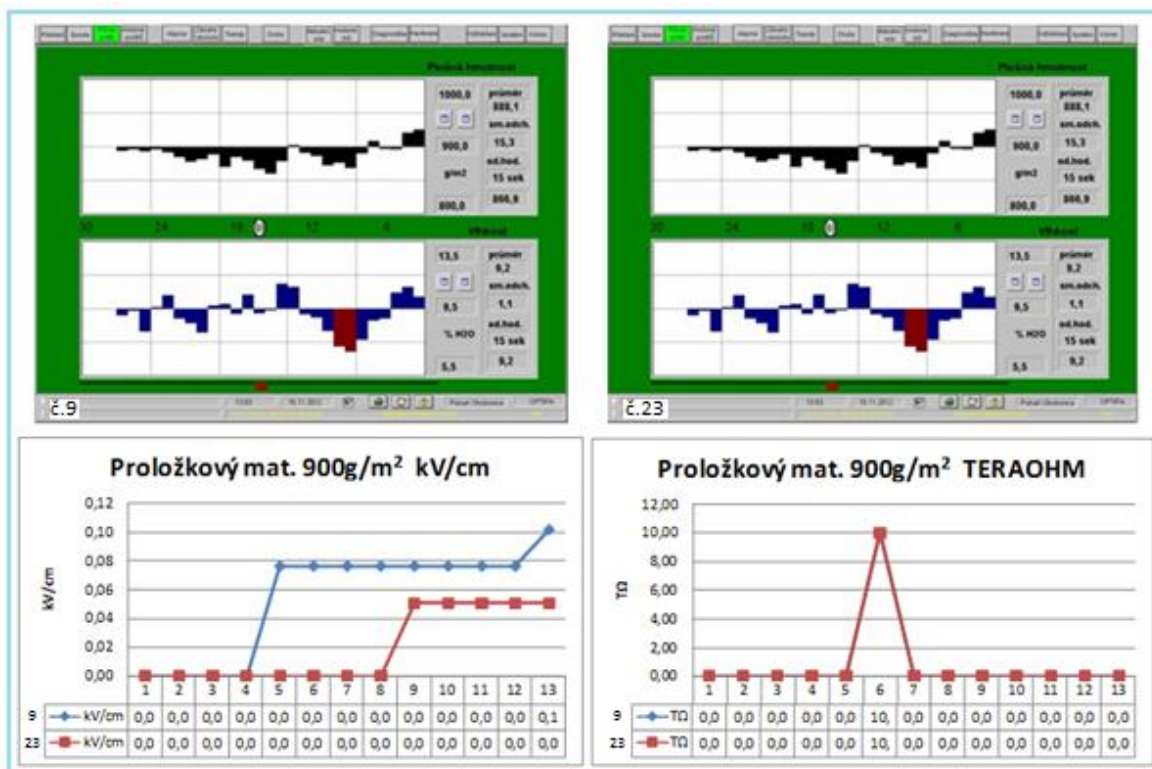
dochází u jedenáctého měřeného místa k mírnému poklesu na $10^9 \Omega$, poté jsou výsledky již neměnné.

Vyhodnocení:

- Rychlost kartónového stroje dosahuje v průměru 20,5 m/min.
- Průměrná vlhkost materiálu je (10,1 %) a splňuje podmínky stanovené podnikovou normou.
- Tloušťka materiálu dosahuje v průměru 1,17 mm.
- Dosaženo velmi nízkého měřeného náboje 0,15 kV/cm (na přístroji Simco max. hodnota 51 kV/cm) od šestého měřeného místa –výstup z malého kalandru.
- Povrchová rezistivita nedosáhla svého měřitelného maxima (na přístroji Richmond $10^{12} \Omega$).
- Při výrobě nedocházelo k elektrostatickým výbojům.

Plošná hmotnost 900 g/m^2 (měření č. 9, 23)

Graf 16. Grafické znázornění plošné hmotnosti, vlhkosti, elektrostatického náboje a povrchové rezistivity u měření č. 9, 23



Rozbor provedeného měření:

- Počet provedených měření v plošné hmotnosti 900 g/m²: dvě měření. První provedeno 31.10.2012 v 7:42 hod., druhé měření 15.11.2012 v 14:11 hod.
- Měření číslo: 9, 23.
- Materiál: Proložkový
- Plošná hmotnost: v obou případech odpovídá podnikové normě (přípustné odchýlení od podnikové ± 6 %)
- Vlhkost: v měření 9 neodpovídá podnikové normě, v měření 23 odpovídá podnikové normě (tolerance v rozmezí 8 až 11 % vlhkosti materiálu).
- Rychlost kartónového stroje: je v obou případech téměř stejná (19m/min – 20m/min)
- Tloušťka materiálu: 1,29 mm a 1,17 mm.
- Popeloviny: měření č. 9 = 18,39 %, měření č. 24 = 22,29 %. Rozdíl v popelovinách 3,9 %. Rozdíl v hodnotách popelovin způsoben skladbou sběrových materiálů. Poměr dávkování jednotlivých druhů sběrových materiálů je uveden v tabulce:

Tab. 22. Zanáška sběrového materiálu pro plošnou hmotnost 801 až 900 g/m²

Plošná hmotnost g/m ²	Kód SP	Druh SP	Poměr míchání	
		PROLOŽKA		
801 - 900	1.02	Smíšené papíry a lepenky tříděné	1	1:2:1
	1.05	Použité obaly z vlnité tepenky	2	
	1.03	Šedá lepenka (Model Bílý - 1.02)+skládačková lepenka	1	
	4.01	Nové odřezky z vlnité lepenky - Malá linka	VL 4:1 ML	
	1.02	Školy [(cca 8t / 1den) minimum]	+	
	1.03	Vratný odpad Budova 38 (cca 2,5t / 1den)	+	

Stanovení sušiny materiálu u měření č. 23:

- Proveden odběr vzorků z příčného profilu na stanovení sušiny materiálu.
První měřené místo: 33,06 %
Druhé měřené místo: 45,22 %
Třetí měřené místo: 50, 20 %
Čtvrté měřené místo: 62,64 %
Páté měřené místo: 74,73 %
Šesté měřené místo: 80,37 %
Sedmé měřené místo: 91,66 %

Osmé měřené místo: 92,95 %

Třinácté měřené místo: 93,01 %

Teplota lepenkového pásu

Tab. 23. Teplota lepenkového pásu u měření č. 23

Vývoj teploty materiálu °C	
Místo měření	Teplota materiálu
Teplota materiálu po výstupu z III. lisové partie	17,2°C
Teplota materiálu za první susušící partii	69°C
Teplota materiálu za druhou sušící partii	75°C
Teplota materiálu za třetí sušící partii	86°C
Teplota materiálu po výstupu z velkého leštícího válce	61°C
Teplota materiálu po fázi chlazení	40°C
Teplota materiálu po výstupu z velkého kalandru	35°C
Teplota materiálu před vstupem do sekacího stroje	23°C

Měření elektrostatického náboje:

- Provedeno měření označené číslem 9 a číslem 23 pomocí kompaktního elektrostatického přístroje Simco - pro vyhledání a měření statického náboje. U měření 9 první až čtvrté měřené místo bez projevu elektrostatického náboje, ten se začíná vytvářet na pátém měřeném místě (fáze žehlení). U měření č. 23 první až osmé měřené místo bez projevu elektrostatického náboje, ten se začíná vytvářet na devátém měřeném místě (fáze chlazení). Nejvyšších hodnot je dosaženo u měření 9 na třináctém měřeném místě (fáze formátování materiálu a uložení) 0,10 kV/cm. U měření 23 na devátém měřeném místě (fáze chlazení) 0,05 kV/cm. Měřené hodnoty jsou velmi nízké a nedochází k žádným projevům elektrostatických jevů.

Vyhodnocení povrchové rezistivity materiálu:

- Provedeno měření označené číslem 9 a číslem 23 pomocí kompaktního přístroje Surface Resistance. Nárůst povrchové rezistivity zaznamenán u měření 9 a 23 na pátém měřeném místě (fáze žehlení). U obou měření povrchová rezistivita pozvolná stoupá a svého maxima dosahuje u měření 9 a 23 na jedenáctém měřeném místě (fáze formátování materiálu a uložení) $10^9 \Omega$. Po dosažení maximálních hodnot jsou výsledky již neměnné.

Vyhodnocení:

- Rychlost kartónového stroje je u obou měření téměř shodná. Rozdíl činí pouhý 1 m/min.
- Průměrná vlhkost materiálu je v obou případech již velmi vysoká. V průměru dosahuje hodnot 10,5 % vlhkosti a u měření 9 již nesplňuje podnikovou normu.
- Rozdíl v tloušťkách materiálu činí (0,12 mm).
- V obou případech dosaženo jen velmi nízkého měřeného náboje (na přístroji Simco max. hodnota 51 kV/cm). Vyšších hodnot bylo dosaženo u měření 9 na třináctém měřeném místě – sekačkový ukladač 0,10 kV/cm.
- Povrchová rezistivita nedosáhla u obou měření měřitelného maxima (na přístroji Richmond $10^{12} \Omega$). Hodnoty u obou měření byli vyrovnané.
- Při výrobě nedocházelo k elektrostatickým výbojům.

PŘÍLOHA P III: PODNIKOVÁ NORMA OTROKOVICKÝCH PAPIŘEN



Podniková norma PN2
Plná strojní lepenka

Kapitola: 9

Strana: 1(1)

Parametr	Jednotka	Hodnoty												Zkouška podle				
		230	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800		850	900	950	1000
Průběh hmotnost	g/m ²	6												ČSN ISO 536				
Drovná odchylka	%	0,6												ČSN ISO 534				
Objemová hmotnost mín.	g/cm ³													ČSN 560344				
Pevnost v průřezu dle Schopper-Dalera mín. lepenka ležící (tvarová i oboustr., spec.)	kPa	70	80	100	120	125	130	135	140	150	160	170	180	190	200	210	220	ČSN 560344
Pevnost v průřezu dle Schopper-Dalera mín. lepenka ležící (tvarová i oboustr., neb. ležící, sp.)	kPa	60	70	80	90	105	110	115	120	130	140	150	160	170	180	200		ČSN 560344
Pevnost v průřezu dle Schopper-Dalera mín. lepenka ležící (t. ležícím ležící)	kPa	50	60	70	80	85	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	ČSN 560344
Pevnost v průřezu dle Schopper-Dalera mín. lepenka ležící (t. ležícím ležící, 80%, proložkový)	kPa	50	60	70	80	85	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	ČSN 560344
Vlákno	%	230 - 350 g/m ² 4 - 7%		351 - 505 g/m ² 5 - 8%		501 - 700 g/m ² 6 - 9%		701 - 850 g/m ² 7 - 10%		851 - 950 g/m ² 8 - 11%		951 - 1000 g/m ² 9 - 12%				ČSN ISO 247		

Datum vzniku: 14.1.2005

Revize: 1

Vydání: 1

Zpracoval: p. Bednařík

Platí od: 1.2.2010

Schválil: ing. Skácel