

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B2301 Strojní inženýrství
Studijní specializace: Strojírenská technologie – technologie obrábění

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh nastavení mechanismů operačních kontrol výrobní linky

Autor: Bc. Petr Špaček
Vedoucí práce: Ing. Kateřina Bícová Ph.D.

Akademický rok 2020/2021

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni. Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Rád bych poděkoval paní Ing. Kateřině Bícové Ph.D. za její pomoc a velkou ochotu při tvorbě této diplomové práce. Dále děkuji společnosti Kaletech za možnost vypracování práce v jejich provozu a zkušenosti s touto prací spojené. V neposlední řadě patří velké poděkování konzultantovi této práce panu Ing. Tomášovi Langerovi za podporu a dohled při její tvorbě.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Špaček	Jméno Petr	
STUDIJNÍ PROGRAM	Strojírenská technologie – technologie obrábění		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Bícová Ph.D.	Jméno Kateřina	
PRACOVISŤE	ZČU – FST - KTO		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Návrh nastavení mechanismů operačních kontrol výrobní linky		

FAKULTA	strojí	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2021
----------------	--------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	64	TEXTOVÁ ČÁST	60	GRAFICKÁ ČÁST	4
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Práce je zaměřena na zdokonalení stávajících a zavedení nových operačních kontrol na výrobní lince. Cílem práce je pomocí vhodné metody ověřit efektivnost stávajících kontrol na výrobní lince a následně navrhnout nové nastavení mechanismů operačních kontrol.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Kontrola kvality FMEA Úspora času a financí

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Špaček	Name Petr
STUDY PROGRAMME	Strojírenská technologie – technologie obrábění	
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Bícová Ph.D.	Name Kateřina
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO	
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Design of setting up mechanisms for operational controls of the production line	

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machining Technology	SUBMITTED IN	2021
----------------	------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	64	TEXT PART	60	GRAPHICAL PART	4
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The work is focused on improving existing and introducing new operational controls on the production line. The aim of the work is to use a suitable method to verify the effectiveness of existing controls on the production line and then propose a new setting of mechanisms of operational controls.
KEY WORDS	Quality control FMEA Save time and money

Obsah

Obsah

PŘEHLED POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	8
SEZNAM OBRÁZKŮ	9
SEZNAM TABULEK.....	10
1 ÚVOD	11
1.1 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	12
1.2 HLAVNÍ ČINNOSTI SPOLEČNOSTI.....	12
1.2.1 PRODEJ A SERVIS TECHNOLOGIE PRO PRŮMYSLOVÉ LEPENÍ A LEPIDEL.....	13
1.2.2 VÝROBA	13
2 DRUHY KONTROL A MONITOROVÁNÍ KVALITY NA VÝROBNÍ LINCE.....	16
2.1 KONCEPCE MANAGEMENTU KVALITY.....	16
2.1.1 KONCEPCE ISO	16
2.1.2 KONCEPCE TQM.....	17
2.1.3 KONCEPCE ODVĚTVOVÝCH STANDARDŮ	17
2.2 DRUHY KONTROL NA VÝROBNÍ LINCE	18
2.2.1 ZÁKLADNÍ NÁSTROJE ŘÍZENÍ KVALITY	18
2.3 KVALITA A NÁKLADY.....	24
3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	25
3.1 Popis pracoviště.....	25
3.1.1 ODVÍJENÍ.....	26
3.1.2 CENTRACE A NÁNOS LEPIDLA	27
3.1.3 ŘEZÁNÍ A NAVÍJENÍ	28
3.1.4 SUDOVÉ PŘEDTAVENÍ LEPIDLA.....	30
4 NÁVRH NASTAVENÍ MECHANISMŮ OPERAČNÍCH KONTROL VÝROBNÍ LINKY	31
4.1 POŽADAVKY PRO FMEA	31
4.2 POSTUP PRO EFEKTIVNÍ VYUŽITÍ METODY FMEA	32
4.3 SLOŽENÍ TÝMU A TVORBA DOKUMENTACE K ANALÝZE FMEA.....	32
4.4 VYTVOŘENÍ DOKUMENTACE PRO ANALÝZU FMEA.....	32
4.5 ANALÝZA METODY FMEA PRO TESTOVÁNÍ A VÝROBU SLEPENICE.....	33
4.5.1 POPIS MOŽNÝCH VAD UVAŽOVANÝCH DLE ANALÝZY FMEA.....	35

4.5.2	KRITICKÁ MÍSTA DLE ANALÝZY FMEA A NAVRŽENÁ NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ.....	42
4.5.3	DÍLY A MATERIÁL POTŘEBNÝ PRO NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ.....	45
4.6	POŽADAVKY NA KVALITU VÝROBKU	45
4.6.1	TESTY	45
4.6.2	VÝROBA	46
4.7	NOVĚ NASTAVENÝ ZPŮSOB SLEDOVÁNÍ KVALITY NA VÝROBNÍ LINCE 47	
4.7.1	VSTUPNÍ KONTROLA	47
4.8	ZAVEDENÍ DO PROCESU	50
5	ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ	51
5.1	TECHNICKO EKONOMICKÉ HLEDISKO	54
6	ZÁVĚR.....	57
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	58
	PŘÍLOHA č. 1.....	i
	Výrobní checklist	i
	ii
	iii
	PŘÍLOHA č. 2.....	iv
	Výrobní protokol.....	iv
	PŘÍLOHA č. 3.....	vi
	Formulář pro analýzu FMEA	vi

PŘEHLED POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ISO	- International Organization for Standardization
TQM	- Total Quality Management
GMP	- Good Manufacturing Practice
HACCP	- Hazard Analysis and Critical Control Points
FMEA	- Failure Mode and Effect Analysis
ČSN	- Česká státní norma
EN	- Evropská norma
EFQM	- European Foundation of Quality Management
GMP	- Good Manufacturing Practice
CWQC	- Company Wide Quality Control
QMS	- Quality Management System
Atd.	- a tak dále
Mj.	- mimo jiné

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Výrobní linka	12
Obr. 2: Nanášecí hlava pro tavné lepidlo	13
Obr. 3: Příklad zákazníků společnosti Kaletech.....	13
Obr. 4: Schéma výrobní linky	13
Obr. 5: Čtyřvrstvý slepenec.....	14
Obr. 6: Vstupní materiál.....	15
Obr. 7: Výstupní produkt v nábalu 5500m.....	15
Obr. 8: Příklad formuláře pro analýzu FMEA [20].....	20
Obr. 9: Diagram příčin a následků [8].....	21
Obr. 10: Příklad kontrolní tabulky výskytu vad [8]	23
Obr. 11: Příklad kontrolní tabulky lokalizace vad [8].....	23
Obr. 12: Příklad kontrolní tabulky rozdělení znaku jakosti či parametru procesu [8]	24
Obr. 13: Popis pracoviště	25
Obr. 14: Odvíjení.....	26
Obr. 15: Napínání materiálu.....	26
Obr. 16: Schéma nanášení lepidla pomocí šterbinové nanášecí hlavy.....	27
Obr. 17: Nános lepidla	27
Obr. 18: Slepěný a zkalandrovaný materiál	28
Obr. 19: Systém pro podálné řezání	28
Obr. 20: Nabalování materiálu	29
Obr. 21: Tavení a čerpání lepidla	30
Obr. 22: Hlavička tabulky pro analýzu FMEA	32
Obr. 23: Kontinuální nános lepidla	36
Obr. 24: Nakrčený vstupní materiál	37
Obr. 25: Poškození vstupního materiálu při přepravě.....	38
Obr. 26: Špatné zarovnání materiálu.....	39
Obr. 27: Zarovnání materiálu při výrobě	40
Obr. 28: Čárkování lepidla	41
Obr. 29: Ukázka vstupní kontroly	48
Obr. 30: Ukázka výstupní kontroly	49
obr. 31: Graf doby návratnosti	56

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Tabulka analýzy FMEA pro testování slepence	33
Tab. 2: Tabulka analýzy FMEA pro výrobu slepence	34
Tab. 3: Tabulka potřebného materiálu pro nápravná opatření	45
Tab. 4: Tabulka zhodnocení výsledků.....	51
Tab. 5: Tabulka analýzy FMEA pro test slepence po zavedení nových mechanismů operačních kontrol	52
Tab. 6: Tabulka analýzy FMEA pro výrobu slepence po zavedení nových mechanismů operačních kontrol.....	53
Tab. 7: Tabulka nákladů na doporučená opatření	55
Tab. 8: Tabulka předpokládaných úspor po aplikování doporučených opatření	55
Tab. 9: Tabulka nákladů, úspor a doby návratnosti	55

1 ÚVOD

Požadavky na kvalitu výroby jsou neustále zvyšovány. Z hlediska kvality, objemu výroby, termínu dodání a v neposlední řadě také ceny výrobku. To je důvod, proč výrobní společnosti neustále hledají možnosti zlepšení, zjednodušení nebo zrychlení výrobního procesu. Z toho plyne zvýšení produktivity a možnost udržení ceny na akceptovatelné mezi pro zákazníka.

Směr, kterým se ubírá aktuální oblast výroby je automatizace a robotizace. Své místo ve výrobě stále častěji nachází kolaborativní robotizace. Tento trend přináší do výroby vysokou přesnost, opakovatelnost a spolehlivost zaměřenou na kvalitu. V konečném důsledku, při zvládnutí dané technologie přinese i značné úspory.

V sériové a hromadné výrobě je stále větší tlak na objem výroby, zachování, nebo snížení ceny. Dnes se k tomuto ještě stále více hledí na 100% kvalitu výrobku a ekologii. Společnosti investují miliony do systémů zlepšení kvality výrobků a jejich ekologickou výrobu. Toto může v dlouhodobém časovém horizontu znamenat konkurenční výhodu, která je klíčová pro přežití projektu.

Ve společnosti Kaletech, která se zabývá technologií lepení tomu není jinak. Na výrobní lince, kde jsou lepeny především polotovary pro automobilový a stavební průmysl je samozřejmě žádoucí efektivně sbírat data o procesu výroby a následně vyhodnocovat případné shody, nebo neshody od požadavku zákazníka.

Tato práce se tedy zaměřuje na zdokonalení stávajících a zavedení nových způsobů kontroly na výrobní lince ve společnosti Kaletech, které by měly vést ke zkvalitnění produkce a snížení zmetkovitosti. Tyto změny by měly přinést také zkrácení výrobních časů a snížení nákladů na výrobu a reklamace.

Cílem práce je ověřit pomocí vhodné metody efektivnost již nastavených kontrol výrobní linky a následně navrhnout nové nastavení mechanismů vstupních, mezioperačních a výstupních kontrol včetně návrhu potřebné dokumentace na základě požadavků legislativy a specifických požadavků podniku a odběratele.

1.1 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI



Obr. 1: Výrobní linka

Kaletech je rodinná firma o 15 zaměstnancích sídlící v Plané u Třemošné, která se již více jak 16 let pohybuje v oblasti průmyslového lepení. Jejím partnerem je švýcarská společnost Robatech, která je exkluzivním dodavatelem technologie průmyslového lepení.

Historie společnosti sahá ale mnohem dále než 16 let zpět. V roce 1872 začal vznikat areál, kde dnes probíhá veškerá činnost společnosti, výroba lepených polotovarů, testování procesů, lepidel a servis systémů pro nanášení lepidla. V tomto roce se zahájila stavba Městského pivovaru v Plané. Dlouhý příběh tohoto nádherného areálu vede až do roku 2020, kdy byla dokončena potřebná rekonstrukce objektu a mohla se v těchto nových prostorách znovu spustit naplno výroba. Na rozdíl od roku 1875, kdy zde byla stočená první várka piva se dnes v těchto prostorách lepí polotovary pro další zpracování. Ve sklepní části objektu se provádí servis systémů pro nanášení lepidla. Najdeme zde také část pro testování technologie a lepidel, které mimo jiné také patří do portfolia společnosti.

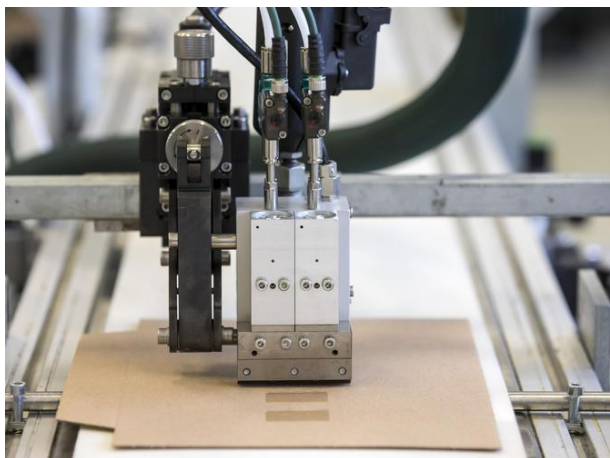
1.2 HLAVNÍ ČINNOSTI SPOLEČNOSTI

Hlavním cílem společnosti Kaletech je zajistit zákazníkovi komplexní řešení v oblasti průmyslového lepení. To znamená na základě testů navrhnout optimální technologii, včetně vhodného typu lepidla. Následně systém nainstalovat a ukázat, jak s ním pracovat. A v neposlední řadě nabídnout svým zákazníkům kvalitní servis v průběhu dalších let.

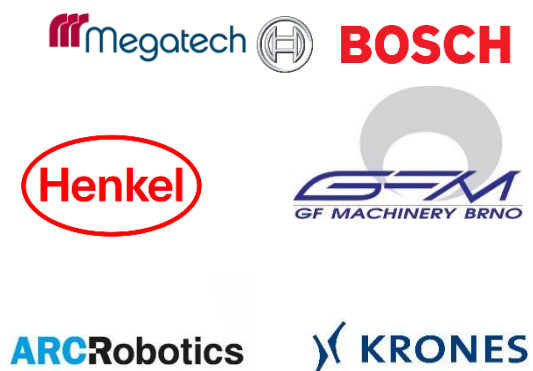
Zákazníci rádi využívají možnost testování nových lepidel, nebo technologií na testovací a výrobní lince. Toto je pro zákazníky výhodné z mnoha důvodů. Testy probíhají přímo v prostředí, kde je možno vyzkoušet mnoho typů lepidel a způsobů technologií. Zároveň tímto testováním, které trvá v řádu hodin o dní

1.2.1 PRODEJ A SERVIS TECHNOLOGIE PRO PRŮMYSLOVÉ LEPENÍ A LEPIDEL

Hlavní činnost společnosti. Zákazníci se na společnost obrazejí, pokud chtějí realizovat nový projekt, nebo rozšiřovat stávající. Úspěch této činnosti nezávisí pouze na lepeném polotovaru a lepidle, ale do procesu lepení vstupuje mnoho faktorů. Mezi tyto faktory patří teplota lepeného materiálu a okolí, vlhkost, povrchová úprava, rychlost výroby a tak dále. Tým specialistů se snaží najít řešení pro každý požadavek zákazníka. Ať se jedná o jakýkoliv způsob nanášení lepidla v různých podmínkách a objemech.

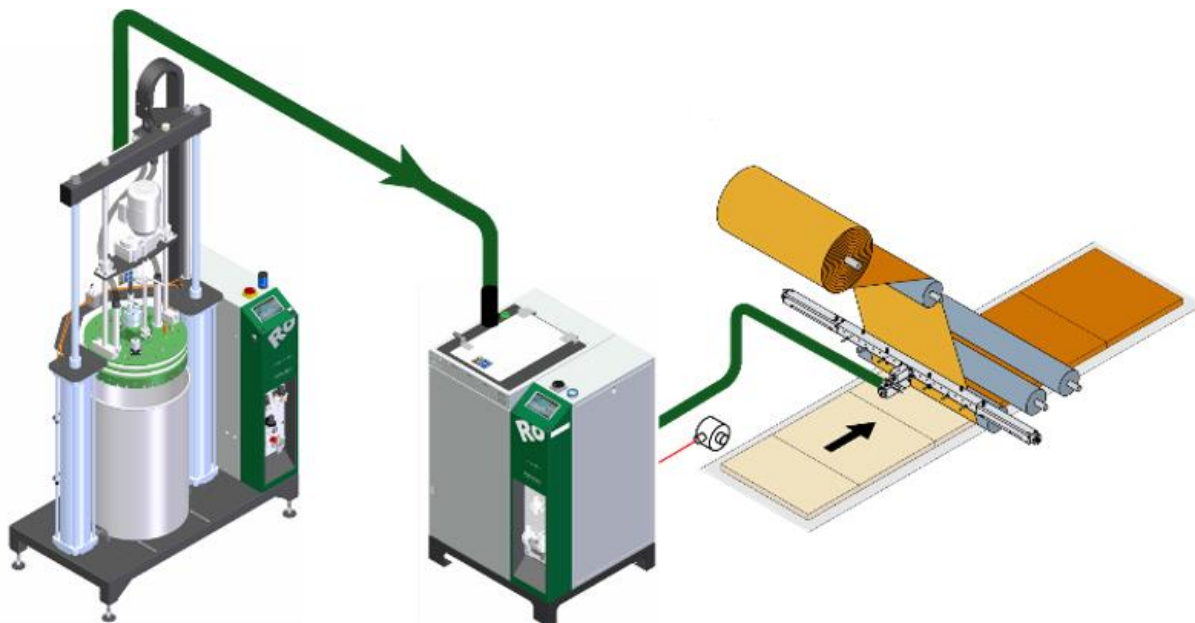


Obr. 2: Nanášecí hlava pro tavné lepidlo



Obr. 3: Příklad zákazníků společnosti Kaletch

1.2.2 VÝROBA



Obr. 4: Schéma výrobní linky

Dalším zaměřením společnosti je výroba slepenců například pro stavební a automobilový průmysl. Výroba slepence probíhá na převíjecí lince s plošným nánosem lepidla. Jako vstupní materiály jsou nejčastěji používány různé druhy netkaných fólií, paropropustné fólie, pěny, rouna atd. Na jeden z těchto materiálů je pomocí štěrbinové hlavy plošně nanášeno lepidlo a po kalandraci s druhým materiálem dojde ke slepení při rychlosti až 50m/min a maximální šířce 2000mm. Tento slepenec je možno dále podélně formátovat a poté nabalovat na tří, nebo šestipalcové dutinky. Tímto postupem lze postupně slepit i více vrstvé materiály, které lze poté využít například jako pevnostní parozábrany.

Na obrázku níže je ukázán příklad pevnostní parozábrany složené ze čtyř vrstev.

1. Spunbond nízké gramáže
2. Tenká fólie sloužící jako parobrzdá
3. Nosič sloužící jako opora pro tenkou fólii
4. Spunbond vyšší gramáže jako podklad



Obr. 5: Čtyřvrstvý slepenec

1.2.2.1 SPECIFIKACE PRODUKTU

Produkty vyráběné na výrobní lince se dělí podle následujících kritérií:

- Počet vrstev slepenec (jedno vrstvé, samolepky, vícevrstvé)
- Podle délky nábalu (krátké/dlouhé nábaly)
- Podle konečného využití

Obecně lze říci, že na převíjecí lince lze vyrobit slepenec lepený plošným nánosem v šířce od 800 do 2000 mm lepidla, který může být i přerušovaný. Gramáž vyrobeného materiálu se pohybuje od 30 do 350 g/m². To vše při rychlosti výroby od 1m/min do 50 m/min. Slepence lze podélně řezat a následně nabalovat na šestipalcovou, nebo třípalcovou dutinku. Délka nábalu závisí na vstupním materiálu, ale pohybuje se od několika metrů až po několika tisíc metrů. Využití těchto výrobků je široké. Najdeme ho například ve stavebnictví ve formě podstřešních fólií, parozábran či například parobrzd. Dále jako samolepy pro tepelné a zvukové izolování. Vícevrstvé slepenec najdeme ve formě jezírkových fólií, nebo pevnostních fólií pro průmyslové využití. V neposlední řadě slepenec najdeme i ve zdravotnictví, nebo automobilovém průmyslu. V automobilovém průmyslu se technologie plošného nanášení lepidla využívá například pro kaširování, nebo pro polepování plastů ve formách například pro palubní desky, loketní opěrky atd.



Obr. 6: Vstupní materiál



Obr. 7: Výstupní produkt v nábalu 5500m

2 DRUHY KONTROL A MONITOROVÁNÍ KVALITY NA VÝROBNÍ LINCE

Pojem kvalita známe již ze starověku 1792 př.n.l. v souvislosti s kvalitou a bezpečností na stavbách. Ve starověku se poté s rozvojem obchodu začala uplatňovat kontrola ze strany řemeslnických cechů a později také ze strany státu. Cílem kontroly bylo porovnávat vyrobené výrobky s určitým technickým předpisem, normou nebo vzorkem, etalonem, a to s rozlišením na shodné, vyhovující čili dobré kusy a neshodné, vadné, tj. špatné kusy, zmetky. Tato pravidla platila ještě v první třetině dvacátého století. V roce 1887 bylo zavedeno označení původu zboží používané dodnes, známé jako „made in“ [19,20].

Díky růstu výroby po první světové válce se začaly objevovat první statistické metody kontroly kvality v průmyslu, které vynalezl Romig a Shewhart. V roce 1950 pak došlo k výraznému zlomu, kdy došlo k přechodu od orientace na výrobek k orientaci na výrobní proces. Japoncům se podařilo rozšířit statistické řízení procesů i do dalších oblastí a činností organizace, včetně předvýrobních etap. Vznikl skutečný moderní systém managementu kvality označovaný jako Company Wide Quality Control (CWQC). Propracováním tohoto přístupu bylo docíleno prvních pokusů o TQM, který představuje i v současnosti dynamicky se vyvíjející koncepci. Roku 1987 vstoupily na scénu normy kvality ISO řady 9000 snažící se o rozsáhlou dokumentaci podnikových procesů. Vývoj pak pokračoval k fúzím řízení kvality, k péči o životní prostředí a bezpečnost a ochranu zdraví při práci [6,20]. V současné době se objevují tři hlavní koncepce managementu kvality. Koncepce ISO, TQM a koncepce odvětvových standardů.

2.1 KONCEPCE MANAGEMENTU KVALITY

2.1.1 KONCEPCE ISO

ISO (International Organization for Standardization) je Mezinárodní organizace pro normalizaci, která je celosvětovou federací národních normalizačních orgánů. Koncepce ISO vznikla v roce 1987 z podnětu technické komise ISO, konkrétně ISO/TC 176 (Technical Committee 176) a opírá se o soustavu norem řady 9000, které jsou věnovány požadavkům na systémy managementu kvality. ISO 9000 byly následně schváleny Evropským výborem pro normalizaci (CEN - European Committee for Standardization) jako evropské normy EN [12,13,14,15,16,17].

Řadu ISO 9000 tvoří 4 mezinárodní standardy, které poskytují návod k vypracování a uplatnění systému managementu kvality. Jsou jimi ISO 9000:2005, ISO 9001:2008, ISO 9004:2009 a ISO 19011:2002. ISO 9000:2005 slouží jako jakýsi slovník a základní principy. Obsahuje výklad nejdůležitějších pojmů týkajících se kvality. ISO 9001:2008 obsahuje požadavky na QMS, které organizace musí splnit, aby mohla být certifikována. Jedná se o jediný standard v rámci této řady, jenž je určený k certifikaci. Proto je tato norma označována jako norma kritériální. ISO 9004:2009 vzniklo jako doporučení pro zlepšování QMS. Tato norma usiluje o zvýšení účinnosti procesů v organizaci. Zaměřuje se na udržitelný úspěch organizace, na vyvážené a dlouhodobé plnění potřeb a očekávání všech zainteresovaných stran, ale také na sebehodnocení. ISO 19011:2002 je určeno jako návod pro provádění interních auditů ve firmách a u dodavatelů. V tomto případě se nejedná o závaznou normu, ale taktéž pouze o doporučení. Používání norem řady ISO 9001 je v současné době již celosvětové a jejich implementace je nezbytným předpokladem pro uplatnění se v mezinárodním (ale i národním) obchodě. Používání tohoto souboru norem není omezeno nejen žádnými hranicemi, ale ani typem organizací či jejich velikostí, a tudíž je lze použít zcela univerzálně pro organizace jakéhokoliv typu [1,12,13,14,15,16,17].

2.1.2 KONCEPCE TQM

Koncepce Total Quality Management je spíše otevřenou filozofií managementu organizací. Harrison a Petty (2002) označují filozofii TQM spíše jako cestu než cíl. Sama filozofie, formulována během druhé poloviny dvacátého století, zejména v Japonsku, následně pak v USA a Evropě, ale k aplikaci v praktickém životě obvykle nestačí, a proto byly na podporu TQM vyvinuty různé modely. Mezi nejznámější patří model Demingovy ceny za jakost v Japonsku, model americké Národní ceny Malcoma Baldrige v USA a v Evropě nejrozšířenější a nejrespektovanější model EFQM Model Excellence, vyvinutý a propagovaný Evropskou nadací pro management jakosti [7,12,13,21].

TQM je nejkomplexnější a nejučinnější systém řízení definovaný jako dobře naplánovaný celopodnikový proces neustálého zlepšování všech podnikových činností tak, aby se dosáhlo spokojenosti všech vnitřních i vnějších zákazníků. TQM znamená neustálé uspokojování požadavků zákazníků při co nejnižších nákladech a za angažovanosti všech pracovníků.[8,9,10,20]

2.1.3 KONCEPCE ODVĚTVOVÝCH STANDARDŮ

Koncepce odvětvových standardů vznikla v 70. letech minulého století, a je tedy historicky nejstarší koncepcí. Již v této době si firmy uvědomovaly potřebu vytvářet systémové přístupy k managementu kvality. Požadavky na tyto systémy byly zaneseny do norem, které mají v rámci jednotlivých odvětví platnost často dodnes . [7,20] Nejstaršími přístupy k zabezpečení kvality jsou postupy správné výrobní praxe (GMP - Good Manufacturing Practice), které jsou spojeny s farmaceutickým průmyslem. V současné době jsou tyto přístupy rozšířeny i do potravinářského průmyslu, také známé pod zkratkou HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points). Typickými představiteli oborových standardů v automobilovém průmyslu jsou standardy VDA 6.x., ISO/TS 16949, resp. QS 9000 . [1,20] Integrujícím prvkem systému managementu jakosti je informační systém o jakosti, jehož velkou část tvoří dokumentace prvotních údajů o jakosti. Na správnosti sběru a záznamu prvotních dat o jakostních parametrech, vadách, příčinách odchylek od očekávané variability procesu závisí úspěšnost aplikace ostatních metod řízení a zlepšování jakosti. Kvalita je obtížně měřitelná, ale lze ji velmi dobře hodnotit. O kvalitě rozhoduje zákazník a v mnoha případech i udává podmínky jejího hodnocení. Kvalitu výrobku lze tedy dobře hodnotit, nebo porovnávat s požadovanou kvalitou. Považovaná kvalita může být představa zákazníka, hodnota uvedená v normách, a nebo na příklad hodnota předepsaná právním předpisem. [8,11,20]

Předmětem kontrolní činnosti zaměřené na kvalitu je kvalita výrobku nebo služby. Kontrolujeme kvalitu materiálů, nedokončené výroby, hotových výrobků nebo služeb s ohledem na příslušné specifikace. U kvality procesu kontrolujeme parametry provozních zařízení (teplotu, tlak), popřípadě nástrojů a pomůcek, parametry prostředí (prašnost, teplota, vlhkost, mikrobiologická čistota) a to s cílem zjistit, zda se pohybují v předepsaném pásmu, které zabezpečuje jakostní provedení či udržení kvality [19,20].

Kontrola tradičně rozlišována na kontrolu vstupní, provozní a výstupní. Vstupní kontrola se zaměřuje hlavně na dodané suroviny, materiál, polotovary a kompletační díly. K provozní kontrole dochází v průběhu výroby nebo realizace služby a kontrola hotového výrobku a služby je typem výstupní kontroly. [3,4,7,8,5,20]

Podle zařazení v provozních procesech máme kontrolu pooperační, meziprovozní a kontrolu před zahájením operace. Pooperační kontrola je prováděna až v okamžiku, kdy je operace hotova, takže tento typ kontroly představuje vlastně třídící kontrolu rozlišující dobré a špatné prvky. Kontrola prováděna v průběhu operace může odhalit nežádoucí průběh a dát tak možnost přijetí nápravných opatření. Tento přístup výrazně snižuje náklady na následné opravy, nebo

zmetkovou výrobu. V tom případě tedy mluvíme o mezioperační kontrole. Cílem kontroly před zahájením operace je ověření, zda jsou rozhodující prvky vyhovující [19,20].

Kontrolu lze členit dle úplnosti na úplnou, taktéž označovanou jako stoprocentní, a neúplnou. Při úplné kontrole jde o prověření každého prvku z kontrolovaného souboru. Neúplná kontrola představuje kontrolu části prvků ze souboru. Při této kontrole může jít o kontrolu náhodou (rozsah kontroly i rozhodná kritéria závisí na kontrolorovi) nebo o statistickou (rozsah a kritéria kontroly jsou určovány dle statistické kontroly). [5,7,11,20]

O každé kontrole je třeba vést samozřejmě záznam, jenž slouží jednak jako důkaz, že provedená kontrola byla uskutečněna a že kontrolou byly zjištěny příslušné hodnoty kvalitativních znaků. Tento postup je nutné provádět z důvodu poskytnutí zpětného vyhodnocování a určování případné vývojové tendence či souvislostí, které mohou být využity při nápravných či preventivních opatřeních. Vlastní podoba kontrolních záznamů se liší. Je na organizaci, aby si připravila vhodnou strukturu formulářů a určila, které údaje je třeba zaznamenávat [2,20]

2.2 DRUHY KONTROL NA VÝROBNÍ LINCE

Řízení kvality vůbec není o papírování nebo o výstupní kontrole, jak si hodně lidí myslí. Je především o trvalém zlepšování všeho, co se ve firmě nebo v organizaci odehrává a proto zasahuje prakticky všechny firemní procesy. Zlepšování je pro firmy pohybující se na trhu fakticky nezbytnou nutností. Kdo se přestane zlepšovat, toho konkurence předhóní. Řízení kvality a zlepšování je tak klíčovou a přirozenou součástí normálního řízení úspěšných firem a týmů. Typů a způsobů kontrol na výrobní lince je velká řada. Základní dělení je:

- Kontrola vstupní, která má za úkol hodnocení vstupních materiálů, které dále ovlivňují celý proces výroby a členit je na vyhovující a nevyhovující.
- Kontrola mezioperační kontrolu, při které je cílem třídít polotovary, které z jakéhokoliv důvodu nesplňují podmínky či parametry pro to, aby výsledkem byl vyhovující produkt. To, zda výsledný produkt vyhovuje určuje třetí typ kontroly ze základního dělení.
- Kontrola výstupní, jejím úkolem je zhodnotit, zda produkt vycházející z výrobního procesu vyhovuje všem požadavkům zákazníka.

Tyto tři hlavní druhy kontrol je možné dále členit podle rozsahu prováděných kontrol na stoprocentní, výběrovou, nebo namátkovou. Dalším členěním může být dle použitých měřidel na objektivní či subjektivní, nebo zda se jedná o destruktivní či nedeštruktivní kontrolu.[8,20]

2.2.1 ZÁKLADNÍ NÁSTROJE ŘÍZENÍ KVALITY

Ať bude ve společnosti používán jakýkoliv z přístupů a koncepcí pro řízení procesů, s velkou pravděpodobností bude používána minimálně jedna z analytických technik - nástrojů, které jsou považovány za sedm základních nástrojů řízení kvality a to:

- Kontrolní seznam (tabulky)
- Paretovo pravidlo (Pravidlo 80/20)
- Vývojový diagram (Flow chart)
- Diagram příčin a následků
- Histogram
- FMEA
- Regulační diagram [5,8,20]

Tyto nástroje a metody lze považovat za základní a jednoduché pomůcky - jsou oblíbené právě pro svoji jednoduchost používající "selský rozum". Zmíním tři metody, které lze konkrétně dobře aplikovat na tuto práci.

2.2.1.1 FMEA

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) je metoda, která se používá pro plánování kvality. Představuje týmovou analýzu možností vzniku vad u posuzovaného návrhu, ohodnocení jejich rizika a návrh a realizaci opatření vedoucích ke zlepšení kvality návrhu. FMEA je jednou ze základních metod plánování a zlepšování kvality a důležitou součástí přezkoumávání návrhu. FMEA je používána pro definování, identifikaci a eliminaci známých nebo potencionálních chyb, problémů a závad. Tím pádem redukuje možnost výskytu neshodných výrobků. Řádně provedená FMEA dokáže poskytnout užitečné informace, které mohou snížit rizika vzniku chyb. Jedná se o progresivní metodu analýzy potenciálu selhání, pomocí které se dá dosáhnout mnohem vyšší celkové účinnosti procesu. Tato technika včasného varování poskytuje informace o příčinách a důsledcích možného selhání předtím, než je produkt dokončen. FMEA v podstatě poskytuje systematický postup zkoumání všech způsobů, jimiž může chyba nastat. U každé z těchto chyb se stanovuje hodnocení o závažnosti, četnosti výskytu a detekci. Toto hodnocení dokáže určit nejzávažnější chyby a tím odhalí také potenciál pro zlepšení. Tento potenciál se dá využít pro neustálé zlepšování kvality produktů, tak aby byly jednoznačně splněny všechny požadavky zákazníků. Metoda FMEA se aplikuje v týmu, který se skládá z odborníků na určité oblasti. Tito odborníci jsou řízeni tzv. moderátorem, který celý tým doprovází v průběhu setkání, za účelem odhalení možných zlepšení. Metoda FMEA se používá zejména pro nové nebo inovované výrobky nebo procesy, avšak lze ji aplikovat i na stávající výrobky a procesy. V případě analýzy nových výrobků či procesů by měla být zahájena dostatečně včas, v podstatě když je zpracována koncepce řešení. Čím později bude zahájena, tím vyšší náklady a časové ztráty lze očekávat při realizaci případných změn. Včasné zahájení analýzy FMEA je rovněž důležité z tohoto důvodu, aby se do plánovaného zahájení výroby podařilo navržená opatření realizovat. Při změnách návrhu v dalších fázích vývoje by se aplikace metody FMEA měla opakovat. Průběh analýzy FMEA se průběžně zaznamenává do formuláře FMEA. [1,8,20]

2.2.1.1.1 FMEA NÁVRHU VÝROBKU

Pomocí FMEA návrhu produktu (FMEA konstrukce) se zajišťuje co nejúplnější zkoumání návrhu výrobku s cílem již v etapě návrhu odhalit všechny možné nedostatky, které by navrhovaný výrobek mohl mít, a ještě před jeho schválením realizovat opatření, která by tyto nedostatky odstranila [4,20].

2.2.1.1.2 FMEA PROCESU

FMEA procesu se obvykle provádí před zahájením výroby nových či inovovaných výrobků nebo při změnách technologického postupu a obvykle následuje FMEA návrhu výrobku, na kterou navazuje a využívá jejích výsledků. Postup při analýze FMEA procesu je podobný jako při FMEA návrhu výrobku s tím rozdílem, že příčiny možných vad tentokrát tým nehledá v navrhovaném řešení výrobku, u něhož se již předpokládá splnění záměru, ale v navrhovaném technologickém postupu. [20]

Přestože FMEA procesu je původně určena pro přezkoumání a validaci návrhu technologického postupu, je velice cennou metodou rovněž pro analýzu a přezkoumání již používaného výrobního procesu, neboť umožňuje odhalit slabá místa a tak iniciovat jeho zlepšování. Za provedení FMEA procesu je zodpovědný pověřený pracovník vývoje technologie, který týmu FMEA předkládá návrh technologického postupu výroby výrobku. Technologický postup by měl zahrnovat všechny fáze výroby a rovněž operace po výrobě až do okamžiku předání výrobku zákazníkovi. Návaznost jednotlivých operací by měla být přehledně znázorněna pomocí vývojového diagramu.

FMEA

FMEA NÁVRHU PRODUKTU

Systém _____
 Subsystem _____
 Součást _____
 Model _____
 Základní tým _____

Číslo FMEA _____
 Strana _____ z _____
 Zpracoval _____
 Datum provedení FMEA: (původní) _____ (revidovaná) _____

Zodpovědnost za návrh _____
Datum _____

Prvek Funkce	Možná vada	Možné následky vady	Význam	Kritičnost	Možné příčiny/ mechanismy vady	Výskyt	Stávající opatření pro prevenci	Stávající řízení návrhu – odhalování	Odhalitelnost	Rizikové číslo	Doporučená opatření	Odpovědnost Termín realizace	Provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhalitelnost	Rizikové číslo

Obr. 8: Příklad formuláře pro analýzu FMEA [20]

2.2.1.2 DIAGRAM PŘÍČIN A NÁSLEDKŮ

Diagram příčin a následků (Ishikawa diagram) je diagram, jehož cílem je nalezení nejpravděpodobnější příčiny řešeného problému. Diagram popsal a zavedl Kaoru Ishikawa. Někdy je nazýván jako diagram rybí kosti (Fishbone) pro jeho vzhled. V oboru "kvalita" je hodně využíván právě tento diagram. Dnes by se žádné rozhodnutí v „kvalitě“ nemělo obejít bez hledání příčin problémů a nekvalit. [8]

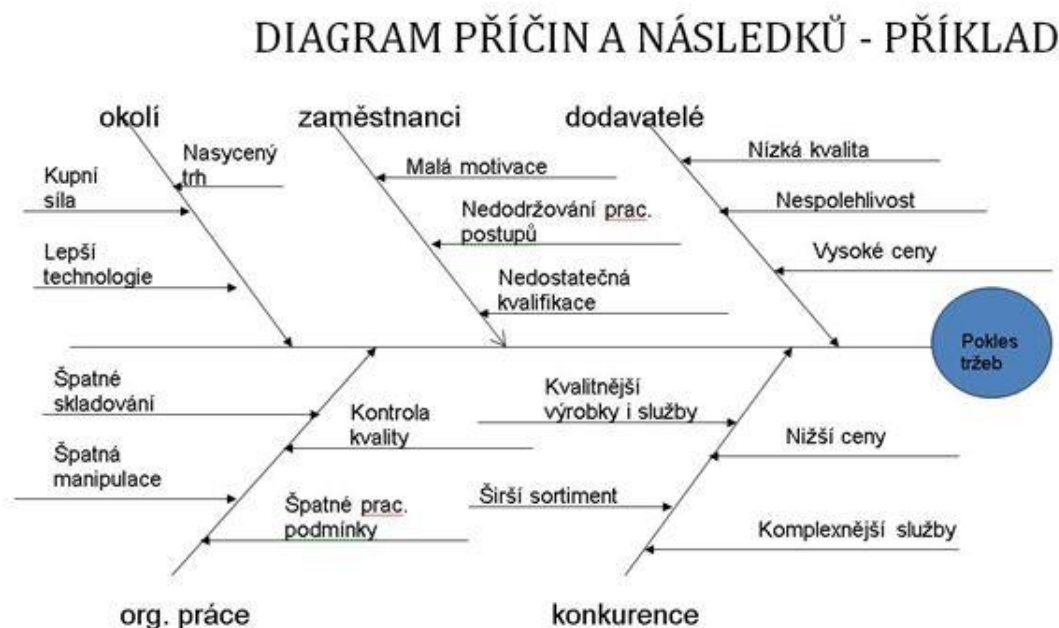
Princip vychází ze základního zákona. Každý následek (problém) má svou příčinu nebo kombinaci příčin. Jestliže například nejde nastartovat auto, může to mít celou řadu příčin jako například slabou baterii, nedostatek paliva, vadné svíčky, zkrat elektroinstalace, poškozená centrální řídicí jednotka apod. Aby se snáze našlo řešení problému, znázorňují se příčiny do diagramu. Při tvorbě Ishikawa diagramu se využívá brainstorming, který nám pomůže vydefinovat všechny možné, i málo pravděpodobné, příčiny problému, jež řešíme. Jedná se tedy o týmovou metodu.

POPIS TVORBY ISHIKAWA DIAGRAMU

Na začátku známe jen následek, který již vznikl nebo máme podezření možného vzniku a chceme mu předejít. Připraví se tedy velký formát papíru, na který bude Ishikawa diagram

kreslen. Vhodné je využít více barev pro jednotlivé oblasti nebo pro označení příčin, které budou považovány za nejpravděpodobnější. Dále se postupuje následovně:

1. Sestaví se tým pracovníků, kteří mají s řešeným problémem co do činění.
2. Nakreslí se na papír obdélník, do kterého se vepíše problém, jež je řešen. Od něj je nakreslena vodorovná čára, tedy páteř ryby.
3. K páteři jsou následně připojeny větve (kosti) a k nim obecné oblasti, kde se hledané příčiny mohou nacházet (materiál, procesy, metody, technologie, stroje, lidé a prostředí).
4. Definují se například brainstormingem potenciální příčiny a připojují se k jednotlivým kostem, tedy obecným oblastem.
5. Po vyčerpání všech možností a nápadů, se nechají ohodnotit každého člena týmu příčiny váhovým koeficientem.
6. Analyzují se příčiny, které získaly největší váhové koeficienty
7. Doplní se k analyzovaným příčinám data z reportingu nebo dash boardu (jsou-li k dispozici)
8. Využije se Paretovy analýzy k určení, které příčiny budou řešeny jako první.
9. Definují se jasné úkoly k odstranění příčin
10. Je potřeba sledovat, zda se již problém nevyskytuje. Pokud ne, byly objeveny skutečné příčiny. Pokud ano, je potřeba hledat nové příčiny, nebo vazby mezi jednotlivými příčinami apod. .



Obr. 9: Diagram příčin a následků [8]

2.2.1.3 KONTROLNÍ FORMULÁŘ

Kontrolní tabulky a záznamníky slouží k ručnímu sběru a záznamu prvotních dat o procesu spolehlivým, organizovaným způsobem.

Kontrolní tabulky mají 3 hlavní oblasti aplikace:

1. Jsou nástrojem pro záznamy výsledků jednoduchého čítání různých položek (např. různých druhů vad).
2. jsou nástrojem zobrazení rozdělení souboru měření.
3. jsou nástrojem zobrazení místa výskytu určitých jevů, např. vad na výrobku.

Chceme-li, aby kontrolní tabulky usnadňovaly prvotní sběr a záznam dat a aby poskytl prvotní informace o procesu, je při jejich tvorbě nutné dodržet následující principy:

1. princip stratifikace.
2. princip jednoduchosti a standardizace.
3. princip vizuální interpretace.

Základem tvorby kontrolních tabulek je princip stratifikace. Jde o proces třídění dat podle zvolených hledisek nebo jejich kombinací. Typickými hledisky pro stratifikaci provozních dat jsou druhy vad, poloha nebo místo výskytu vady, stroj, pracovník, výrobní linka, směna, druh materiálu, časový úsek, technologické parametry, použité měřicí přístroje apod. Cílem stratifikace je oddělit data z různých zdrojů tak, aby bylo možné určit rychle a jednoznačně původ každé položky dat a aby tak byl urychlen proces vyhledávání příčin neshod a problémů. Způsob zápisu musí být jednoduchý a jasný, aby jej zvládl bez chyb každý pracovník. Zjednodušení je charakterizováno použitím čárek nebo značek a symbolů místo čísel nebo textových charakteristik. Umožňuje mj. záznam velkého počtu dat do jedné tabulky.

Každý formulář musí obsahovat informace o původu dat (datum sběru, hodinu, místo, jméno pracovníka provádějícího sběr a záznam, způsob zjišťování dat – např. měřicí metodu, číslo sledované dávky materiálu, číslo výrobní dávky, číslo stroje atd.). Již ve fázi sběru dat je třeba data uspořádat tak, aby záznam byl ihned interpretovatelný či dále použitelný jako vstup pro zpracování pomocí dalších statistických a grafických nástrojů a aby nebylo nutné data přepisovat do dalších formulářů (při tomto procesu by mohlo dojít k náhodnému či záměrnému zkreslení prvotní informace). Cílem standardizace je předcházení možnosti vzniku chyb při záznamu, popř. při přepisování, interpretaci a ukládání dat, dále minimalizace potřeby přepisování dat, poskytnutí ucelené informace o analyzovaném procesu a přispění k rychlejšímu odhalení příčiny problému. K základním typům kontrolních tabulek patří kontrolní tabulka výskytu vad, kontrolní tabulka lokalizace vad a kontrolní tabulka rozdělení znaku jakosti či parametru procesu. [8]

2.2.1.3.1 KONTROLNÍ TABULKA VÝSKYTU VAD

Kontrolní tabulka výskytu vad se používá nejčastěji při mezioperační či výstupní kontrole. Vždy, když kontrolor identifikuje vadný výrobek, určí typ vady či vad (pokud jich je na jednom výrobku více) a zaznamená je čárkou do kolonky příslušného typu vady. Na konci dne pak ihned lze získat celkový počet vad a jejich strukturu. Tato informace urychlí odhalení příčin zjištěných vad. [8]

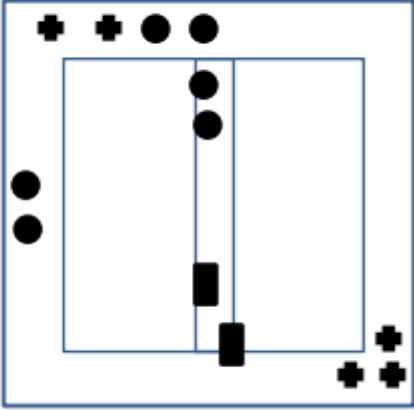
Typy defektů \ Výskyt	Datum							CELKEM
	Pondělí 17.1.	Úterý 18.1.	Středa 19.1.	Čtvrtek 20.1.	Pátek 21.1.	Sobota 22.1.	Neděle 23.1.	
Rez na dodaných dílech								20
Vychýlený svár								5
Nesprávný zkušební postup								0
Nesprávná součástka								3
Špinavé součásti								0
Dutiny v odlitku								6
Nesprávné rozměry								2
Selhání lepidla								0
Nedostatečné krytí								1
Porucha rozprašovače								5
CELKEM	10	13	10	5	4			42

Obr. 10: Příklad kontrolní tabulky výskytu vad [8]

2.2.1.3.2 KONTROLNÍ TABULKA LOKALIZACE VAD

V této tabulce se zaznamenává místo, kde se vada na výrobku vyskytla a četnost, s kterou se sledovaná vada na daném výrobku vyskytovala. Tento typ záznamu dat o jakosti velmi urychlí odhalení příčin vady, neboť soustřeďuje pozornost na místo vady, které umožní identifikovat fázi procesu či operaci, při níž mohla vada vzniknout. [8]

Kontrolní tabulka finálního lakování oken			
Druh vady	Symbol	Záznam	Počet
Bubliny	●		6
Kapky laku	■		2
Oděrky	+		5



Obr. 11: Příklad kontrolní tabulky lokalizace vad [8]

2.2.1.3.3 KONTROLNÍ TABULKA ROZDĚLENÍ ZNAKU JAKOSTI ČI PARAMETRU PROCESU

Rozdělení znaku jakosti či parametru procesu a jeho charakteristiky lze analyzovat pomocí histogramů. Užitečným nástrojem pro rychlé získání histogramu je tzv. kontrolní tabulka rozdělení znaku jakosti či parametru procesu. Umožňuje třídění dat přímo při jejich sběru. Při každém měření se do příslušné kolonky zapíše čárka. Po ukončení měření a jejich záznamu

(prvotním sběru dat) obdržíme hotový histogram přímo ve formuláři a ihned může následovat jeho analýza.[8,20]

Kontrolní tabulka průměru tyče		
Stupnice (mm)	Záznam	Součet
2,0 – 1,8	+++ +++	15
1,7 – 1,5	+++	11 LSL
1,4 – 1,2	+++ +++ +++	20
1,1 – 0,9	+++ +++ +++ +++	25
0,8 – 0,6	+++	8 USL
0,4 – 0,2		4

Obr. 12: Příklad kontrolní tabulky rozdělení znaku jakosti či parametru procesu [8]

2.2.1.3.4 OBECNÝ POSTUP SESTAVENÍ KONTROLNÍ TABULKY

Postup při tvorbě kontrolní tabulky lze shrnout do následujících kroků:

1. Identifikace konečných cílů a opatření (na které otázky chceme dostat odpověď a jaká rozhodnutí mají být přijata), identifikace typu dat, jejichž sběr má být proveden.
2. Identifikace všech faktorů a hledisek, podle kterých je třeba stratifikovat sledovaná data s cílem odhalit příčiny problému.
3. Identifikace časového úseku a podmínek pro seriózní sběr dat, odhad maximálního počtu dat na jednu tabulku, stanovení rozsahu výběrů, vhodných okamžiků sběru a záznamu dat.
4. Volba způsobu záznamu dat (číslem, čárkou, symbolem).
5. Vytvoření kontrolní tabulky tak, aby umožnila snadný a jednoduchý sběr, záznam, popř. přepis a interpretaci dat. Každá tabulka má mít tyto části:
 - a) hlavičku s identifikačními údaji,
 - b) vlastní tabulkovou část pro záznam dat (tak, aby záznam dat byl co nejjednodušší, nejrychlejší, nejúplnější, odolný vůči chybám, aby dal prvotní vizuální informaci o analyzovaném procesu).
6. Testování navržené tabulky v praktických podmínkách.
7. Proškolení pracovníků, kteří budou provádět sběr a záznam dat, aby se předešlo nesprávnému používání tabulky a nepřesné interpretaci dat.
8. Sběr dat (nutné zajistit, aby byla zaznamenávána všechna data, nejen příznivé hodnoty, a to čitelně).
9. Interpretace dat a využití zjištěné informace pro rozhodování.

2.3 KVALITA A NÁKLADY

S rostoucími požadavky na kvalitu roste cena konečného produktu. Ta je ovlivněna všemi činnostmi, které se podílejí na jejím vzniku a působí na produkt v celém jeho životním cyklu. Ovšem v konečném důsledku zvyšování kvality pracovního procesu vede k méně chybám, méně zmetkům, kratší době výroby a nižší spotřebě zdrojů, což snižuje celkové provozní náklady. [3,10]

Celkové náklady na kvalitu se dají rozdělit do dvou skupin. Náklady na plnění požadavků kvality. To znamená veškeré náklady promítající se při důrazu na preventivní opatření řízení kvality. A potom tu máme náklady spojené s nevyhověním požadavkům na kvalitu. To jsou náklady, které se mohou v budoucnu objevit z důvodu významného zanedbání, nebo dokonce pomnutí preventivního opatření řízení kvality. Mezi tyto náklady patří například: zmetky, opravy a přepracování výroby, záruční opravy a servis, náhradní expedice, nebo vyřizování

stížností. Je důležité si ale uvědomit, že kontrolní činnosti kvalitu v pravém slova smyslu nevytvářejí. Kvalita se nedá „vykontrolovat“. Nicméně úloha kontrolních činností při zabezpečování kvality není nezanedbatelná. Zvláště ve vztahu k zákazníkovi před-stavuje kontrola nástroj „jištění“, čímž posiluje důvěru v dodávanou kvalitu a tedy důvěru k samotnému dodavateli. Tato skutečnost však nemění nic na tom, že kontrola kvality jen zvyšuje výrobní náklady a nikterak neovlivňuje přidanou hodnotu pro zákazníka. [3,8,10]

Jelikož jsou kontrolní operace poněkud nákladné, je potřeba při jejich provádění respektovat následující doporučení:

- duplicitní kontroly jsou luxus, a proto je potřeba prověřit všechny případy, kde se využívají duplicitní kontroly
- nezavádějme postupy kontroly kvality plošně, ale nejprve vyhodnoťme rizika vadnosti v jednotlivých oblastech a na tomto základě diferencujeme přístupy ke kontrole
- kontrolní úsilí je třeba zaměřit především na nestabilní procesy, kterými mohou být právě zaváděné nové výrobky, technologie, nové materiály, zavedení stroje po opravě, přemístění stroje anebo zařízení nových pracovníků. [10,20]

3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

3.1 Popis pracoviště



Obr. 13: Popis pracoviště

Práce se soustředí na části pracoviště pro odvíjení materiálu, jeho následné slepení, podélné formátování a navíjení. Pracoviště má tedy několik částí viz. Obr 13.

3.1.1 ODVÍJENÍ

Ze dvou odvíječů je odbalován vstupní materiál, který se napíná napínacími válci, které zároveň plní rozháněcí funkci viz. Obr 14. Rozháněcí funkce je zajištěna vytvořenou šroubovicí na povrchu válců. To je důležité pro následné operace. Napínací síly, které působí na odvíjený materiál jsou v rozmezí 5 - 450 N v závislosti na zpracovávaném materiálu. V této části výroby probíhá vstupní kontrola materiálu. Vizuální kontrola nábalu, shoda s požadavkem na typ vstupního materiálu a kontrola gramáže namátkou vybrané role z dodané dávky. Dále se vizuálně kontroluje napnutí a vypnutí materiálu.



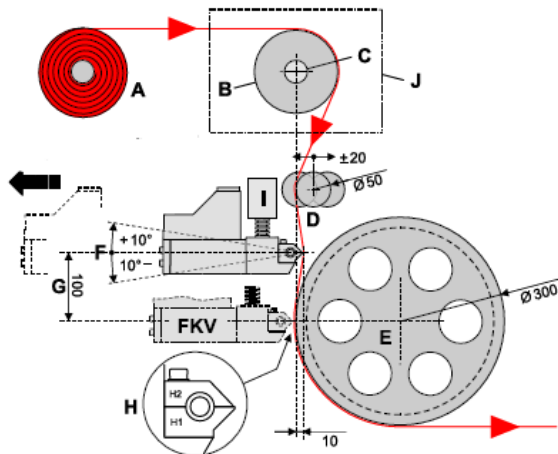
Obr. 14: Odvíjení



Obr. 15: Napínání materiálu

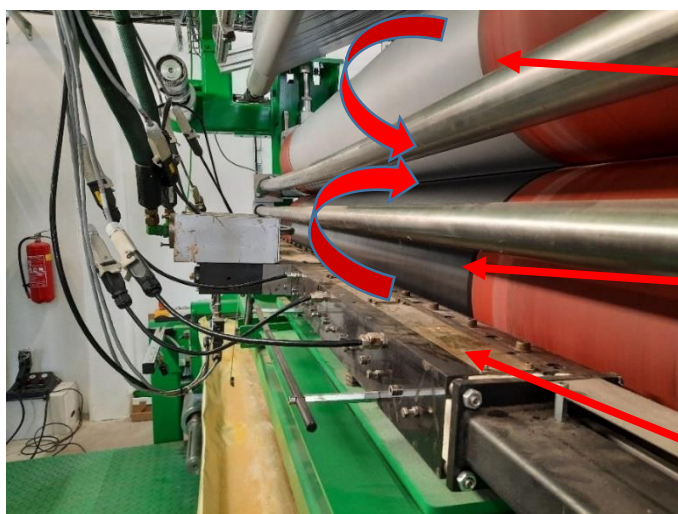
3.1.2 CENTRACE A NÁNOS LEPIDLA

Dokonale napnutý a rozehnáný materiál prochází další částí linky a to vyrovnávací (centrovací). V této části je materiál podélně vyrovnáván pomocí čidel snímající okraj materiálu. Tato čidla snímají horní i spodní materiál a dávají údaj o jeho poloze. Na základě tohoto údaje reagují vyrovnávací válce, které se natáčí a materiál udržují v ose. Toto řízení je důležité pro zaručení přesného nanesení lepidla a zarovnání materiálu na navíječi. V této části výrobní linky probíhá pouze vizuální kontrola funkčnosti vyrovnávacího systému. Tato kontrola probíhá pouze namátkou před a během výroby. Po srovnání materiálu následuje nános lepidla. Nános lepidla je zajištěn pomocí šterbinové hlavy FKV pro plošný nános lepidla. Tato hlava je schopná nanést lepidlo od šířky 800 mm až 2000 mm při rychlosti až 50 m/min.



Obr. 16: Schéma nanášení lepidla pomocí šterbinové nanášecí hlavy

Pro dokonalý přenos lepidla na lepený materiál je nutné, aby byla hlava stavitelná ve třech osách a měla možnost příčného a svislého natočení. Pohyb ve směru kóty „G“ je důležitý z důvodu přenosu lepidla na lepený materiál. Některé materiály je potřeba nanášet tak zvané „proti válci“ jiné naopak „v prostoru“. Přenos lepidla také výrazně ovlivňuje náklon nanášecí hlavy což znázorňuje kóta „F“. Odsun hlavy od materiálu (znázorňující tučná šipka) je nutný při zastavení převíjecí linky. V opačném případě by došlo k přepálení lepeného materiálu. Příčný náklon, který na obrázku není naznačen je žádoucí pro možnost nastavení rovnoměrnosti nánosu mezi levou a pravou stranou slepence. Jednoduše řečeno, v případě nerovnoměrnosti nanášecí hlavy bude nános soustředěn na jedné straně materiálu a na druhé se lepidlo nemusí přenášet vůbec.



Horní lepený materiál

Dolní lepený materiál
s lesklým nánosem
lepidla

Šterbinová nanášecí
hlava

Obr. 17: Nános lepidla

Zde probíhá pouze vizuální kontrola přítomnosti a rozložení lepidla na lepeném materiálu. Ihned po nanesení vrstvy lepidla následuje kalandrace horního a spodního materiálu viz. Obr18, která zajistí dokonalé spojení materiálů, vytlačení zbytkového vzduchu a dokonalé rozložení nánosu. Toto musí proběhnout vždy v otevřeném čase lepidla s přítlakem válců mezi hodnotami 0-8000 N. Kalandrace je velmi důležitý krok, při kterém se výrazně zvyšuje adheze mezi lepidlem a lepeným materiálem. Zároveň při kalandrování pěnových materiálů, nebo vat je potřeba dbát na vhodně zvolený přítlak, aby nedocházelo k trvalé pružné deformaci materiálu, nebo proleповání.



Obr. 18: Slepený a zkalandrovaný materiál

3.1.3 ŘEZÁNÍ A NAVÍJENÍ

Po kalandraci je materiál možné podélně formátovat (řezat). Formátování lze provést na přesný rozměr, nebo materiál nařezat na přesné pásy pomocí kotoučových nožů viz. Obr 19. Řezání pomocí kotoučových nožů se dělí na dva typy, a to na řezání horní nůž se spodním nožem (princip nůžek), nebo kotoučový nůž proti kalenému válečku. Řezání pomocí kotoučového nože proti kalenému válečku se používá spíše pro tvrdé materiály jako jsou gumy, kartony, nebo neželezné kovy.



Obr. 19: Systém pro podélné řezání

Před posledním krokem je materiál znovu napínán a rozháněn pomocí válců tak, aby se slepenec zbavil veškerých skladů, vrásek a boulí. Materiál se v této fázi lehce předepne, tak aby v nábalu tvořil mírné pnutí, které zajistí dostatečné utažení materiálu v roli. Následně je materiál navíjen na tří nebo šesti palcovou dutinku viz. Obr 20. Rozhodujícím faktorem proto, zda bude materiál navíjen na tří, nebo šestipalcovou dutinku je jeho gramáž a deformační paměť. Tyto dva faktory spolu úzce souvisí. Jednoduše lze říci, že pokud je materiál vyšší gramáže (nad 50g/m^2), tak ve většině případů má tvarovou paměť, která při nábalu na třípalcovou dutinku a následném rozbalení vytvoří vrásky. Nejvíce však na začátku nábalu. Proto je v těchto případech zvolen nábal na šestipalcovou dutinku.

V tomto kroku výroby slepenec probíhá kontrola tak, že je po převinutí materiálů na konečný nábal změřena jeho šíře a porovnaná s nastavením řezacích nožů. Nastavení nožů se provádí podle zadání šířky nábalu a je realizováno na milimetrové stupnici, která je součástí držáku řezacích nožů. Na této stupnici je vidět přesná šířka mezi řezacími noži.



Obr. 20: Nabalování materiálu

Na konci procesu přichází na řadu výstupní kontrola, při které se kontroluje namátkovým vyřezáním vzorků gramáž naneseného lepidla. Tato kontrola probíhá tak, že je zvážen namátkou vzorek obou vstupních materiálů o velikosti 1dm^2 . Součet gramáže těchto vzorků vstupního materiálu je následně odečten od váhy slepenec. Z tohoto vážení následně vypočtyne gramáž lepidla na 1dm^2 z čehož je dopočítávána váha lepidla na 1m^2 .

3.1.4 SUDOVÉ PŘEDTAVENÍ LEPIDLA

Součástí linky je také sudové předtavení lepidla, které je zobrazeno na obrázku 21. Sudové předtavení lepidla zvýší tavný výkon celého systému. Dávkování lepidla je zajištěno pomocí dvou tavných sudových vykladačů viz. Obr. 21, jejichž funkce je tavit lepidlo přímo v sudovém balení a dopravit ho pístovou pumpou do dávkovacího zařízení, které pomocí zubového čerpadla a enkoderu umístěného na kalandrovacích válcích výrobní linky dávkuje lepidlo v přesném množství i při změnách rychlosti linky na lepený materiál.

V této části je vizuálně kontrolován typ lepidla a jeho expirace.



Obr. 21: Tavení a čerpání lepidla

4 NÁVRH NASTAVENÍ MECHANISMŮ OPERAČNÍCH KONTROL VÝROBNÍ LINKY

Nastavení mechanismů operačních kontrol na výrobní lince předchází analýza stavu vhodnou metodou, která ukáže místa, na která je potřeba klást zvýšený důraz vedoucí ke snížení rizik spojené s výrobou. Pro vyhodnocení současného stavu a identifikování činností, které povedou k eliminaci budoucích potenciálních rizik byla na základě konzultace a rešerše odborné literatury zvolena metoda FMEA. Tato metoda byla zvolena z následujících důvodů:

- Možnost zlepšení kvality a spolehlivosti procesu výroby
- Snížení nákladů na změny procesu/produktu
- Redukce rizik již ve fázi testování
- Způsob jak najít možnosti zlepšení a tím vyhovět požadavků zákazníků

Tato analytická metoda bude dále využita s cílem zajistit a vyřešit potenciální problémy v průběhu vývoje a následné výroby produktu. FMEA je víceoborová činnost, která ovlivňuje celý proces realizace produktu a její tvorba a následné využití musí být dobře naplánována. Proto bude postupováno následovně:

1. Vytvoření požadavků pro FMEA analýzu
2. Vytvoření postupu pro efektivní využití metody FMEA
3. Složení týmu vhodného pro zhodnocení případných rizik
4. Vytvoření dokumentace pro analýzu
5. Samotná analýza procesu pomocí FMEA
6. Vyhodnocení analýzy
7. Nastavení doporučených nápravných opatření
8. Zajištění realizace nápravných opatření
9. Novou analýzu FMEA po zavedení nápravných opatření
10. Vyhodnocení nové analýzy
11. Zhodnocení přínosů

Tento postup nových analýz by měl probíhat neustále. Z toho plyne možnost neustálého zkvalitňování procesu a předcházení možných rizik, které se při první analýze nepodařilo z různých důvodů odhalit.

4.1 POŽADAVKY PRO FMEA

Přestože výroba na převíjecí lince není v začátcích, každý materiál se liší a postupné nabývání zkušeností je nutno nějak efektivně zpracovávat pro zdokonalení současných zakázek a také zakázek budoucích. Výroba na této lince je velmi různorodá. Zpracovávané materiály jsou velmi odlišné a nehomogenní. Z toho plyne spousta možných rizik, kterým je potřeba předcházet a řešit je včas, než „hasit“ následky. Cílem tedy je podchytit možná rizika, které souvisí se vstupujícími materiály a lepidlem včetně jejich přepravy. Dále předcházet rizikům, které mohou vznikat v průběhu procesu testování a výroby slepence. V neposlední řadě odhalit potenciální chyby vznikající při současných způsobech kontroly výroby. Výstupem je očekávaný systém analýzy, která pomůže snížit náklady na výrobu, s tím související reklamace a zajistí naprostou spokojenost zákazníka s výrobkem.

4.2 POSTUP PRO EFEKTIVNÍ VYUŽITÍ METODY FMEA

- Vytvoření formuláře pro FMEA analýzu
- Složení týmu lidí, kteří na lince pracují, nebo alespoň znají postup lepení touto technologií. Tento tým má v interním prostředí firmy pět členů
- Postupně vypsání možných vad při výrobě slepence, hledání jejich možných příčin a následků
- Následné zpracování těchto návrhů tak, že je každá možná vada ohodnocena 1-10 (deset nejhorší možnost) podle významu, výskytu a možnosti odhalení.
- Nastavení $RPN_{max} = 125$
- Výpočet rizikového čísla ($RPN = \text{význam} \times \text{výskyt} \times \text{možnost odhalení}$)
- Vyhodnocení => body přesahující RPN_{max}
- Návrh opatření s termínem realizace a odpovědnou osobou.
- Aplikace opatření
- Vyhodnocení přínosů opatření => opakování FMEA analýzy

4.3 SLOŽENÍ TÝMU A TVORBA DOKUMENTACE K ANALÝZE FMEA

Po vytvoření postupu pro efektivní využití analýzy FMEA byl sestaven tým. Členové tohoto týmu byli vybráni s ohledem na možný přínos poznatků a zkušeností pro budoucí analýzu. Cílem bylo vytvořit seznam potenciálních vad a jejich příčin, které mohou vzniknout při testování a výrobě slepence. K tomu byl vybrán tým složený z obsluhy výrobní linky, vedoucího výroby a kontrolora kvality. Každý u členů je schopen přispět svými postřehy a zkušenostmi při debatě o problému.

4.4 VYTVOŘENÍ DOKUMENTACE PRO ANALÝZU FMEA

Pro účel zachytit postřehy a zkušenosti všech zúčastněných a možného následného vyhodnocení byl vytvořen formulář k vyhodnocení procesu výroby a testování slepence pomocí metody FMEA. V tomto formuláři jsou popsány veškeré možné vady a jejich následky, které napadly zúčastněné a mohou se skutečně vyskytovat při procesu výroby, nebo testování slepence na výrobní lince. Tyto aspekty jsou dále hodnoceny pomocí bodování (0-10; 10 = nejhorší případ) podle významu, výskytu a možnosti odhalení.

FMEA - PROCESU VÝROBY SLEPENCE											RPN _{max} =								
Prvek	Možná vada	Možné následky	Význam	Možné příčiny	Výskyt	Stávající opatření	Stávající způsob kontroly	Odhalitelnost	RPN	Doporučená opatření	Odpovědnost		Nově provedená opatření		Význam	Výskyt	Odhalitelnost	RPN	
											Termin realizace								

Obr. 22: Hlavička tabulky pro analýzu FMEA

4.5 ANALÝZA METODY FMEA PRO TESTOVÁNÍ A VÝROBU SLEPENICE

Tab. 1: Tabulka analýzy FMEA pro testování slepenice

Datum provedení 17.2.2021		FMEA - PROCESU TESTOVÁNÍ VÝROBY SLEPENICE										RPN _{max} = 125					
Prvek	Možná vada	Možné následky	Význam	Možné příčiny	Výskyt	Stávající opatření	Stávající způsob kontroly	Obtížnost	RPN	Doporučená opatření	Odpovědnost Termín realizace	Nově provedená opatření	Význam	Výskyt	Obtížnost	RPN	
Test výroby slepenice	Nízká gramáž lepidla	Špatná soudržnost lepených	9	Nízká hodnota otáček zub. čerpadla	5	Žádné	Vážení gramáže slepenice	5	225	Aktivní kontrola hodnot otáček zub. čerpadla							
	Vysoká gramáž lepidla	Protečování skrz lepený materiál	9	Vysoká hodnota otáček zub. čerpadla	5	Žádné	Vážení gramáže slepenice	5	225	Aktivní kontrola hodnot otáček zub. čerpadla							
	Nerovnoměrný nános lepidla	Nerovnoměrně slepený materiál	8	Špatné nastavení nanášecí hlavy	2	Žádné	Vizuální kontrola stupnic úhlů před spuštěním	8	128	Samosvorný mechanismus pro nastavení							
	Přerušovaný nános	Neslepený materiál	10	Špatný přenos lepidla	5	Žádné	Vizuální kontrola nánosu	2	100	Žádné							
	Přerušovaný nános	Neslepený materiál	10	Výpadky otáček zubového čerpadla	2	Žádné	Vizuální kontrola nánosu	9	180	Dvě řízená zubová čerpadla							
	Nedostatečný přenos lepidla na materiál	Nízká gramáž lepidla na materiálu	9	Špatné nastavení nanášecí hlavy	7	Žádné	Vážení gramáže slepenice	1	63	Žádné							
	Nedostatečný přenos lepidla na materiál	Nízká gramáž lepidla na materiálu	9	Nedostatečná adheze lepidlo/materiál	6	Žádné	Vážení gramáže slepenice	2	108	Žádné							
	Nakřčený materiál v nábalu	Výroba zmetku	9	Špatné použití nábalových dutinek	3	Žádné	Vizuální kontrola	5	135	Otestovat hranici gramáže pro 3" dutinku							
	Poškození výrobku vlivem tepla	Deformace, nebo přepálení výrobku	10	Nevhodný materiál pro nános tavného	1	Žádné	Vizuální kontrola materiálu při nabalování	4	40	Žádné							
	Poškození výrobku vlivem tepla	Deformace, nebo přepálení výrobku	10	Vysoká botová teplota	1	Žádné	Vizuální kontrola materiálu při nabalování	4	40	Žádné							
	Nakřčený materiál v nábalu	Nemožné další zpracování a prodej	10	Špatné nastavení rozhaněcích válců	3	Žádné	Vizuální kontrola stupnic nastavení válců	7	210	Otestování na 100m výrobku							
	Nakřčený vstupní materiál	Přenasazení linky a nižší výrobní rychlosti	7	Poškození při přepravě	7	Žádné	Vizuální kontrola nábalu	3	147	Manipulace s roli v horizont. poloze							
	Mechanické poškození vstupní fólie	Velký odpad, velmi snížená rychlost výroby	6	Naražení materiálu při přepravě	3	Žádné	Vizuální kontrola nábalu	7	126	Manipulace na EUR paletě s prokladem							
	Špatný ořez materiálu - pod toleranci	Výroba zmetku	10	Špatné nastavení řezné šířky	5	Žádné	Měření šířky role na konci výroby	9	450	Aktivní kontrola šířky nábalu							
	Špatný ořez materiálu - nad toleranci	Nutnost výrobu přebalovat	2	Špatné nastavení řezné šířky	5	Žádné	Měření šířky role na konci výroby	9	90	Žádné							
	Špatný ořez materiálu - pod toleranci	Výroba zmetku	10	Špatné nastavení rozhaněcích válců před	5	Žádné	Měření šířky role na konci výroby	9	450	Aktivní kontrola šířky nábalu							
	Špatný ořez materiálu - nad toleranci	Nutnost výrobu přebalovat	2	Špatné nastavení rozhaněcích válců před	5	Žádné	Měření šířky role na konci výroby	9	90	Žádné							
	Špatné podélné vyrovnání materiálu	Nesouměrné slepení	10	Výpadek vyrovnávacího systému	2	Žádné	Vizuální kontrola funkčnosti systému	3	60	Žádné							
	Špatné podélné vyrovnání materiálu	Nesouměrné slepení	10	Omezená prac. pozice systému pro vyrovnávání	3	Žádné	Vizuální kontrola pozice systému	6	180	Zvukový signál při využití 80% pozice							
	Přepnutý materiál	Nemožné docílit přesné šířky materiálu	9	Špatné nastavení tahu na výrobní lince	1	Žádné	Vizuální kontrola materiálu při procesu výroby	8	72	Žádné							
	Velký průměr vstupních rolí <1000mm	Nelze nasadit	10	Neinformovaný dodavatele	2	Žádné	Žádná - omezení linky	3	60	Žádné							
	Málo vypnutý materiál	Tvorba překladů materiálů	9	Špatné nastavení tahu na výrobní lince	2	Ne	Vizuální kontrola materiálu při procesu výroby	1	18	Žádné							
	Ucpávání štěrbiny nanášecí hlavy	Nerovnoměrný nános	9	Nečistoty v lepidle	4	Žádné	Vizuální kontrola plošného nánosu	2	72	Žádné							
	Čárkování lepidla	Nerovnoměrný nános	9	Nečistoty na nanášecí hlavě	7	Žádné	Vizuální kontrola nánosu	2	126	Vybíjení nanášecí linky od statické elektřiny							
	Bublíny na nánosu lepidla	Deformace slepenice	9	Pěnění lepidla	3	Žádné	Vizuální kontrola lepidla	2	54	Žádné							
	Nečistoty na nánosu	Deformace slepenice	9	Materiál tvořící žmolky, lepidlo	7	Žádné	Vizuální kontrola nanášecí hlavy	2	126	Pravidelné čištění nanášecí hlavy							
	Přepalování lepidla	Neslepený materiál	10	Plniva v lepidle	2	Žádné	Porovnání odstínu lepidla se vzorkem	4	80	Žádné							
	Záměna lepidla	Nedokonalé slepení materiálů	9	Nejednoznačné skladování	2	Žádné	Vizuální kontrola štítku před výrobou	8	144	Kontrola čtyř očí							
	Překročení doby expirace lepidla	Nedokonalé slepení materiálů	9	Příliš velké zásoby	2	Žádné	Vizuální kontrola štítku před výrobou	8	144	FIFO							

Tab. 2: Tabulka analýzy FMEA pro výrobu slepenice

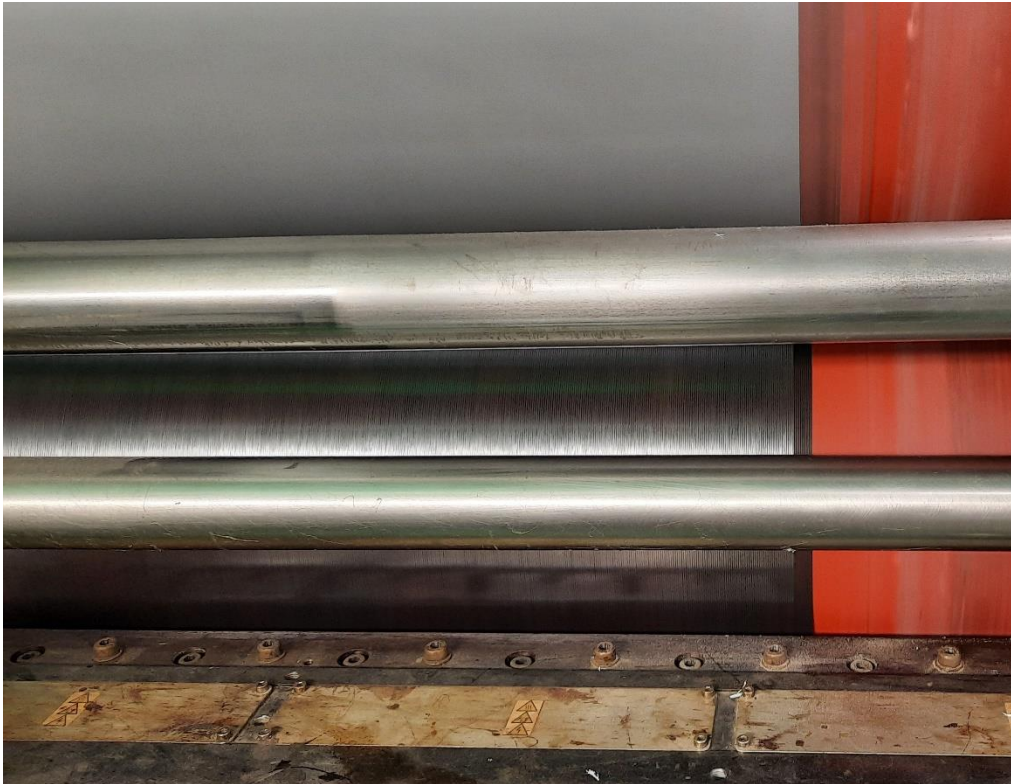
Datum provedení 17.2.2021		FMEA - PROCESU VÝROBY SLEPENICE										RPN _{max} = 125				
Prvek	Možná vada	Možné následky	Význam	Možné příčiny	Výskyt	Stávající opatření	Stávající způsob kontroly	Celnost	RPN	Doporučená opatření	Odpovědnost	Nově provedená opatření	Význam	Výskyt	Celnost	RPN
											Termín realizace					
Výroba slepenice	Nízká gramáž lepidla	Špatná soudržnost lepených	9	Nízké otáčky zubového čerpadla	5	Žádné	Vážení gramáže slepenice	5	225	Aktivní kontrola hodnot otáček zub. čerpadla						
	Vysoká gramáž lepidla	Prolepení skrz lepený materiál	9	Vysoké otáčky zubového čerpadla	5	Žádné	Vážení gramáže slepenice	5	225	Aktivní kontrola hodnot otáček zub. čerpadla						
	Nerovnoměrný nános lepidla	Nerovnoměrně slepený materiál	8	Špatně nastavená nanášecí hlava	2	Žádné	Vizuální kontrola stupnic úhlů před spuštěním	8	128	Samosvorný mechanismus pro nastavení						
	Přerušovaný nános	Neslepený materiál	10	Špatný přenos lepidla	5	Žádné	Vizuální kontrola nánosu	2	100	Žádné						
	Přerušovaný nános	Neslepený materiál	10	Nulové otáčky zubového čerpadla	2	Žádné	Vizuální kontrola nánosu	9	180	Dvě řízená zubová čerpadla						
	Nedostatečný přenos lepidla na materiál	Nízká gramáž lepidla na materiál	9	Špatné nastavení nanášecí hlavy	7	Žádné	Vážení gramáže slepenice	1	63	Žádné						
	Poškození výrobku vílevem tepla	Deformace, nebo přepálení výrobku	10	Vysoká aplikační teplota lepidla	4	Žádné	Vizuální kontrola materiálu při nabalování	2	80	Žádné						
	Poškození výrobku vílevem tepla	Deformace, nebo přepálení výrobku	10	Vysoká bodová teplota	1	Žádné	Vizuální kontrola materiálu při nabalování	4	40	Žádné						
	Nakřčený materiál v nábalu	Nemožné další zpracování a prodej	9	Špatné nast. rozhaných válců	3	Žádné	Vizuální kontrola stupnic nastavení válců	7	189	Kontrola čtyř očí						
	Nakřčený vstupní materiál	Přenasazení linky a výroba nižší než	7	Poškození při přepravě	7	Žádné	Vizuální kontrola nábalu	3	147	Manipulace s roli v horizont. poloze						
	Mechanické poškození vstupní fólie	Velký odpad	6	Narážení materiálu při přepravě	3	Žádné	Vizuální kontrola nábalu	7	126	Manipulace na EUR paletě s prokladem						
	Špatný ořez materiálu - pod toleranci	Výroba zmetku	10	Špatné nastavení řezné šířky	5	Žádné	Měření šířky role na konci výroby	9	450	Aktivní kontrola šířky nábalu						
	Špatný ořez materiálu - nad toleranci	Nutnostu výrobu přebalovat	2	Špatné nastavení řezné šířky	5	Žádné	Měření šířky role na konci výroby	9	90	Žádné						
	Špatný ořez materiálu - pod toleranci	Výroba zmetku	10	Špatné nast. rozh. válců před nábalem	5	Žádné	Měření šířky role na konci výroby	9	450	Aktivní kontrola šířky nábalu						
	Špatný ořez materiálu - nad toleranci	Nutnostu výrobu přebalovat	2	Špatné nastavení rozhaných válců před	5	Žádné	Měření šířky role na konci výroby	9	90	Žádné						
	Špatné podélné vyrovnání materiálu	Nesouměrné slepení	10	Výpadek vyrovnávacího systému	2	Žádné	Vizuální kontrola funkčnosti systému	3	60	Žádné						
	Špatné podélné vyrovnání materiálu	Nesouměrné slepení	10	Omezená prac. pozice systému pro vyrovnávání	3	Žádné	Vizuální kontrola pozice systému	6	180	Zvukový signál při využití 80% pozice						
	Čárkování lepidla	Nerovnoměrný nános	9	Nečistoty na nanášecí hlavě	7	Žádné	Vizuální kontrola nánosu	2	126	Vybití nanášecí linky od statické elektřiny						
	Nečistoty na nánosu	Deformace slepenice	9	Materiál tvořící žmolky, lepidlo	7	Žádné	Vizuální kontrola nanášecí hlavy	2	126	Pravidelné čištění nanášecí hlavy						
	Přepnutý materiál	Nemožné docílit přesné šířky materiálu	9	Špatné nastavení tahů na výrobní lince	1	Žádné	Vizuální kontrola materiálu při procesu výroby	8	72	Žádné						
	Přepnutý materiál	Po slepení se materiál krčí	9	Špatné nastavení tahů na výrobní lince	3	Žádné	Vizuální kontrola materiálu při procesu výroby	8	216	kontinuální kontrola nastavení tahů						
	Málo vypnutý materiál	Tvorba překladů materiálů	9	Špatné nastavení tahů na výrobní lince	2	Žádné	Vizuální kontrola materiálu při procesu výroby	1	18	Žádné						
Záměna lepidla	Nedokonalé slepení materiálů	9	Nejednoznačné skladování	2	Žádné	Vizuální kontrola štítku před výrobou	8	144	Kontrola čtyř očí							
Překročení doby expirace lepidla	Nedokonalé slepení materiálů	9	Příliš velké zásoby	2	Žádné	Vizuální kontrola štítku před výrobou	8	144	FIFO							

Po vyplnění formuláře FMEA došlo k vyhodnocení. Vyhodnocení probíhá následovně: Význam x Výskyt x Možnost odhalení = RPN. Rizikové číslo je následně porovnáno s maximálním rizikovým číslem, které je smlouveno a hodnoty pod touto hranicí jsme schopni tolerovat. Vyhodnocení analýzy FMEA pro testování slepence bylo zjištěno, že prakticky veškeré kontrolní operace jsou vykonávány vizuálně. Z toho plyne možnost velké chybovosti kontrolních akcí. Proto se bude kladen velký důraz na to, aby co největší část doporučených opatření byla vykonávána jinak než vizuálně. Tím bude mimo jiné také podstatně snížena únava obsluhy a zvýšena její koncentrace, která je v takovém provozu velmi důležitá také kvůli bezpečnosti.

4.5.1 POPIS MOŽNÝCH VAD UVAŽOVANÝCH DLE ANALÝZY FMEA

- *Nízká gramáž lepidla* – Jako možný následek je špatná soudržnost materiálu, což významně ovlivňuje konečnou kvalitu výrobku. Příčinou může být nízká hodnota otáček zubového čerpadla. Gramáž lepidla je kontrolována vážením vzorků což je níže detailně popsáno. Jelikož je to významná a špatně odhalitelná vada s celkem častým výskytem která je momentálně kontrolována pouze při výstupní kontrole gramáže slepence, bylo doporučeno kontinuálně kontrolovat hodnotu otáček čerpadla (například enkodérem) a v případě vychýlení hodnot zvukovým signálem upozornit obsluhu, která situaci zhodnotí, upraví parametry, nebo výrobu přeruší.
- *Vysoká gramáž lepidla* – Zde je to velmi podobné, následkem je prolepení lepidla skrz materiálu, což vede k znehodnocení výrobku. U některých výrobců nemusí dojít přímo k prolepení materiálu, ale vyšší gramáž ovlivní funkci konečného výrobku. Z toho plyne velký význam této vady, která lze opět špatně odhalit a její výskyt je porovnatelný s nízkou gramáží. Momentálně je kontrola shodná jako u nízké gramáže tedy kontrola gramáže při výstupní kontrole slepence. Doporučené opatření je zde stejné jako při nízké gramáži lepidla a to kontinuální kontrola hodnot otáček čerpadla se zvukovým signálem při vychýlení hodnot.
- *Nerovnoměrný nános lepidla* – U nerovnoměrně nanášeného lepidla je možný následek nerovnoměrně slepený výrobek. V extrémním případě nemusí být výrobek slepen na jedné jeho straně vůbec. Příčinou může být špatně nastavená nanášecí hlava. Poloha nanášecí hlavy je kontrolována vizuálně před začátkem výroby. Pozice se ale může vlivem vibrací, vrubů na materiálu a podobných aspektů při výrobě změnit. Jako doporučené opatření bylo zvoleno použití samosvorného mechanismu, který zamezí samovolné změně pozice nanášecí hlavy.
- *Přerušovaný nános* – Následkem přerušení nánosů je neslepený materiál, což je závažný následek této možné vady. Příčinou může být výpadek otáček zubového čerpadla. Momentálně jsou otáčky čerpadla kontrolovány vizuálně v intervalech 500m vyrobeného slepence. To znamená, že tato kontrola není dostatečná a při úplném výpadku pouze v řádech metrů je tato vada stávajícím způsobem neodhalitelná. Doporučené opatření je použití dvou zubových čerpadel s kontrolou celkových otáček. Z toho plyne, že pokud jedno čerpadlo má výpadek, druhé zrychlí tak, aby celková hodnota otáček byla stále dodržena. Zároveň ve spojení s předešlým opatřením dojde ke zvukové signalizaci, protože dojde k vychýlení hodnoty otáček jednoho ze zubových

čerpadel od tolerance. Další možnou příčinou je, že se lepidlo nedostatečně přenáší na lepený materiál. To může být způsobeno špatnou adhezí mezi lepidlem a lepeným materiálem, nebo špatným nastavením náklonu a výšky nanášecí hlavy. V tuto chvíli je adheze mezi nanášeným lepidlem a lepeným materiálem kontrolována vizuálně a vážením gramáže. Musí být splněná podmínka: Hmotnost vyčerpaného lepidla = Hmotnost přeneseného lepidla na materiálu. Úhel a výška nastavení nanášecí hlavy se také kontroluje vizuálně na instalovaných měřítkách. Na obrázku níže je možné vidět na spodním (černém) lepeném materiálu lesklou, přesně ohraničenou a souvisle nanesenou vrstvu lepidla.



Obr. 23: Kontinuální nános lepidla

- *Nedostatečný přenos lepidla na materiál* – Při nedostatečném přenosu lepidla na materiál nemusí být lepený povlak nutně přerušovaný. Při nedokonalém přenosu je lepidlo souvisle přenášeno, ale určitá část je „hrnutá“ před nanášecí hlavou a postupně odkapává. Tento jev je v drtivé většině způsoben špatným nastavením úhlu nanášecí hlavy. Kontrola nanášecí hlavy momentálně probíhá, jak je popsáno výše vizuálně na instalovaném měřítku.
- *Poškození vlivem tepla* – Tento typ poškození může mít dvě příčiny. Tou první je vysoká aplikační teplota lepidla, které způsobí pokroucení, nebo propálení lepeného materiálu. Druhá možná příčina je bodové (čárové) propálení materiálu, které vznikne od nanášecí hlavy. Nanášecí hlava má teplotu mezi 130- 220°C a pokud dojde ke kontaktu se zastaveným materiálem, tak ho okamžitě poškodí a ve velmi krátké době přepálí. Poškození materiálu vlivem tepla je momentálně kontrolováno vizuálně.

- *Nakrčení materiálu v nábalu* – Následkem tohoto je výroba x metrů zmetků. Možnou příčinou je použití špatného průměru nábalové dutinky. Jednoduše řečeno, materiál s vysokou gramáží má ve většině případech tvarovou paměť. V případě nabalení takového materiálu na malý průměr vznikají „faldy“ a překlady materiálů, které na výrobku již zůstanou. Zároveň takový materiál má tendenci se kroutit. Doporučené opatření je otestovat hranici gramáže materiálu, kdy je možné nabalovat materiál na 3“ dutinku. Druhou příčinou může být také špatné nastavení rozháněcích válců. Tyto válce mají tvar „banánu“ a jejich úkolem je materiál vypnout do stran. Tím je zajištěn nábal bez „faldů“. Pokud však nastavení těchto válců bude špatné dojde k pružné deformaci materiálu. Po následném slepení a nabalení má materiál tendenci se v nábalu vrátit do původního stavu a krabatí se. Z toho plyne nemožné další zpracování ani prodej výrobku. Doporučené opatření, které podpoří i předchozí bod je zajistit dodání 100m testovacího materiálu na kterém vytvoříme nábal který následně rozvineme a zjistíme, jak se daný materiál chová při aktuální nastavení rozháněcích válců a případně vytvoříme korekci.
- *Nakrčený vstupní materiál* – Příčinou je poškození materiálu při přepravě. Tím je myšleno naražení hrany role při manipulaci a vytvoření nakrčení materiálu, které je vidět na obrázku 24. Tuto vadu lze dobře odhalit, ale je u ní celkem častý výskyt. Proto je doporučené opatření manipulovat s rolí včetně přepravy v horizontální poloze nejlépe fixované na EUR paletě.



Obr. 24: Nakrčený vstupní materiál

- *Mechanické poškození vstupní fólie* – Příčinou poškození fólie je například naražení hrany při přepravě, nebo poškození od vidlí vysokozdvížného vozíku. Následkem je několik stovek metrů poškozené fólie, z čehož plyne velký objem odpadu. Dalším následkem je nutnost snížení rychlosti výroby na cca 5 m/min a odbalování poškozené fólie. Odhalit toto poškození není vždy snadné, jelikož fólie může být pouze propíchnutá do hloubky několika milimetrů a k podélnému roztržení fólie může dojít až po několika metrech, nebo stovek metrů. Doporučeným opatřením tedy je manipulace s rolemi na EUR paletě s prokladem. Manipulace na klasické paletě se neosvědčilo, jelikož paleta neunesse váhu role, které se pohybuje kolem 800 kg.



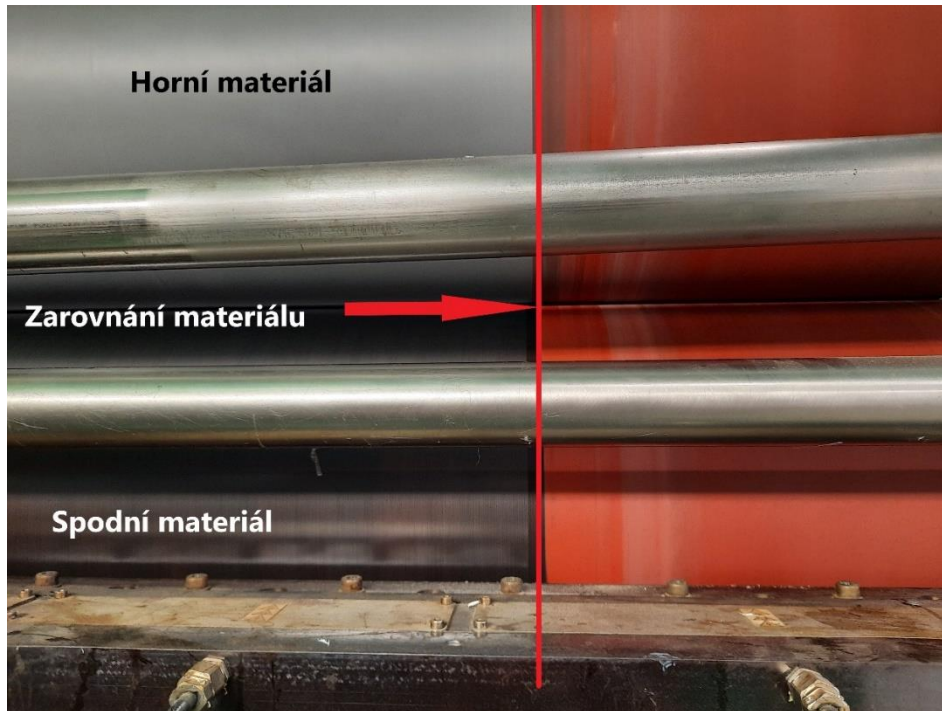
Obr. 25: Poškození vstupního materiálu při přepravě

- *Špatný ořez materiálu pod toleranci* – Následkem je zmetková výroba. Šířka materiálu je nedostačující z důvodu špatného nastavení řezacích nožů. Kontrolu skutečné šíře nábalu je možné provést až na konci výroby role. Linku nelze zastavit během procesu, jelikož vzniká kaz z důvodu neplynulého nánosu lepidla. Z toho plyne, že kontrola skutečné šíře je prakticky nemožná a je nutné se soustředit právě na tuto příčinu. Doporučeným řešením tedy je optické snímání šíře role během nábalu a v případě vychýlení od tolerance rozměru upozornit obsluhu zvukovým a světelným signálem. Příčinou může také být špatné nastavení rozháněcích válců mezi odvíjením a ořezem. Před ořezem dojde k tahovému přepětí materiálu a jeho skutečná šíře může být po oříznutí a odstranění tahového napětí o několik milimetrů menší. U pružných materiálů to může být i v řádech centimetrů. Jako u předešlého bodu platí, že odhalení této vady je během výroby prakticky nemožné a dochází k zmetkové výrobě. Doporučené řešení je shodné. A to, kontinuální optické měření šíře role s případným zvukovým a světelným signálem při odchylce od tolerance.
- *Špatný ořez materiálu nad toleranci* – Tato vada nemá takový význam jako špatný ořez pod toleranci, jelikož ji lze v některých případech opravit v dalším kroku výroby. Ovšem s touto chybou přichází více náklady na výrobu a v mnoha případech je ořezávání tenkého proužku technologicky velmi náročné. Kontrola ořezu je stejná jako u předešlého bodu a doporučené opatření je také shodné, tedy kontinuální kontrola optickým odměřováním.



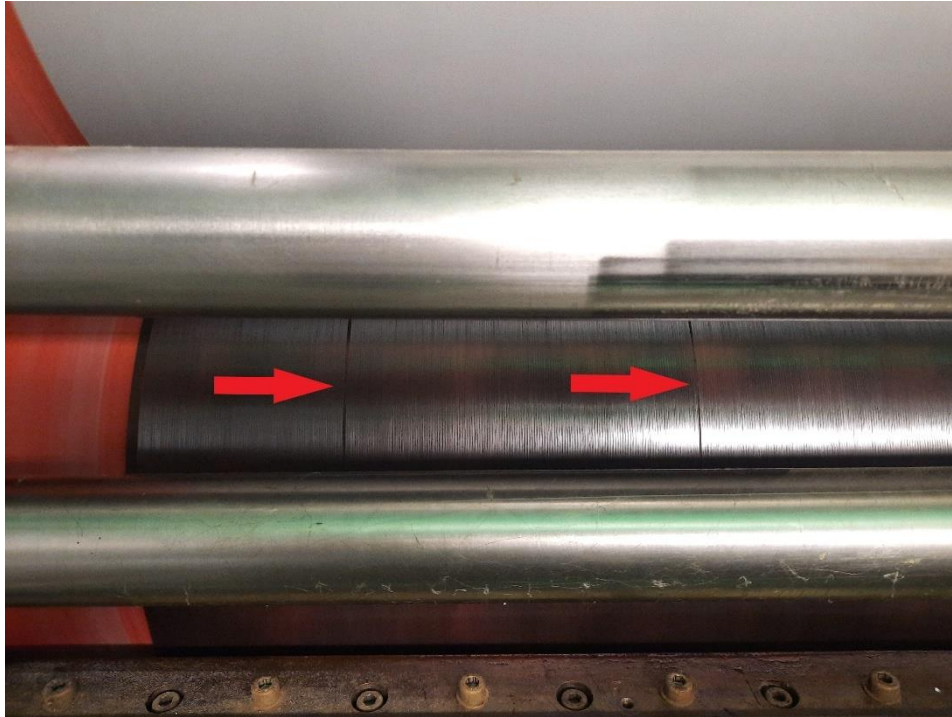
Obr. 26: Špatné zarovnání materiálu

- *Špatné podélné vyrovnání materiálu* – Následkem této vady, která je zobrazena na obrázku 27 je nesouměrné slepení materiálů. Příčinou může být, že vstupní materiál není dokonale nabalený a je nutné ho při výrobě rovnat tak, aby byla dodržena podélná osa materiálu na podélné ose výrobní linky. Toto zajišťuje tak zvaná centrace. Centrace se skládá z optického čidla, které sleduje hranu materiálu. V momentě, kdy hrana materiálu začne ujíždět dá signál do řídicí jednotky, která vše vyhodnocuje a řídí motory ovládající centrovací válce, které se podle situace nakloní a nutí materiál udržovat se na ose linky. V případě, že je vstupní nábal extrémně nesymetrický, nebo je poškozené jeho hrana, tento systém se snaží odvinutý materiál rovnat až do koncové pozice. Po dojetí do koncové polohy začne materiál ujíždět ze středu výrobní linky. Tento moment může obsluha zjistit pouze tak, že uvidí špatný nábal na konci výrobní linky. Pro zlepšení kontroly této vady je tedy doporučení, aby centrovací systém sledoval svou aktuální polohu a při dosažení 80% svého pracovního rozpětí dal obsluze zvukový a světelný signál. Obsluha může tedy včas najít příčinu problému a případně jí řešit.



Obr. 27: Zarovnávací materiál při výrobě

- *Nečistoty na nánosu* – Následkem této vady je deformace slepence, který mnohdy nelze dále zpracovávat. Příčinou můžou být žmolky tvořící se při zpracování textilního materiálu, které se dostanou po uvolnění z nanášecí hlavy mezi lepené materiály. Další příčinou můžou být zbytky lepidla, které se také mohou hromadit na nanášecí hlavě a postupně se uvolňovat mezi lepené materiály. Doporučené opatření je nastavit pravidelný interval čištění a ošetřování nanášecí hlavy, aby se předcházelo uvolňování nečisto do lepeného spoje.
- *Čárkování lepidla* – Čárkování lepidla, které je zobrazené na obrázku 28 může být způsobeno nečistotami ulpívajícími na nanášecí hlavě. Tyto nečistoty poté vytvářejí po kontaktu s nánosem čerstvého lepidla čárky v podélném směru výroby. Důvodů ulpívání nečistot na nanášecí hlavě může být několik. Je potřeba si uvědomit, že z nanášecí hlavy odchází páry, které vytvářejí lepivý povlak na trysce, kde následně ulpívají nečistoty. Ovšem tou nejčastější příčinou je elektrický náboj, který vzniká při tření látky o ocelovou hlavu. Tento náboj poté přitahuje nečistoty a jemný prach, který se uvolňuje také při tření látky o trysku. Tato vada se vyskytuje v procesu plošného nánosu celkem často a doporučeným řešením je zajisti vybití elektrického náboje z nanášecí hlavy.



Obr. 28: Čárkování lepidla

- *Přepnutý materiál* – Tento jev vzniká při špatném nastavení tahů, tedy napnutí materiálu během výroby. Tah materiálu zajišťují napínací válce a pohybuje se v rozmezí 0-450 N. Může to mít dva důsledky. Tím prvním je, že dojde při přepnutí materiálu, a jeho následném slepení s druhým materiálem k takzvanému krabacení. Při výstupu má přepnutý materiál tendenci stále působit tahově na celý slepenec na kterém vznikají vlny. Momentálně probíhá kontrola nastavení tahů v intervalu 500 metrů vyrobeného slepence a následně je kontrolován vyrobený materiál při výstupní kontrole, zda nejeví náznak krabacení. Doporučeným opatřením tedy je kontinuálně sledovat hodnotu nastavení tahů systémem, který v případě výchyly upozorní obsluhu. Druhým následkem je vznik špatné šířky ořezu. Jednoduše řečeno, pokud je materiál přepnutý v podélném směru jeho délka se prodlužuje. Zároveň při prodloužení jeho délky je zužován. Z toho tedy plyne, že pokud je ve svém zúženém stavu oříznut a poté uvolněn, jeho šířka se opět zvětší.
- *Málo vypnutý materiál* – Tato vada je velmi podobná té předchozí. Při málo vypnutém materiálu ale dochází k překladům materiálu. Jelikož dochází i k celkovému prokluzu materiálu v lince, která tento jev okamžitě hlásí a zastaví výrobu, je tato vada výborně odhalitelná. Příčinou může být špatné nastavení tahů na výrobní lince.
- *Velký průměr vstupních rolí <1000mm* – Tato „banální“ vada má velké následky, jelikož výrobní linka je navržena pro odvinutí rola do maximálního průměru 1000mm. V případě většího nábalu je nemožné další zpracování, jelikož roli nelze nasadit do odvíječů. Jediná možnost, jak zpracovat takovou roli je odřezat vrchní vrstvy materiálu. Z tohoto kroku ovšem vzniká velké množství odpadu a manipulace s rolí je velmi obtížná. Je potřeba si uvědomit, že role může být šišatá a proto je potřeba hledat vždy její největší průměr, který musí být menší než již zmiňovaných 1000mm.

- *Ucpávání štěrbin nanášecí hlavy* – Tato vada může vznikat z nečistot obsažených v lepidlech. Následkem je nerovnoměrný nános, který se projevuje tak, že hlava nenanáší lepidlo po celé své šířce rovnoměrně. Momentálně kontrola probíhá tak, že se vizuálně kontroluje nános lepidla
- *Bublinky na nánosu lepidla* – Následkem je deformace zejména tenkých slepenců, kde bubliny tvoří velké problémy. Příčinou je pění lepidla, což může být způsobeno jeho vlhkostí a při následném zahřátí uvolnění vody ve formě páry. Na nánosu a slepenci je tato vada velmi dobře patrná a je kontrolována vizuálně.
- *Přepalování lepidla* – Toto je způsobeno tak, že lepidlo je zahříváno na jeho aplikační teplotu mezi 130 – 220°C, což způsobuje připalování plniv obsažených v lepidle. Tyto plniva jsou například různé pryskyřice, vápence a jiné. Následkem je uvolňování těchto napálenin a ucpávání systému, což může vést ke špatně slepenému, nebo dokonce k neslepenému výrobku.
- *Záměna lepidla* – Příčinou může být neoznačené skladování. Tímto může dojít k záměně lepidla, které má zcela jiné vlastnosti a použití. To následně samozřejmě ovlivní lepený spoj. Pouze při vizuální kontrole obsluhy nemusí být dostatečná a doporučeným opatřením je kontrola štítku lepidla vedoucím výroby vždy před uvolněním produktu do výroby.
- *Překročení doby expirace lepidla* – Následkem této vady může být nedokonalé slepení materiálů. Příčinou může být chaotická a pouze vizuální kontrola data expirace. Poroto je na místě doporučení zavedení FIFO, do skladových zásob lepidel.

4.5.2 KRITICKÁ MÍSTA DLE ANALÝZY FMEA A NAVRŽENÁ NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ

- *Nízká gramáž lepidla* – Jako doporučené opatření byla navržena aktivní kontrola otáček čerpadla pomocí enkodéru se systémem akustické signalizace výchylky otáček od nominálního nastavení. Toto opatření má zajistit kontinuální kontrolu otáček čerpadla během celého procesu výroby slepence.
- *Vysoká gramáž lepidla* – Pro tuto možnou vadu bylo navrženo opatření stejné jako pro nízkou gramáž lepidla. Tedy aktivní kontrolu otáček čerpadla. Z toho vyplývá, že obsluha bude mít možnost kdykoliv během procesu výroby zkontrolovat hodnotu otáček čerpadla, přepočítat ji na gramáž a případně doladit nános. Zároveň při vychýlení hodnoty od nominálu bude obsluha upozorněna zvukovým signálem.
- *Nerovnoměrný nános lepidla* – Doporučené opatření, které bylo navrženo pro možnost nerovnoměrného nánosu lepidla je využití samosvorných šroubových posuvů s trapézovým závitem. Samosvornost zajistí stálou polohu posuvných mechanismů nanášecí hlavy a šrouby s trapézovým závitem zajistí její přesné nastavení. Zároveň je toto řešení dostupné a velmi jednoduché na údržbu.
- *Přerušovaný nános* – Pro případ přerušování nánosu způsobeného částečným, nebo úplným výpadkem otáček zubového čerpadla bylo zvoleno jako nápravné opatření použití dvou zubových čerpadel. Zařízení pro dávkování lepidla do štěrbinové hlavy toto řešení umožňuje a nevyžaduje pro to žádné další úpravy. Po osazení čerpadla se

využije stejný systém jako pro hlídání nízké, nebo vysoké gramáže. Tedy v případě částečného, nebo úplného výpadku otáček jednoho ze zubových čerpadel způsobené jakýmkoliv vlivem, druhé čerpadlo bude schopno vyrovnat, nebo zcela převzít dávkování lepidla. Nedojde tedy k přerušení kontinuální výroby slepence. Pouze při vyšších gramážích může dojít k zpomalení, což zajistí obsluha, která bude informována zvukovým signálem o změně hodnoty nastavení otáček od nominálních.

- *Poškození vlivem tepla* – I když tato vada nespadá do sekce řešených možných vad podle analýzy FMEA, tak část problému možného poškození výrobku vlivem tepla má jednoduché řešení bez nutnosti nákladů. Jedno z možných poškození vlivem tepla může vzniknout při doteku nanášecí hlavy a stojícího materiálu. Dokonce je tato vada poměrně častá. Doporučeným opatřením pro tento druh možného poškození je nastavit v ovládání výrobní linky podmínku, že v případě přibližování nanášecí hlavy k materiálu bude vždy linka v chodu minimální rychlostí cca 5m/min. Po příjezdu nanášecí hlavy do pracovní polohy linka přejde do výrobní rychlosti. Z toho tedy plyne, že nikdy nanášecí hlava nedosedne na stojící materiál a při nulových nákladech se odstraní riziko přepálení materiálu od nanášecí hlavy.
- *Nakrčení materiálu v nábalu* – Důvodem nakrčení materiálu v nábalu je jeho tvarová paměť. Velmi obecně lze říci, že se tato vlastnost vyskytuje u vyráběných materiálů o hmotnosti 100 g/m². Ovšem tato hodnota je velmi obecná. Řešením tohoto problému je použití vhodné nábalové dutinky. Pro zjištění chování daného materiálu je nutné otestovat jeho nabalení v minimální délce 100 metrů. Po výrobě 100 metrů testovaného materiálu u kterého je naladěný nános, gramáž nánosu ořez a napnutí se tento testovaný materiál znovu rozbálí a zjistí se jeho stav v nábalu. Pokud nevyhoví třípalcová dutinka je nutné pro nábal použít šestipalcovou. Důvod, proč není používána pouze šestipalcová dutinka je, že v případě nábalu na třípalcovou jsme schopni nabalit o cca 500m více materiálu při gramáži cca 60 g/m². Dalším hlavním důvodem je následné zpracování. Většina odvíjecích hřídelí je o průměru tří palců. Při použití šestipalcové dutinky je nutno odvíječe osazovat adaptéry.
- *Nakrčený vstupní materiál* – Tato vada vzniká při manipulaci s materiálem ve svislé poloze, tedy s rolí položenou na ploše. Při takové manipulaci je často způsobeno naražení role. Z toho plyne doporučení manipulovat s rolí pouze v horizontální poloze což výrazně omezí možnost poškození okraje nábalu.
- *Mechanické poškození vstupní fólie* – Následkem je porušení několika vrstev materiálu. Jelikož je vstupní fólie velmi tenká, dojde k porušení i stovek vrstev fólie, která se nedá dále zpracovat. Proto je doporučené opatření využívat k přepravě EUR palety s papírovým prokladem. To zabrání rozlámání atypických palet a následnému poškození fólie o ostré zbytky palety.
- *Špatný ořez materiálu pod toleranci* – Pro tuto možnou vadu bylo doporučeno řešení aktivní kontroly šířky odvíjené role. Tolerance je +5 a -3 milimetrů. Jelikož je při správném nastavení linky a ořezu materiálu nábal velmi přesný, to znamená že role tvoří velmi přesné čelo, je možné využít optických snímačů pro odměřování celkové šíře role. Systém je tedy navržen tak, že v místě navíjení materiálu budou umístěny dva optické snímače (z každé strany jeden), mezi kterými bude přesně definovaná vzdálenost (na obrázku vzdálenost A). Tyto snímače budou snímat vzdálenost mezi ním a čelem role (na obrázku vzdálenost B). Tyto hodnoty budou zpracovány v řídicím systému výrobní

linky tak, že budou vzdálenosti B odečteny od vzdálenosti A a tato hodnota porovnána s nominální nastavenou hodnotou (požadovaná šíře role). Pokud hodnota nevyhoví požadovaným tolerancím, tak systém obsluhu upozorní zvukovým signálem a na PLC zobrazí problém se šířkou role.

- *Špatné podélné vyrovnaní materiálu* – Podélné vyrovnaní zajišťují naklápečí válce. Tyto válce mají určitý pracovní rozsah a pokud se vyrovnavání dostane do krajní polohy systému, tak přestává fungovat. Tuto skutečnost obsluha nemusí postřehnout a dojde k nerovnoměrnému řezání a navíjení. Proto bylo navrženo opatření, které pomocí magnetických snímačů hlídá krajní polohy tohoto systému a v případě dosažení například 80 % těchto hodnot upozorní obsluhu zvukovým signálem a zároveň na PLC zvýrazní kritickou hodnotu polohy systému. Obsluha poté rozhodne, zda je nutné výrobu zastavovat, nebo je to jen momentální problém, který nepřesáhne rozsah vyrovnavacího systému. Systém pracuje s optickými čidly, které hlídají aktuální polohu okraje materiálu. Pokud je okraj materiálu přehnutý, nebo jinak poškozený dojde k tomu, že systém začne mylně materiál vyrovnavat a nejspíše v plném rozsahu. Tento problém, ale během pár metrů zmizí a dojde k opětovnému návratu vyrovnavacího systému do středních pracovních poloh. V takovém případě není nutné výrobu zastavovat.
- *Nečistoty na nánosu* – Nečistoty na nánosu mají v drtivé většině původ z nanášecí hlavy. Respektive z uvolňujících se usazenin, které jsou na nanášecí hlavě. Proto je doporučení velmi jednoduché. V nastavených cyklech (například po každé odvinuté roli) nanášecí hlavu očistit stěrkou a hadrem namočeným v odstraňovači lepidel.
- *Čárkování lepidla* – Čárkování lepidla má původ stejně jako nečistoty na nánosu u nanášecí hlavy na které ulpívají nečistoty a prach z materiálu. Tomuto jevu nelze zabránit, jelikož dochází ke tření tkaniny o ocelovou nanášecí hlavu. Problém ale je, že se nečistoty hromadí a některé následně uvolňují ve velkých segmentech. Nahromaděný segment prachu je z důvodu tření tkaniny o ocelovou hlavu přitahován statickou elektřinou a lehce se tře o lepený materiál. Tímto vytváří čárky na nánosu a časem se celý uvolní a vytvoří nerovnost na nánosu. Doporučeným opatřením tedy je odstranit statickou elektřinu z výrobní linky, kde ji vzniká velké množství. Způsoby, které by tento problém vyřešili byly navrženy dva. První, je využití ionizačního proudu vzduchu. Tento způsob nebyl ale využit z důvodu zvýšení hluku ve výrobní hale a zvýšení prašnosti z důvodu víření vzduchu. Proto se bylo navrženo druhé opatření a to, odstranění náboje pomocí uzemněných tyčí, přes které bude procházet vyráběný materiál. Toto řešení je velmi ekonomické a nepřináší do procesu výroby slepence žádné další vlivy.
- *Přepnutý materiál* – Zejména u pružných materiálů nesmí dojít k přepnutí vyráběného materiálu. To způsobí vnitřní pnutí ve slepenci a znehodnocení výrobku. Aby se tomu předešlo, bylo navrženo kontinuální hlídání polohy napínacích válců. V případě vychýlení o předem zadanou hodnotu systém upozorní obsluhu zvukovým signálem a obsluha může vizuálně zkontrolovat stav a vytvořit případné korekce.
- *Záměna lepidla* – Doporučené opatření pro tuto možnou vadu je zdvojená kontrola před uvolněním výroby.
- *Překročení doby expirace lepidla* – Z důvodu zvyšující se produkce je nutné tvořit zásoby lepidel, které mají ovšem poměrně krátkou dobu expirace. Proto aby

nedocházelo k překročení doby expirace bylo navrženo zavést způsob skladování FIFO. Z důvodu malých výrobních prostor to přináší zvýšené nároky na logistiku a s tím spojené náklady. Zároveň bylo doporučeno zavést zdvojenou kontrolu doby expirace a šarže lepidla před každým doplnění sudu s tavným lepidlem.

4.5.3 DÍLY A MATERIÁL POTŘEBNÝ PRO NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ

Tab. 3: Tabulka potřebného materiálu pro nápravná opatření

Materiál potřebný k doporučeným nápravným opatřením			
Možná vada	Použité díly a materiál včetně práce	Jednorázově vynaložené náklady	Proměnné náklady
Nízká gramáž lepidla	Enkoder, prodlužovací kabel, akustický hlásič, práce, ostatní spotřební materiál + roční údržba	30247	1700
Vysoká gramáž lepidla	Využití stejné technologie jako u nízké gramáže lepidla + roční údržba		1700
Nerovnoměrný nános	3x kompletní trapézový mechanismus, úprava držáku nanášecí hlavy, práce, ostatní spotřební materiál + roční údržba	66391	1550
Přerušovaný nános	Zubové čerpadlo, enkodér, prodlužovací kabel, práce, ostatní spotřební materiál + roční údržba	46385	37000
Nakřčení materiálu v nábalu	nákup 100m materiálu na testování pro každou zakázku		12700
Nakřčený vstupní materiál	Náklady na dopravu a vysokozdvižný vozík		105500
Mechanické poškození vstupní fólie	EUR paleta pro každé balení vstupní fólie včetně prokladu		27900
Špatný ořez materiálu pod toleranci	2x optický snímač s přípojovací kabelem, úprava navíjení linky, práce, ostatní spotřební materiál + roční údržba	92000	14500
Špatné podélné vyrovnání materiálu	2x magnetický snímač polohy pístu, zvukový signalizátor, práce, ostatní spotřební materiál + roční údržba	34300	7700
Čárkování lepidla	Vybíjecí tyče, kabely pro uzemnění, kotvy + roční údržba	17500	5200
Nečistoty na nánosu	Náklady na čisticí prostředky	2000	4200
Překročení doby expirace lepidla	Náklady na vysokozdvižný vozík s jeho obsluhu		8000
Přepnutý materiál	6x magnetický snímač polohy pístu + zvukový signalizátor + roční údržba	42300	7400
Záměna lepidla	Náklady na obsluhu		24000
Překročení doby expirace lepidla	Náklady na vysokozdvižný vozík s jeho obsluhu		36000

4.6 POŽADAVKY NA KVALITU VÝROBKU

Požadavky na kvalitu slepenice, jsou určeny způsobem jeho použití, technologií zpracování a samozřejmě také zákazníkem. Cílem je splnit všechny tyto požadavky při minimálních nákladech na výrobu.

4.6.1 TESTY

Při testování nových materiálů je nutné zjistit, zda a za jakých podmínek je materiál možno slepit, ořezat a následně nabalit. Je nutné si uvědomit, že jde především o test lepidla lepených materiálů a možností převíjecí linky. Z tohoto důvodu se požadavky soustředí na ideální kvalitu výrobku, rychlost a jednoduchost zpracování.

Je nutné tedy řešit následující:

1. *Nános lepidla v požadované gramáži na m² při požadované rychlosti* – Zákazníkem, zkušeností, nebo výsledkem pozorování je dané požadované množství lepidla na m², které je nutné pro dostatečné slepení materiálů. Je potřeba tedy kontrolovat skutečné dodané množství lepidla při jakékoli rychlosti převíjecí linky.
2. *Kontinuální nános lepidla* – Nepřetržitý nános v určité délce, která je dána slepovaným materiálem, zákazníkem atd. Z toho vyplývá nutnost kontroly přítomnosti lepidla na požadované vzdálenosti.
3. *Rovnoměrný nános* – spolu s gramáží na m² úzce souvisí rovnoměrnost nánosu. To znamená, že je žádoucí nanášet lepidlo na obou stranách nanášecí hlavy ve stejné vrstvě.
4. *Přenos lepidla na materiál* – Záleží na schopnostech lepidla a lepeného materiálu. Cílem je zajistit dostatečný přenos lepidla tak, aby vznikl kontinuální nános.
5. *Poškození výrobku vlivem tepla (od tavného lepidla a nanášecí hlavy)* – Možnost poškození výrobku vlivem tepla závisí na aplikační teplotě a schopnosti materiálů odolávat teplu. Tomuto lze částečně předejít vyšší výrobní rychlostí. Při vyšších výrobních rychlostech lze nanášet lepidlo o aplikační teplotě 150°C i na polyethylenovou folii.

6. *Nabalení bez krčení materiálu* – Krčení materiálu při nabalování je způsobeno jeho vyšší gramáží (nad 100 g/ m²), nebo pokud je lepená paměťová vrstva například hliníková fólie. Jednoduše řečeno. Začátek nábalu je pomuchlaný. Řešením je nábal na větší, šesti palcové dutinky.
7. *Přesný ořez materiálu* – Na převíjecí lince je možnost podélného ořezu. Obecně lze na této lince ořezávat materiál dvěma způsoby. Horní nůž proti spodnímu. Toto je způsob na stejném principu nůžek na papír, ale za pomoci rotačních nožů. Využívá se pro materiály s nízkou gramáží pod 100 g/m². Druhý způsob využívá řezání pomocí nože přitlačovaného na kalený válec. Tento způsob je využíván především při potřebě řezat materiály s vyšší gramáží, nebo materiály, které se takzvaně „žvýkají“. Je nutné kontrolovat jak kvalitu, tak přesnost ořezu.
8. *Zarovnání materiálu* – Zarovnání materiálů zajišťují pohyblivé desky, které pomocí čidel reagují na posun materiálu během odvíjení a materiál rovnají do přesného nábalu
9. *Vhodné vypnutí materiálu* – Každý odvíjený a následně lepený materiál je potřeba vypnout tak, aby byl možný nános lepidla a materiál zároveň nevykazoval takzvaný pružný efekt. To znamená, že po rozbalení se slepený materiál krčí zpět a tvoří vlny.
10. *Aktuální šarže a doba expirace lepidla* – Porovnání typu lepidla podle technického listu lepidla schváleného pro test a označení na obalu. Kontrola šarže lepidla a doby expirace, kterou najdeme také na štítku balení.
11. *Vizuální kontrola lepidla* – kontrola struktury, barvy, odstínu a povrchu lepidla v balení. Kontrola, zda se v balení nenachází nečistoty atd.
12. *Trhací zkouška materiálu* – Při této zkoušce je nutno ověřit adhezi a kohezi lepidla. Cílem je dosáhnout dokonalého a funkčního spoje, nebo nánosů. V některých případech je žádoucí, aby byl vytvořen dokonalý spoj, který při testech obstojí ve smyslu trhání materiálu a ne lepidla. Jindy je žádoucí, aby adheze nebyla téměř žádná. Z toho plyne použití na jedné straně slepenice například voskový papír a tím vytvoříme samolepkový výrobek.
- 13.

4.6.2 VÝROBA

Každé výrobě předchází test. Test je schopen odhalit některé z aspektů, kterým už se při výrobě nemusíme zabírat. Mezi tyto aspekty patří především nabalování materiálu. Při testu je zjištěno, zda bude materiál nabalován na tří, nebo šesti palcovou dutinku. Ze zkušenosti lze říci, že slepený materiál do 100 g/m² lze nabalovat na třípalcovou dutinku. Vyšší gramáže, nebo paměťové materiály (hliník) je nutno nabalovat na větší šestipalcovou dutinku. Dále test odhalí možnost a způsob ořezu materiálu. Co se týče přenosu lepidla na materiál platí, že při testu musí být zvolen vhodný materiál na který bude během výroby aplikované lepidlo (máme na výběr ze spodního nebo z horního materiálu). Je testováno, na který z materiálů bude přenos fungovat a jelikož se jedná o nános tavného lepidla musí tento materiál také odolat vysokým teplotám. Co se týče vypnutí materiálu ve výrobní lince, tak jsou během testu zkoušeny různé hodnoty a vybrány ty nejvhodnější. Podle těchto hodnot je poté nastavena linka pro výrobu. Správně vypnutý materiál nepůsobí žádnými silami v nábalu a zároveň je dokonale napnutý v místě nánosů lepidla, ořezu a nábalu.

Výše zmíněné aspekty jsou podchyceny testem a ve výrobě je s nimi dále pracováno. Ovšem během výroby zbývá spousta hledisek, které je nutné kontrolovat během nastavených intervalů vstupních, mezioperačních a výstupních kontrol. Mezi tyto aspekty patří:

- Nános lepidla v požadované gramáži na m² při výrobní rychlosti
- Kontinuální nános lepidla během výroby
- Rovnoměrný nános lepidla

- Ořez materiálu
- Zarovnání materiálu
- Aktuální šarže a doba expirace lepidla.
- Vizualní kontrola materiálu
- Trhací zkouška materiálu

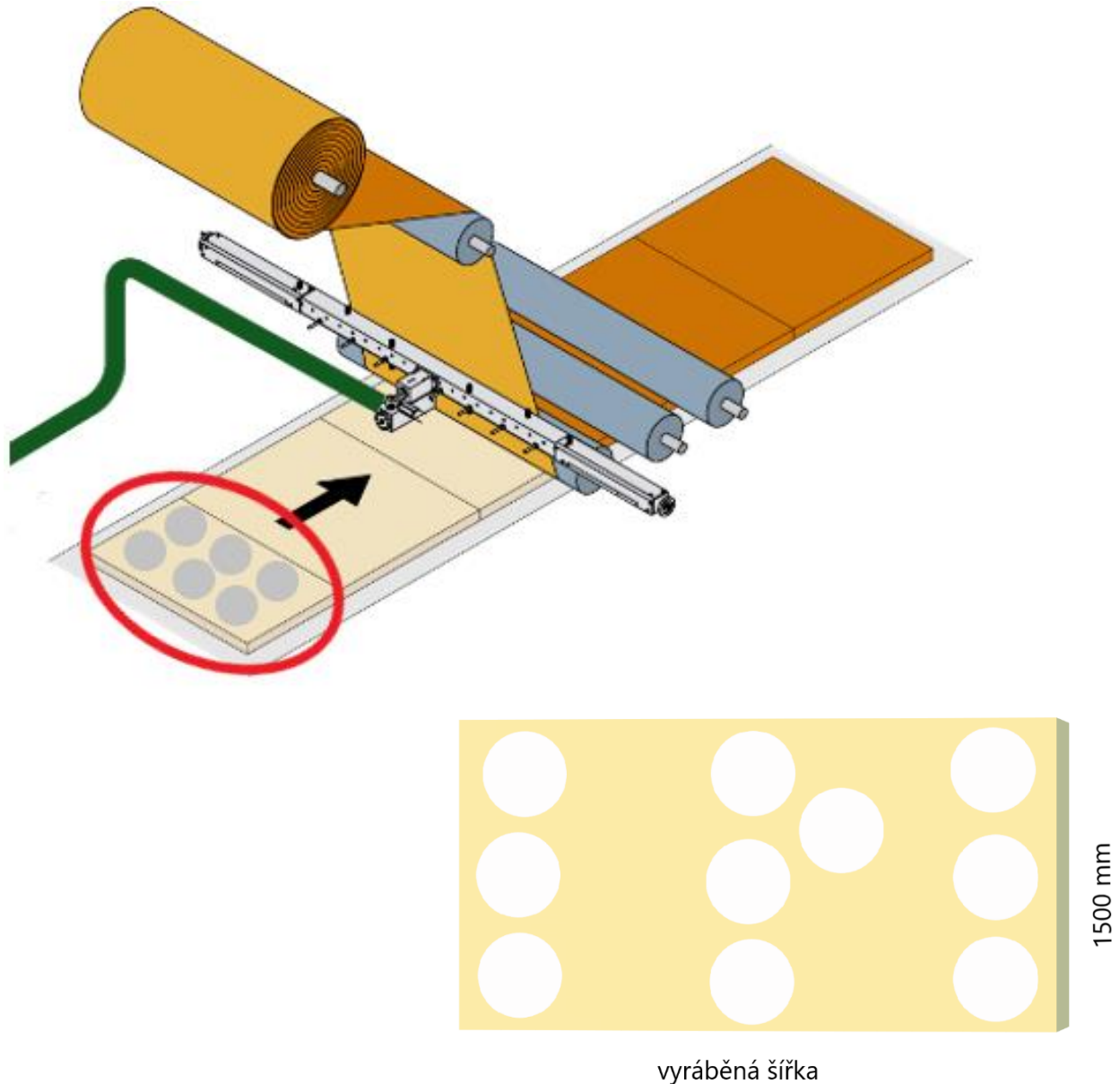
4.7 NOVĚ NASTAVENÝ ZPŮSOB SLEDOVÁNÍ KVALITY NA VÝROBNÍ LINCE

Sledování kvality na výrobní lince se dělí na sledování při testech a sledování při výrobě. V případě testů probíhá destruktivní vstupní kontrola materiálu, destruktivní i nedestruktivní mezioperační kontrola a destruktivní výstupní kontrola. V případě výroby probíhá kontrola při vstupu materiálu do procesu destruktivní zkouškou, při samotné výrobě probíhá pouze nedestruktivní kontinuální kontrola nastavených parametrů a průběhu výroby. Výstupní kontrola probíhá opět destruktivní zkouškou.

Každé nové zakázce předchází testování. Při testování probíhá vstupní kontrola zcela shodně jako při výrobě. Je nutné odhalit případné odchylky v gramáži vstupního materiálu. Dále záměnu vstupního materiálu, nebo lepidla, případně překročení doby expirace. U lepidla také kontrolujeme jeho vizuální stránku, zda není odlišná struktura, nenachází se v něm nečistoty a podobně.

4.7.1 VSTUPNÍ KONTROLA

Při vstupní kontrole bude probíhat vizuální kontrola typu nábalu a jeho stav. To znamená, zda není mechanicky poškozený. Dále bude kontrolována gramáž vstupních materiálů. To bude probíhat tak, že se z polotovaru vyřízne díl o rozměru 1500mm x vyráběná šířka materiálu (800-2000 mm). Z tohoto vzorku bude vyříznuto 10 koleček o průměru 1dm². Z toho tedy plyne, že bude odebráno 0,1m² materiálu, který bude zvážen a výsledkem bude při vynásobení deseti počet gramů/ metr². Vzorky budou vyříznuty v přesném sledu, tak aby bylo obsaženo co nevíce prostoru materiálu a byl určen vždy stejný měřený prostor. Desáté kolečko bude vyříznuto vždy náhodně, tak jak je znázorněno na obrázku 29.. Sledování kontroly vstupního materiálu bude realizováno podle tohoto postupu z důvodu lepení zcela nehomogenních materiálů, kde rozdíl mezi jednotlivými kruhovými vzorky může být i v řádu desetin gramů. Z tohoto měření tedy získáme průměrnou hodnotu gramáže materiálu a zároveň rozložení gramáže po celé šíři vstupního materiálu. Tyto hodnoty budou zapsány do výrobního protokolu. Pokud takto vyhoví všechny vstupující materiály přijde na řadu kontrola lepidla. Lepidlo bude kontrolováno ze dvou důvodů. Prvním důvodem je možná záměna a druhým je kontrola, zda není překročena doba expirace, nebo není jinak poškozené, či znehodnocené.



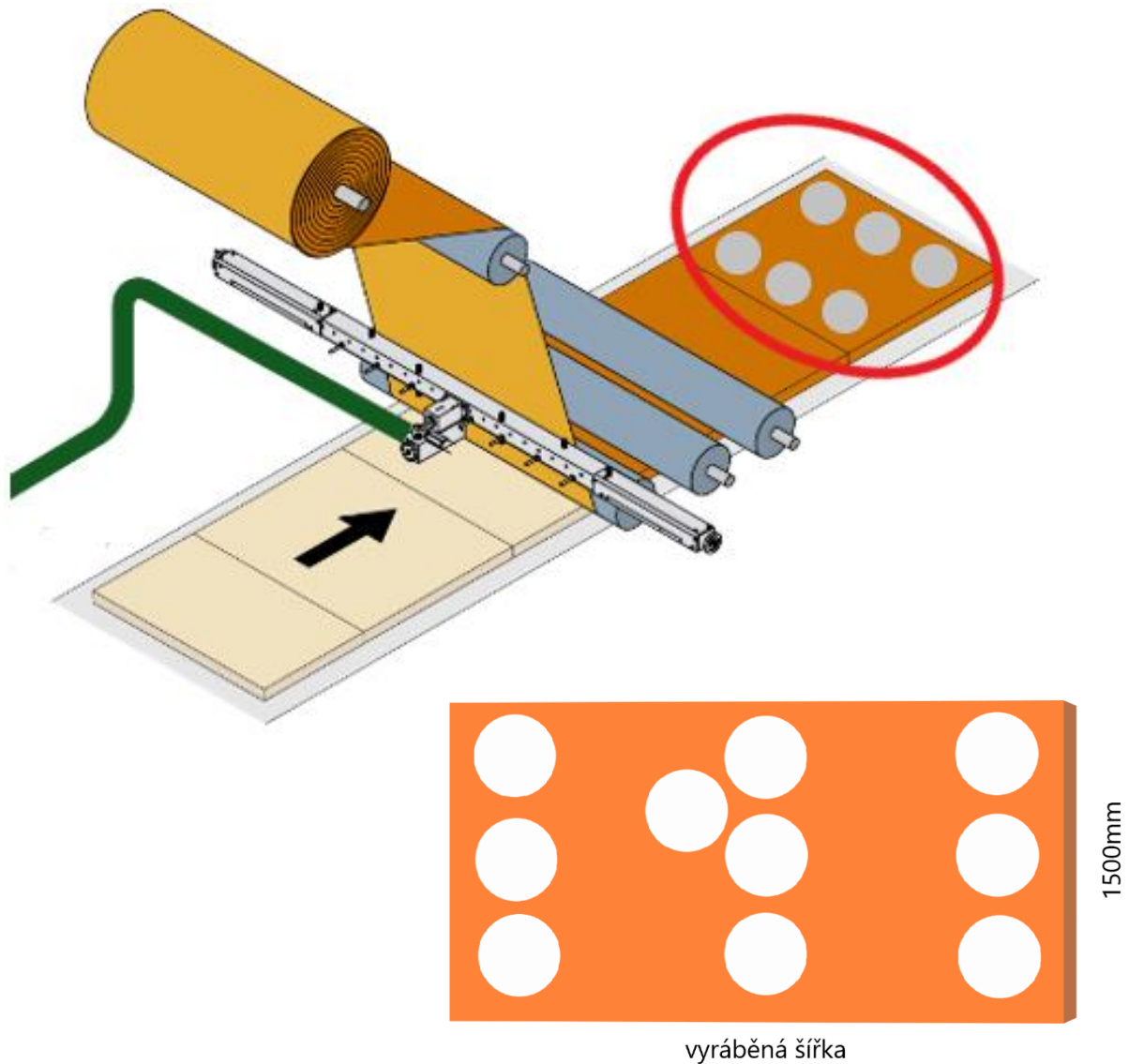
Obr. 29: Ukázka vstupní kontroly

Pokud i lepidlo vyhoví bude spuštěna výroba v režimu zavádění role. Při tomto procesu budou nastaveny veškeré parametry jako například teplota lepidla, napnutí materiálu, řezání nebo přítlak kalandrů. Tyto hodnoty budou nastavovány dle testovacího protokolu, kde najdeme hodnoty vyhovující nastavení pro výrobu. Poté bude materiál zaveden do linky, srovnán a napnut. Po procesu zavedení materiálu přijde na řadu nános lepidla a kontrola kvality nánosu. Kvalitou nánosu je myšleno jeho rovnoměrnost a nepřerušenosť. To bude kontrolováno vizuálně. Dále se také zkontroluje gramáž lepidla na m^2 . Gramáž nánosu bude kontrolována shodným způsobem jako gramáž vstupních materiálů. S výhodou bude možné využít, že budou ze vstupní kontroly známy hodnoty váhy vstupujícího materiálu. Bude tedy vyřezáno deset vzorků z materiálu (1500mm x vyráběná šířka) a od těchto vzorků odečtena celková hodnota váhy vstupních materiálů. Tímto způsobem získáme údaj o množství lepidla na m^2 .

Poté již zbývá kontrola šířky vyráběného materiálu a porovnání s požadavkem. Pokud i tato hodnota vyhoví výroba slepence může být uvolněna.

Po uvolnění výroby slepence následuje samotný proces lepení materiálů a jejich formátování na konečný nábal. Při tomto procesu bude kontinuálně kontrolováno napnutí odvíjených materiálů, a jejich vyrovnaní před samotným nánosem lepidla. Dále bude během celé výroby kontrolována kontinuita a gramáž nánosu. Při podélném formátování výrobku bude také možné kontinuálně kontrolovat šířku nábalu.

Po vyrobení požadované délky slepence bude následovat výstupní kontrola výrobku. Při výstupní kontrole bude odečtena hodnota odvinuté vzdálenosti z PLC, která je počítána z průměru a otáček kalandrovacích válců. Tato hodnota bude zapsána do výrobního protokolu. Dále je přeměřena šíře materiálu pomocí pevného ocelového měřítka a zkontrolována kvalita ořezu. Dále přijde na řadu kontrola možného poškození vlivem teploty a nakřčení v nábalu. Poté bude kontrolována gramáž nanoseného lepidla. Tento postup vážení bude shodný s kontrolou gramáže před zavedením výroby. Bude probíhat tak, že se oddělí materiál o rozměru 1500mm x vyráběná šířka materiálu (800-2000 mm). Z tohoto materiálu je vyřezáno 10 vzorků o rozměru 1 dm² a zváženo. Výsledek bude vynásoben deseti a porovnán s požadovanou gramáží v jednotkách g/m².



Obr. 30: Ukázka výstupní kontroly

4.8 ZAVEDENÍ DO PROCESU

Zavedení nových nastavení mechanismů operačních kontrol do procesu výroby slepence bude nutné provést postupně. V prvním kroku navrhnu veškerou dokumentaci týkající se nově prováděných kontrol a seznámit s ní obsluhu linky. Následně vytvořit systém kontrol, které lze provádět bez nutnosti zásahu do výroby a úprav na výrobní lince. Poté vytvořit výkresovou dokumentaci a zadání pro úpravu výrobní linky a osazení novými prvky. Dále zajistit vhodného dodavatele pro dovybavení všech čtyř částí linky, které vyžadují například kontinuální kontrola šíře vyráběného materiálu, nebo kontinuální kontrola gramáže lepidla. Následně zavést postupy doporučených kontrol včetně zápisů do kontrolních listů.

5 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

V práci bylo cílem ověřit pomocí vhodné metody efektivnost již nastavených kontrol výrobní linky a následně navrhnout nové nastavení mechanismů operačních kontrol. Po aplikaci metody FMEA vyplynulo 15 kritických vad, které mohou vznikat při výrobě slepence. Bylo tedy navrženo v každé ze čtyř částí linky několik možných nápravných opatření, které by měly zamezit výrobě zmetků a zbytečným prodáváním ve výrobě. Změny, které byly provedeny od počátečního stavu jsou znázorněny v tabulce níže. Zavedené doporučení přinesly do výroby funkční kontrolu, která je vykonávána v přesném sledu a zapisována do připravené dokumentace, která má sloužit i jako podklad pro případné reklamace.

Tab. 4: Tabulka zhodnocení výsledků

Část linky	Počáteční stav	Stav po nastavení novým mechanismů operačních kontrol výrobní linky
Odvijení	Vstupní kontrola materiálů -> vizuální kontrola typu nábalu	Vstupní kontrola materiálů -> vizuální kontrola typu nábalu
	Vstupní kontrola gramáže materiálů namátkovým způsobem	Vstupní kontrola gramáže materiálů dle předem stanoveného postupu
	Vizuální kontrola hodnoty napnutí materiálu na displeji linky	Kontrola poškození vstupní fólie
		Kontrola nakrčení vstupního materiálu
		Kontinuální kontrola napnutí materiálů
Centrace a nános lepidla	Vizuální kontrola funkčnosti vyrovnávacího systému	Aktivní kontrola systému vyrovnání materiálu
	Vizuální kontrola přítomnosti a rozložení lepidla na lepeném materiálu	Zaručení rovnoměrného nánosu lepidla po celé šířce nánosu
		Aktivní kontrola kontinuity nánosu lepidla
		Aktivní kontrola gramáže lepidla
Řezání a navijení	Výstupní kontrola šířky materiálu	Aktivní kontrola šíře nábalu během výroby
	Výstupní kontrola gramáže materiálů namátkovým způsobem	Kontrola možného nakrčení výstupního materiálu
		Kontrola možného poškození materiálu vlivem tepla
		Výstupní kontrola gramáže materiálů dle předem stanoveného postupu
Sudové předtavení lepidla	Vizuální kontrola typu lepidla	Zdvojená vizuální kontrola typu lepidla
	Vizuální kontrola doby expirace lepidla	Zdvojená vizuální kontrola doby expirace lepidla

Po zavedení většiny nově navržených mechanismů operačních kontrol proběhla znovu analýza FMEA se stejnou hodnotou rizikového čísla. V tabulkách uvedených na dalších stranách viz. tabulka 5: analýza FMEA pro test slepence po zavedení nových mechanismů operačních kontrol a tabulka 6: analýza FMEA pro výrobu slepence po zavedení nových mechanismů operačních kontrol je možné vidět, že zavedené doporučené opatření mají vliv na možné vady vyskytující se při výrobě slepence a příznivě ovlivňují ukazatele pro analýzu FMEA, tedy ukazatele výskytu, významu a možnosti odhalení potenciálních vad.

Tab. 5: Tabulka analýzy FMEA pro test slepence po zavedení nových mechanismů operačních kontrol

Datum provedení 10.5.2021		FMEA - PROCESU TESTOVÁNÍ VÝROBY SLEPENICE										RPN _{max} = 125					
Prvek	Možná vada	Možné následky	Význam	Možné příčiny	Výskyt	Stávající opatření	Stávající způsob kontroly	Odhaditelnost	RPN	Doporučená opatření	Odpovědnost	Nové provedené opatření	Význam	Výskyt	Odhaditelnost	RPN	
											Termín realizace						
Test výroby slepenice	Nizká gramáž lepidla	Špatná soudržnost lepených	9	Nizká hodnota otáček zub. čerpadla	5	Žádné	Vážení gramáže slepenice	5	225	Aktivní kontrola hodnot otáček zub. čerpadla	Novák 23.4.2021	Enkoder	9	2	5	90	
	Vysoká gramáž lepidla	Proleptování skrz lepený materiál	9	Vysoká hodnota otáček zub. čerpadla	5	Žádné	Vážení gramáže slepenice	5	225	Aktivní kontrola hodnot otáček zub. čerpadla	Novák 23.4.2021	Enkoder	9	2	5	90	
	Nerovnoměrný nános lepidla	Nerovnoměrný slepený materiál	8	Špatné nastavení nanášecí hlavy	2	Žádné	Vizuální kontrola stupnic úhlů před spuštěním	8	128	Samosvorný mechanismus pro nastavení	Novák 23.4.2021	Šroubové pohony	8	1	8	64	
	Přerušovaný nános	Neslepený materiál	10	Špatný přenos lepidla	5	Žádné	Vizuální kontrola nánosu	2	100	Žádné							0
	Přerušovaný nános	Neslepený materiál	10	Výpadky otáček zubového čerpadla	2	Žádné	Vizuální kontrola nánosu	9	180	Dvě řízená zubová čerpadla	Novák 23.4.2021	Namontované dvě zubová čerpadla	10	1	9	90	
	Nedostatečný přenos lepidla na materiál	Nizká gramáž lepidla na materiálu	9	Špatné nastavení nanášecí hlavy	7	Žádné	Vážení gramáže slepenice	1	63	Žádné							0
	Nedostatečný přenos lepidla na materiál	Nizká gramáž lepidla na materiálu	9	Nedostatečná adheze lepidlo/ materiál	6	Žádné	Vážení gramáže slepenice	2	108	Žádné							0
	Nakřčený materiál v nábalu	Výroba zmetku	9	Špatné použití nábalových dutinek	3	Žádné	Vizuální kontrola	5	135	Otestovat hranici gramáže pro 3" dutinku	Novák 19.3.2021	Otestování a určená hranice 60g/m2	9	1	5	45	
	Poškození Výrobku vlivem tepla	Deformace, nebo přepálení výrobku	10	Nevhodný materiál pro nános tavného	1	Žádné	Vizuální kontrola materiálu při nabalování	4	40	Žádné							0
	Poškození Výrobku vlivem tepla	Deformace, nebo přepálení výrobku	10	Vysoká botová teplota	1	Žádné	Vizuální kontrola materiálu při nabalování	4	40	Žádné							0
	Nakřčený materiál v nábalu	Nemožné další zpracování a prodej	10	Špatné nastavení rozhaněcích válců	3	Žádné	Vizuální kontrola stupnic nastavení válců	7	210	Otestování na 100m výrobku	Novák 19.3.2021	Dodávání + 150 m materiálu na testy	10	1	7	70	
	Nakřčený vstupní materiál	Přenasazení linky a nižší výrobní rychlosti	7	Poškození při přepravě	7	Žádné	Vizuální kontrola nábalu	3	147	Manipulace s roli v horizont. poloze	Novák 19.3.2021	Domluva s dodavatelem + úprava VZV	7	2	3	42	
	Mechanické poškození vstupní fólie	Velký odpad, velmi snížená rychlost výroby	6	Naražení materiálu při přepravě	3	Žádné	Vizuální kontrola nábalu	7	126	Manipulace na EUR paletě s prokladem	Novák 19.3.2021	Domluva s dodavatelem	6	1	7	42	
	Špatný ořez materiálu - pod toleranci	Výroba zmetku	10	Špatné nastavení řezné šířky	5	Žádné	Měření šířky role na konci výroby	9	450	Aktivní kontrola šířky nábalu	Novák 28.5.2021						0
	Špatný ořez materiálu - nad toleranci	Nutnostu výrobu přebalovat	2	Špatné nastavení řezné šířky	5	Žádné	Měření šířky role na konci výroby	9	90	Žádné							0
	Špatný ořez materiálu - pod toleranci	Výroba zmetku	10	Špatné nastavení rozhaněcích válců před	5	Žádné	Měření šířky role na konci výroby	9	450	Aktivní kontrola šířky nábalu	Novák 28.5.2021						0
	Špatný ořez materiálu - nad toleranci	Nutnostu výrobu přebalovat	2	Špatné nastavení rozhaněcích válců před	5	Žádné	Měření šířky role na konci výroby	9	90	Žádné							0
	Špatné podélné vyrovnání materiálu	Nesouměrné slepení	10	Výpadek vyrovnávacího systému	2	Žádné	Vizuální kontrola funkčnosti systému	3	60	Žádné							0
	Špatné podélné vyrovnání materiálu	Nesouměrné slepení	10	Omezená prac. pozice systému pro vyrovnávání	3	Žádné	Vizuální kontrola pozice systému	6	180	Zvukový signál při využití 80% pozice	Novák 23.4.2021	Připojení signálu pro hlídání pozice	10	3	1	30	
	Přepnutý materiál	Nemožné docílit přesné šířky materiálu	9	Špatné nastavení tahu na výrobní lince	1	Žádné	Vizuální kontrola materiálu při procesu výroby	8	72	Žádné							0
	Velký průměr vstupních rolí <1000mm	Nelze nasadit	10	Neinformovaný dodavatele	2	Žádné	Žádná - omezení linky	3	60	Žádné							0
	Málo vypnutý materiál	Tvorba překladů materiálů	9	Špatné nastavení tahu na výrobní lince	2	Ne	Vizuální kontrola materiálu při procesu výroby	1	18	Žádné							0
	Ucpávání štěrbin nanášecí hlavy	Nerovnoměrný nános	9	Nečistoty v lepidle	4	Žádné	Vizuální kontrola plošného nánosu	2	72	Žádné							0
Čárkování lepidla	Nerovnoměrný nános	9	Nečistoty na nanášecí hlavě	7	Žádné	Vizuální kontrola nánosu	2	126	Vybítí nanášecí linky od statické elektřiny	Novák 23.4.2021	Vytvoření uzemnění linky a nanášecí hlavy	9	1	2	18		
Bublina na nánosu lepidla	Deformace slepenice	9	Pěnění lepidla	3	Žádné	Vizuální kontrola lepidla	2	54	Žádné							0	
Nečistoty na nánosu	Deformace slepenice	9	Materiál tvořící žmolky, lepidlo	7	Žádné	Vizuální kontrola nanášecí hlavy	2	126	Pravidelné čištění nanášecí hlavy	Novák 19.3.2021	Nastavení intervalu čištění 1x/ role	9	3	2	54		
Přepalování lepidla	Neslepený materiál	10	Plniva v lepidle	2	Žádné	Porovnání odstínu lepidla se vzorkem	4	80	Žádné							0	
Záměna lepidla	Nedokonalé slepení materiálů	9	Nejednoznačné skladování	2	Žádné	Vizuální kontrola štítku před výrobou	8	144	Kontrola čtyř očí	Novák 23.4.2021	Kontrola VV a schválení pro výrobu	9	1	3	27		
Překročení doby expirace lepidla	Nedokonalé slepení materiálů	9	Příliš velké zásoby	2	Žádné	Vizuální kontrola štítku před výrobou	8	144	FIFO	Novák 23.4.2021	Zavedení FIFO do provozu	9	1	6	54		

Tab. 6: Tabulka analýzy FMEA pro výrobu slepence po zavedení nových mechanismů operačních kontrol

Datum provedení 10.5.2021		FMEA - PROCESU VÝROBY SLEPENICE										RPN _{max} = 125					
Prvek	Možná vada	Možné následky	Význam	Možné příčiny	Výskyt	Stávající opatření	Stávající způsob kontroly	Odhaditelnost	RPN	Doporučená opatření	Odovědnost	Nově provedená opatření	Význam	Výskyt	Odhaditelnost	RPN	
											Termín realizace						
Výroba slepence	Nízká gramáž lepidla	Špatná soudržnost lepených	9	Nízké otáčky zubového čerpadla	5	Žádné	Vážení gramáže slepence	5	225	Aktivní kontrola hodnot otáček zub. čerpadla	Novák 23.4.2021	Enkoder	9	2	5	90	
	Vysoká gramáž lepidla	Proleptávání skrz lepený materiál	9	Vysoké otáčky zubového čerpadla	5	Žádné	Vážení gramáže slepence	5	225	Aktivní kontrola hodnot otáček zub. čerpadla	Novák 23.4.2021	Enkoder	9	2	5	90	
	Nerovnoměrný nános lepidla	Nerovnoměrné slepený materiál	8	Špatné nastavení nanášecí hlava	2	žádné	Vizuální kontrola stupnic úhlů před spuštěním	8	128	Samosvorný mechanismus pro nastavení	Novák 23.4.2021	Šroubové pohony	8	1	8	64	
	Přerušovaný nános	Neslepený materiál	10	Špatný přenos lepidla	5	Žádné	Vizuální kontrola nánosu	2	100	Žádné							0
	Přerušovaný nános	Neslepený materiál	10	Nulové otáčky zubového čerpadla	2	Žádné	Vizuální kontrola nánosu	9	180	Dvě řízená zubová čerpadla	Novák 23.4.2021	Namontované dvě zubová čerpadla	10	1	9	90	
	Nedostatečný přenos lepidla na materiál	Nízká gramáž lepidla na materiálu	9	Špatné nastavení nanášecí hlavy	7	Žádné	Vážení gramáže slepence	1	63	Žádné							0
	Poškození Výrobku vlivem tepla	Deformace, nebo přepálení výrobku	10	Vysoká aplikační teplota lepidla	4	Žádné	Vizuální kontrola materiálu při nabalování	2	80	Žádné							0
	Poškození Výrobku vlivem tepla	Deformace, nebo přepálení výrobku	10	Vysoká bodová teplota	1	Žádné	Vizuální kontrola materiálu při nabalování	4	40	Žádné							0
	Nakřčený materiál v návalu	Nemožné další zpracování a prodej	9	Špatné nast. rozhaněcích válců	3	Žádné	Vizuální kontrola stupnic nastavení válců	7	189	Kontrola čtyř očí	Novák 23.4.2021	Kontrola VV a schválení pro výrobu	9	1	3	27	
	Nakřčený vstupní materiál	Přenastavení linky a výroba nižší než	7	Poškození při přepravě	7	Žádné	Vizuální kontrola návalu	3	147	Manipulace s roli v horizont. poloze	Novák 19.3.2021	Domluva s dodavatelem + úprava VZV	7	2	3	42	
	Mechanické poškození vstupní fólie	Velký odpad	6	Naražení materiálu při přepravě	3	Žádné	Vizuální kontrola návalu	7	126	Manipulace na EUR paletě s prokladem	Novák 19.3.2021	Domluva s dodavatelem	6	1	7	42	
	Špatný ořez materiálu - pod toleranci	Výroba zmetku	10	Špatné nastavení fezné šířky	5	Žádné	Měření šířky role na konci výroby	9	450	Aktivní kontrola šířky návalu	Novák 28.5.2021						0
	Špatný ořez materiálu - nad toleranci	Nutnost výrobu přebalovat	2	Špatné nastavení fezné šířky	5	Žádné	Měření šířky role na konci výroby	9	90	Žádné							0
	Špatný ořez materiálu - pod toleranci	Výroba zmetku	10	Špatné nast. rozh. válců před náblem	5	Žádné	Měření šířky role na konci výroby	9	450	Aktivní kontrola šířky návalu	Novák 28.5.2021						0
	Špatný ořez materiálu - nad toleranci	Nutnost výrobu přebalovat	2	Špatné nastavení rozhaněcích válců před	5	Žádné	Měření šířky role na konci výroby	9	90	Žádné							0
	Špatné podélné vyrovnání materiálu	Nesouměrné slepení	10	Výpadek vyrovnávacího systému	2	Žádné	Vizuální kontrola funkčnosti systému	3	60	Žádné							0
	Špatné podélné vyrovnání materiálu	Nesouměrné slepení	10	Omezená prac. pozice systému pro vyrovnávání	3	Žádné	Vizuální kontrola pozice systému	6	180	Zvukový signál při využití 80% pozice	Novák 23.4.2021	Připojení signálu pro hidání pozice	10	3	1	30	
	Čárkování lepidla	Nerovnoměrný nános	9	Nečistoty na nanášecí hlavě	7	Žádné	Vizuální kontrola nánosu	2	126	Vybíjení nanášecí linky od statické elektřiny	Novák 23.4.2021	Vytvoření uzemnění linky a nanášecí hlavy	9	1	2	18	
	Nečistoty na nánosu	Deformace slepence	9	Materiál tvořící žmolky, lepidlo	7	Žádné	Vizuální kontrola nanášecí hlavy	2	126	Pravidelné čištění nanášecí hlavy	Novák 19.3.2021	Nastavení intervalu čištění 1x/role	9	3	2	54	
	Přepnutý materiál	Nemožné docílit přesné šířky materiálu	9	Špatné nastavení tahů na výrobní lince	1	Žádné	Vizuální kontrola materiálu při procesu výroby	8	72	Žádné							0
Přepnutý materiál	Po slepení se materiál krčí	9	Špatné nastavení tahů na výrobní lince	3	Žádné	Vizuální kontrola materiálu při procesu výroby	8	216	kontinuální kontrola nastavení tahů	Novák 23.4.2021	Zvukový signál pro kontrolu změny tahů	9	1	8	72		
Málo vypnutý materiál	Tvorba překladů materiálů	9	Špatné nastavení tahů na výrobní lince	2	Žádné	Vizuální kontrola materiálu při procesu výroby	1	18	Žádné							0	
Záměna lepidla	Nedokonalé slepení materiálů	9	Nejednoznačné skladování	2	Žádné	Vizuální kontrola štítku před výrobou	8	144	Kontrola čtyř očí	Novák 23.4.2021	Kontrola VV a schválení pro výrobu	9	1	3	27		
Překročení doby expirace lepidla	Nedokonalé slepení materiálů	9	Příliš velké zásoby	2	Žádné	Vizuální kontrola štítku před výrobou	8	144	FIFO	Novák 23.4.2021	Zavedení FIFO do provozu	9	1	6	54		

5.1 TECHNICKO EKONOMICKÉ HLEDISKO

Pro splnění doporučených opatření bylo využito vždy co nejjednodušší řešení, které by mělo přinést do budoucna jen minimum dalších nákladů například na údržbu a výměnu náhradních dílů. Byly využity běžně dostupné technické prvky jako například enkodér, nebo optická či magnetická čidla. Byl také kladen důraz na to, aby veškeré nové prvky bylo možné nastavovat a ladit bez nutnosti externího servisu, kde bývá problém především s termínem realizace. Je tedy zajištěno, že veškeré nastavení a opravy doplněných prvků je schopna vykonat obsluha výrobní linky.

Z hlediska financí je každé doporučené nápravné opatření spojené s nutnými ročními náklady, které zahrnují obsluhu a údržbu nově využívané technologie. K těmto nákladům se samozřejmě pojí také náklady na pořízení a zprovoznění doporučených systémů. Finanční analýza je vytvořena s předpokladem dvousměnné výroby velko-nábalových (< 3000m) materiálů. Dále je předpokládáno, že mimo výrobu bude v období jednoho roku provedeno minimálně 7 testů využívající výrobní linku.

Do finanční kalkulace bylo zahrnuto následující:

Investice, které jsou počítány z dostupných ceníků, nebo cenových nabídek dodavatelů. Hodinová sazba technika, vysokozdvížného vozíku a náklady na dopravu jsou počítány z průměrných tabulkových hodnot.

- Pořizovací náklady nových prvků systému (Enkodéry, snímače, čerpadla, škrabky, hlásiče, signalizátory...)
- Náklady na potřebné příslušenství pro zapojení a uvedení do provozu (kabeláž, spojovací materiál...)
- Náklady spojené s realizací (hodinová sazba za technika, doprava, manipulace...)
- Náklady na údržbu systémů (hodinová sazba technika, materiál potřebný na údržbu...)

Úspory jsou vztaženy k jednosměnné výrobě velko-nábalových materiálů 220 dní/rok. Jde o odhad, který je vytvořen z dosavadního provozu výrobní linky. Je počítáno s průměrnou hodinovou produkcí 2500m/hod, která je naceněná průměrnou sazbou za metr výroby.

- Úspory na reklamacích spojené se zmetkovitostí a nedodržením výrobních termínů. Výsledky obsažené v tabulce úspor jsou závislé na reklamacích vzniklých v roce 2020.
- Úspory spojené s možností rychlejší a plynulejší výroby. Výsledky obsažené v tabulce úspor jsou počítány z odhadu uspořené času v případě jednotlivých možných vad, který je podpořen dosavadními zkušenostmi při výrobě a testování.

Tab. 7: Tabulka nákladů na doporučená opatření

Náklady spojené s doporučenými nápravnými opatřeními			
Možná vada	Použité díly a materiál včetně práce	Jednorázově vynaložené náklady	Proměnné náklady
Nízká gramáž lepidla	Enkoder, prodlužovací kabel, akustický hlásič, práce, ostatní spotřební materiál + roční údržba	30247	1700
Vysoká gramáž lepidla	Využití stejné technologie jako u nízké gramáže lepidla + roční údržba		1700
Nerovnoměrný nános	3x kompletní trapézový mechanismus, úprava držáku nanášecí hlavy, práce, ostatní spotřební materiál + roční údržba	66391	1550
Přerušovaný nános	Zubové čerpadlo, enkodér, prodlužovací kabel, práce, ostatní spotřební materiál + roční údržba	46385	37000
Nakřčení materiálu v nábalu	nákup 100m materiálů na testování pro každou zakázku		12700
Nakřčený vstupní materiál	Náklady na dopravu a vysokozdvizný vozík		105500
Mechanické poškození vstupní fólie	EUR paleta pro každé balení vstupní fólie včetně prokladu		27900
Špatný ořez materiálu pod toleranci	2xoptický snímač s přípojovacím kabelem, úprava navíjení linky, práce, ostatní spotřební materiál + roční údržba	92000	14500
Špatné podélné vyrovnání materiálu	2x magnetický snímač polohy pístu, zvukový signalizátor, práce, ostatní spotřební materiál + roční údržba	34300	7700
Čárkování lepidla	Vybíjecí tyče, kabely pro uzemnění, kotvy + roční údržba	17500	5200
Nečistoty na nánosu	Náklady na čisticí prostředky	2000	4200
Překročení doby expirace lepidla	Náklady na vysokozdvizný vozík s jeho obsluhu		8000
Přepnutý materiál	6x magnetický snímač polohy pístu + zvukový signalizátor + roční údržba	42300	7400
Záměna lepidla	Náklady na obsluhu		24000
Překročení doby expirace lepidla	Náklady na vysokozdvizný vozík s jeho obsluhu		36000

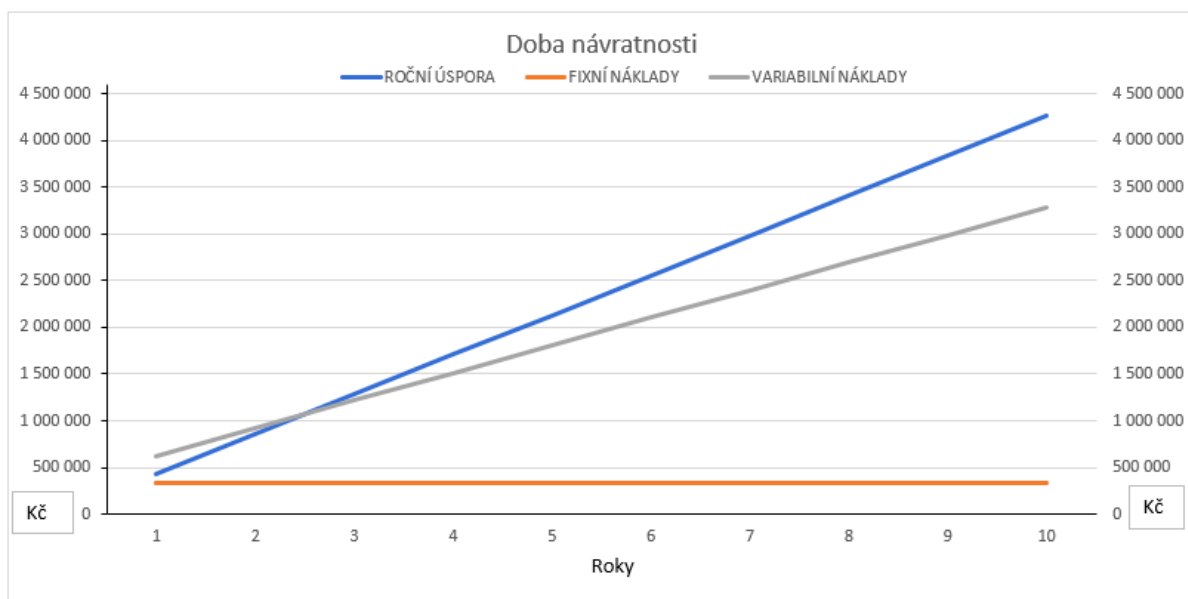
Tab. 8: Tabulka předpokládaných úspor po aplikování doporučených opatření

Předpokládané úspory po zavedení nových mechanismů operačních kontrol			
Možná vada	Použité díly a materiál včetně práce	Úspora za reklamace/ rok	Úspora při výrobě a testování/ rok
Nízká gramáž lepidla	Úspora za reklamace, které vznikly v roce 2020 + zrychlení výroby o 300m/směnu (Odpadá opakovaná kontrola gramáže nánosu)	17300	161700
Vysoká gramáž lepidla	Úspora je již započtena v předchozím bodě, jelikož spolu přímo souvisí.		
Nerovnoměrný nános	Zrychlení výroby 50m/ směnu - (odpadá kontrola nastavení náklano nanášecí hlavy před každým nábalem)		26950
Přerušovaný nános	Úspora za reklamace, které vznikly v roce 2020 v souvislosti nedokonalého nánosu lepidla	2370	
Nakřčení materiálu v nábalu	Zrychlení průběhu testů (7/rok) o 50m/test		5530
Nakřčený vstupní materiál	Zrychlení výroby o 500m /měsíc (Odpadá nutnost odbalování poškozeného materiálu)		14700
Mechanické poškození vstupní fólie	Zrychlení výroby o 1200m /měsíc (Odpadá nutnost odbalování poškozeného materiálu)		35280
Špatný ořez materiálu pod toleranci	Úspora za reklamace, které vznikly v roce 2020 v souvislosti se špatně naformátovanými rolemi.	52920	
Špatné podélné vyrovnání materiálu	Úspora za reklamace, které vznikly v roce 2020 v souvislosti se špatně naneseným lepidlem z důvodu vychýlení materiálu.	3250	
Čárkování lepidla	Zrychlení výroby o 100m/směnu (Odpadá zpomalování výroby a následné čištění nanášecí hlavy)		53900
Nečistoty na nánosu	Úspora je již započtena v předchozím bodě, jelikož spolu přímo souvisí.		
Překročení doby expirace lepidla	K tomuto bodu neexistují podklady pro výpočet úspory		
Přepnutý materiál	Úspora za reklamace, které vznikly v roce 2020 v souvislosti s přepnutým a tím poškozeným materiálem	35280	
Záměna lepidla	Úspora za reklamace, které vznikly v roce 2020 v souvislosti se záměnou lepidla pro test	17350	
Celková úspora			426530

S finančního hlediska vyplývá, že celkové náklady spojené s úpravou výrobní linky pro splnění doporučených opatření obsahují jednorázově vynaložené náklady, které činí 331 123 Kč. Tyto náklady jsou doplněny ročními proměnnými náklady 295 050 Kč. Roční úspora odpovídá částce 426 530 Kč. Z toho plyne doba návratnosti zhruba 2,5 roku.

Tab. 9: Tabulka nákladů, úspor a doby návratnosti

Jednorázově vynaložené náklady:	331 123 Kč
Proměnné náklady	295 050 Kč
Roční úspora:	426 530 Kč
Čistá roční úspora:	131 480 Kč
Doba návratnosti (v letech):	2,52



obr. 31: Graf doby návratnosti

6 ZÁVĚR

V práci byl zhodnocen stávající způsob kontrol na výrobní lince. Následná aplikace analýzy FMEA odhalila patnáct kritických míst, kde mohou vznikat potenciální vady. Na tyto možné vady byl vytvořen seznam doporučených opatření, které by měly snížit, nebo zcela odstranit doposud objevující se reklamace a zrychlit proces výroby slepence. Zároveň bylo při analýze současného stavu zjištěno, že drtivá většina kontrol na výrobní lince probíhá vizuálně. Z toho vyplývá nutnost nadměrné soustředěnosti obsluhy na vizuální kontrolu a možnost zvýšení únavy a s tím spojené chybovosti při prováděných kontrolách. Byl tedy kladen důraz na to, aby nově navržené kontroly využívaly, pokud možno jiné smysly obsluhy, například sluch. Bylo tedy pro upozornění na odchylky v nastavení různých kontrolních systémů, mezi které patří například snímání otáček čerpadla, využita primárně zvuková signalizace spojená s označením místa a stavu poruchy na displeji výrobní linky.

Zavedení nových způsobů doporučených kontrol bylo předem rozplánováno tak, aby obsluha měla možnost snadného a správného zaškolení včetně vytvoření nových návyků při postupech kontrol.

Jedním z dalších cílů práce bylo, současně s navržením nových nastavení mechanismů operačních kontrol a zavedení do procesu, také vytvořit potřebnou dokumentaci. Mimo vytvoření potřebné dokumentace pro analýzu FMEA viz příloha 3, byla připravena také dokumentace pro testování, do které bude zapisován průběh testu včetně veškerých poznatků a schválených nastavení výrobní linky viz příloha 1. Tento list bude dále využit jako checklist pro nastavení parametrů výroby. Pro samotný proces výroby byl připraven výrobní protokol viz příloha 2, ve kterém je možné najít veškeré informace o průběhu výroby. Od vstupních měření, přes popis role a lepidla až po výstupní informace, jako například výstupní gramáž lepidla, datum zpracování a jméno operátora.

Jak dokazuje vyhodnocení výsledků této práce, tak zdokonalování způsobů kontrol a postupů přináší větší přehlednost a efektivitu prováděných kontrol a s tím spojené zkvalitnění produktu a zlepšení služeb, které společnost nabízí svým zákazníkům. Je tedy jisté, že do budoucna bude přínosem analýzu FMEA opakovat v nastavených intervalech a společně s tím snižovat hodnotu rizikového čísla této analýzy. Bude také velmi žádoucí využít i dalších metod, pro zdokonalení způsobů kontrol na výrobní lince.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] FIALA, A. *Management jakosti s podporou norem ISO 9000:2000: (1 dílo ve 4 svazcích)*. 2007. ISBN 80-86229-19-X.
- [2] HORÁLEK, Vratislav. *Statistické přejímky: Část 1 – Kontrola srovnáváním*. [online]. [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: www.csq.cz/fileadmin/user..../09-statisticke_prejimky_2013_OP.pdf
- [3] KLŮFA, Jindřich. *Ekonomické aspekty statistických přejímek*. 1. vydání. Praha: EKOPRESS, 1999. ISBN 80-86119-24-6.
- [4] KLŮFA, Jindřich. *Statistická přejímací kontrola jakosti*. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1993. ISBN 80-7079-435-6.
- [5] MAJEREK, P. *Dynamizace vstupní kontroly za pomoci statistické přejímky srovnáváním*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 60 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Petr Koška, Ph.D.
- [6] NENADÁL, J. *Management partnerství s dodavateli: Nové perspektivy firemního nakupování*. 328 s. 2006. ISBN 80-7261-152-6.
- [7] NENADÁL, J. *Měření v systémech managementu jakosti*. 336 s. 2004. ISBN 80-7261-110-0.
- [8] NENADÁL, J. *Moderní management jakosti: principy, postupy, metody*. 380 s. 2011. ISBN 978-80-7261-186-7.
- [9] OSANNA, P.H., DURAKBASA, M.N., AFJEHI-SADAT, A. *Quality in industry*. 146 s. 2004. ISBN 3-901888-23-3.
- [10] TOŠENOVSKÝ, J., NOSKIEVIČOVÁ, D. *Statistické metody pro zlepšování jakosti*. Montanex, a.s.Ostrava, 2000. ISBN 80-722-5040-X.
- [11] VANĚK, Pavel. *Metody statistické přejímky srovnáváním*. [online]. 2008 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: www.scov.cz/statistika.pdf
- [12] ČSN EN ISO 9001. *Systémy managementu jakosti – Požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2008, 52 s.
- [13] ČSN EN ISO 9004. *Systémy managementu jakosti - Směrnice pro zlepšování výkonnosti*. Praha: Český normalizační institut, 2002, 94 s.
- [14] ČSN ISO 2859-10. *Statistické přejímky srovnáváním: Část 10: Úvod do norem ISO řady 2859 statistických přejímek pro kontrolu srovnáváním*. Praha: Český normalizační institut, 2007. 16 s.
- [15] ČSN ISO 2859-1. *Statistické přejímky srovnáváním: Část 1: Přejímací plány AQL pro kontrolu každé dávky v sérii*. Praha: Český normalizační institut, 2000. 90 s.
- [16] ČSN ISO 2859-3. *Statistické přejímky srovnáváním: Část 3: Občasná přejímka*. Praha: Český normalizační institut, 2006. 28 s.

- [17] ČSN ISO 14560. *Statistické přejímky srovnáváním-Úrovně stanovené jakosti v neshodných jednotkách na milion*. Praha: Český normalizační institut, 2005, 20 s.
- [18] MIL–STD–105E. *Military standard: Sampling procedures and tables for inspection by attributes*. 68 s. 1989.
- [19] VEBER, J. a kol. *Management*. Praha: Management Press, 2001. 700 s. ISBN 80 7261-029-5.
- [20] DOLEŽALOVÁ, Hana. *Základy jakosti*. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Ekonomická fakulta, 2012. ISBN 978-80-7394-339-4.
- [21] MAŠLEJ, M. a kol. *Základy a základní pojmy managementu*. Brno: UO FEM, 2006. Kapitola 3,

PŘÍLOHA č. 1

Výrobní checklist

Zákazník:		Datum:	
Produkt:		Obj. č.:	
Produkt, cíl:			
	při trhací zkoušce se nesmí materiály od sebe odělovat ve vrstvě naneseného lepidla		
Nanášené množství lepidla:			
Šíře aplikace:			
Ořez materiálu:			
Šířka finálního produktu:			
Použité komponenty:			
Zařízení:			
Materiál:			
Lepidlo:			
Nastavení aplikace			
Teploty °C		Ostatní parametry	
Tank:		Tlak vzduchu:	
Rošt:		Tlak čerpadla:	
Hadice:		Otáčky čerpadla:	
Hlava:		Výrobní rychlost:	
odvíječka č.1:		tah č.1:	
odvíječka č.2:		tah č.2:	
Centrace horní:		Nastavení pozice banánových válců	
Centrace spodní:		1	
Šíře nánosu:		2	
Pozice hlavy 1 - v.		3	
Pozice hlavy 2 - ú.		4	
Přítlak kalandru:		5	
Ořez materiálu:		Přítlak navíjecího válce:	
Odtah okraje L:		Tah:	
Odtah okraje P:		průměr role mm	%
Odchylka rychlosti L:		mm	%
Odchylka rychlosti P:		1	
Tah navíjení okraje L:		2	
Tah navíjení okraje P:		3	
Odchylka rychlosti banán 1		4	
Odchylka rychlosti banán 2		5	
		Tah navíjení:	
		Přítlak navíjecího válce:	

Kontrola kvality						
Datum:				Podpis:		
Jméno:						
Uvolnění do výroby						
Datum:				Podpis:		
Jméno:						
Vyrobeno						
Brutto:				Netto:		
Dodržení předepsané zmetkovitosti:	ANO	NE	Jiné neshody:	ANO	NE	
Jaké:						
Soupis pro DL:						
	označ. role:	bm brutto:	bm netto:	přerušení:	důvod:	uvolnění do výroby:
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
22						
23						
24						
25						
Poznámky:						

PŘÍLOHA č. 2

Výrobní protokol

v. číslo role	typ	šarže	číslo r./m.	vstup g/m ²	výstup g/m ²	výstup bm	datum	zpracoval
	materiál 1:					b.		
	materiál 2:					n.		
	lepidlo:							
v. číslo role	typ	šarže	číslo r./m.	vstup g/m ²	výstup g/m ²	výstup bm	datum	zpracoval
	materiál 1:					b.		
	materiál 2:					n.		
	lepidlo:							
v. číslo role	typ	šarže	číslo r./m.	vstup g/m ²	výstup g/m ²	výstup bm	datum	zpracoval
	materiál 1:					b.		
	materiál 2:					n.		
	lepidlo:							
v. číslo role	typ	šarže	číslo r./m.	vstup g/m ²	výstup g/m ²	výstup bm	datum	zpracoval
	materiál 1:					b.		
	materiál 2:					n.		
	lepidlo:							
v. číslo role	typ	šarže	číslo r./m.	vstup g/m ²	výstup g/m ²	výstup bm	datum	zpracoval
	materiál 1:					b.		
	materiál 2:					n.		
	lepidlo:							
v. číslo role	typ	šarže	číslo r./m.	vstup g/m ²	výstup g/m ²	výstup bm	datum	zpracoval
	materiál 1:					b.		
	materiál 2:					n.		
	lepidlo:							
v. číslo role	typ	šarže	číslo r./m.	vstup g/m ²	výstup g/m ²	výstup bm	datum	zpracoval
	materiál 1:					b.		
	materiál 2:					n.		
	lepidlo:							

PŘÍLOHA č. 3

Formulář pro analýzu FMEA

FMEA - PROCESU VÝROBY SLEPENICE													RPN _{max} =				
Prvek	Možná vada	Možné následky	Význam	Možné příčiny	Výsledek	Stávající opatření	Stávající způsob kontroly	Dobavitelnost	RPN	Doporučená opatření	Odpovědnost	Nově provedená opatření	Význam	Výsledek	Dobavitelnost	RPN	
											Termin realizace						