

# **ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA, O.P.S.**

Studijní program: N6208 Ekonomika a management

Studijní obor: 6208T088 Podniková ekonomika a management provozu

## **Využití výrobních kapacit ve vybrané výrobní společnosti**

**Bc. Václav MARHAN**

Vedoucí práce: Ing. David Staš, Ph.D.



ŠKODA AUTO Vysoká škola

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

- Zpracovatel: **Bc. Václav Marhan**
- Studijní program: **Ekonomika a management**
- Obor: **Podniková ekonomika a management provozu**
- Název tématu: **Využití výrobních kapacit ve vybrané výrobní společnosti**
- Cíl: **Analýza výrobních kapacit v rámci zkoumaných procesů vybrané výrobní společnosti, návrh opatření pro eliminaci identifikovaných nedostatků a zefektivnění procesů za účelem zvýšení využití výrobních kapacit.**
- Rámcový obsah:
1. Shrňte současné poznatky a trendy související s problematikou řízení výrobních kapacit.
  2. Charakterizujte vybrané výrobní procesy v rámci vybrané společnosti, analyzujte současný stav výrobních kapacit a identifikujte aktuální nedostatky.
  3. Navrhněte opatření pro eliminaci identifikovaných nedostatků a zefektivnění aktuálních procesů.
  4. Vyhodnoťte očekávané přínosy navrhovaných opatření.
- Rozsah práce: 55 – 65 stran
- Seznam odborné literatury:
1. FROLÍK, Z. – KOŠTURIÁK, J. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. 240 s. ISBN 80-86851-38-9.
  2. TOMEK, G. – VÁVROVÁ, V. *Integrované řízení výroby.: Od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: GRADA, 2014. ISBN 978-80-247-4486-5.
  3. KAVAN, M. *Výrobní a provozní management*. 1. vyd. Praha: GRADA, 2002. 424 s. ISBN 80-247-0199-5.
  4. ANDERSON, E J. – ANDERSON, M A. – PARKER, G. *Operations Management*. USA: John Wiley & Sons Inc, 2013. 384 s.

Datum zadání diplomové práce: únor 2018

Termín odevzdání diplomové práce: květen 2019

L. S.



**Ing. David Staš, Ph.D.**  
Vedoucí práce



**Mgr. Petr Šulc**  
Prorektor ŠAVŠ



**prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.**  
Vedoucí katedry



**Bc. Václav Marhan**  
Autor práce

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury pod odborným vedením vedoucího práce.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a v práci jsem neporušil(a) autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Mladé Boleslavi dne .....

Děkuji Ing. Davidu Stašovi, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, poskytování rad a informačních podkladů.

## Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů.....	6
Úvod.....	7
1 Výroba a výrobní kapacity.....	8
1.1 Charakteristika výroby.....	8
1.2 Efektivita výrobního procesu.....	9
1.3 Zásoby.....	18
2 Analýza současného stavu výrobních kapacit vybraného pracoviště.....	22
2.1 THIMM Obaly.....	22
2.2 Průmyslové odvětví vlnité lepenky.....	24
2.3 Výroba vlnité lepenky.....	30
2.4 Charakteristiky zkoumaného provozu.....	34
2.5 Rozbor výrobních aktivit.....	38
2.6 Analýza aktuální situace využití výrobní kapacity.....	44
2.7 Identifikované nedostatky a potenciál ke zlepšení.....	45
3 Návrhy opatření.....	52
3.1 Výběr řešení.....	52
3.2 Finální rozpracování řešení.....	52
4 Výsledky zavedených změn.....	63
4.1 Změna šíře papíru.....	63
4.2 Zrušení papíru P200.....	64
4.3 Zrušení papíru H150.....	65
4.4 Celkové přínosy změn.....	66
Závěr.....	68
Seznam literatury.....	69
Seznam obrázků a tabulek.....	71
Seznam příloh.....	73

## **Seznam použitých zkratek a symbolů**

ECT	Edgewise Crush Test
BCT	Box Crush Test
ČR	Česká Republika
ISO	International Organization for Standardization
BRC	British Retail Council
WPA	Wellpappeanlage
TPM	Total Productive Maintenance
SMED	Single Minute Exchange of Dies

## Úvod

Proces výroby je základní lidskou činností, stejně jako základní činností podniku. V současnosti většina firem čelí vysoké konkurenci, ta je způsobena zvyšující se životní úrovní a stále zrychlujícím rozvojem technologií. Životní cykly produktů i projektů se zrychlují a plánovací výhled se stále zkracuje, protože je čím dál tím náročnější odhadnout, jak se bude budoucnost vyvíjet.

Právě z důvodu zrychlování všech procesů se musí firmy přizpůsobovat. Dnes je trendem vyrábět stále menší série různých variant výrobků, které se často obměňují. Většina firem byla zvyklá vyrábět větší série a dnešní požadavky trhu je nutí ke změně. Široká portfolia produktů a časté přestavby na strojích snižují efektivní využití výrobních kapacit. Zároveň se zvyšuje poptávka a firmy nemohou rozšiřovat svou potenciální výrobní kapacitu a musí se zaměřit na co největší využití kapacity stávající.

V této práci se autor zaměří na výrobní proces vlnité lepenky ve společnosti THIMM Obaly k. s. Cílem práce je popsat výrobní technologii vlnité lepenky, zanalyzovat konkrétní podmínky výrobního procesu ve firmě. Hlavním cílem je na základě analýzy najít neefektivní místa v procesu a navrhnout možná řešení ke zlepšení.

Nejdříve bude popsána teorie výroby, výrobní kapacity a teorie Štíhlé výroby. Krátce bude představena samotná společnost a pro dobré pochopení problematiky autor popíše technologii výroby vlnité lepenky na zvlňovacím stroji. Popíše konkrétní podmínky ve firmě a provede analýzu výrobní kapacity a dalších s procesem spojených oblastí, jako je skladování nebo výrobkové portfolio. Z analýzy procesu vzejdou slabá místa procesu, pro která autor navrhne řešení.



# 1 Výroba a výrobní kapacity

První část diplomové práce bude zaměřena na shrnutí poznatků o podniku, výrobě a činnostech s ní spojených.

## 1.1 Charakteristika výroby

Výrobní proces je základním stavebním kamenem hospodářského procesu. Lze za něj označit téměř jakoukoli lidskou činnosti, která přetváří vstupy ve výstupy. V dnešní době, kdy se stále častěji mluví o nové éře průmyslu, tak zvaném Průmyslu 4.0, se již nejedná pouze o přeměnu. Výrobní podniky musí vlastní výrobní část doplnit o další oddělení a činnosti, které samotnou výrobu podporují. Většina těchto oddělení se zaměřuje na udržení konkurenceschopnosti a naplnění požadavků trhu, stejně jako píše Ing. Heřman:

„Výrobní proces je cílevědomá činnost, která je organizována za účelem tvorby statků materiální i nemateriální povahy s cílem uspokojit požadavky účastníků trhu – spotřebitelů“ (Heřman, 2001, str. 6)



**Obrázek 1** Výrobní proces – zjednodušený

Samotný výrobní proces (Obr. 1) je možné zjednodušeně popsat pomocí tří kroků, které jsou vidět na obrázku 1.

- 1) **Vstupy** – Vstupy jsou veškeré výrobní faktory, které jsou zapotřebí k transformačnímu procesu. Tyto vstupy mohou mít materiální i nemateriální podobu. Tomek a Vávrová navíc dělí výrobní faktory následovně:
  - a. **Elementární** – Jsou fyzickými vstupy, které jsou pro proces nezbytné. Samotné elementární vstupy pak můžeme dělit na:
    - i. **Ponteciální** – Vstupy využívané k transformaci, jako pracovní síla nebo prostředky typu strojů. Tato složka tvoří výkonový potenciál.

- ii. **Spotřební** – Všechny vstupy, které se během procesu přetvářejí ve výsledný produkt, nebo polotovár. Zde bychom našli energie, režijní materiál, suroviny a další.
  - b. **Dispozitivní** – Jedná se o složku informační a řízení. Management výroby, nástroje řízení, know-how.
- 2) **Transformační proces** – Během transformačního procesu dochází k přeměně vstupů na požadované výstupy. Celý proces lze rozdělit do několika fází. Předzhotovující fáze, kde se vyrábí základní díly. Zhotovující fáze, kde se vyrábí podsystémy. Fáze kompletační, kde se vyrábí finální výrobek. Celý proces závisí na mnoha faktorech, jako je množství úkonů, vztahy mezi těmito úkony. Časové a prostorové upořádání a další proměnné výrobního systému.
- 3) **Výstupy** – Výsledkem transformačního procesu je produkt. Obecně produkty rozdělujeme podle toho, zda mají hmotnou, nebo nehmotnou povahu. Hmotné jsou typicky produkty jako potraviny nebo auta. Nehmotné naopak služby. Produkt je primární výstup celého procesu. Vedle toho ale vznikají sekundární výstupy jako odpad.

## 1.2 Efektivita výrobního procesu

Sledování efektivity výrobního procesu je stěžejní pro plánování, řízení výroby a rozhodování o dalších krocích v řízení společnosti. Hlavním ukazatelem efektivity je výrobní kapacita a její využití. Pomocí toho je možné určit, kolik kapacity je společnost schopna využít. Cíl společnosti by měl být, aby procesy byly co nejvíce efektivní a zároveň byla kontrola nad jeho řízením. „Efektivnost vyjadřuje účinnost, s níž jsou využívány vstupní zdroje.“ (Kěřkovský, Vykypěl, 2006, s. 57)

### 1.2.1 Výrobní kapacita

Výrobní kapacita dané výrobní jednotky (stroj, závod, středisko) je maximální objem produkce, který je tato jednotka schopna vyrobit za sledované období (rok, týden, den, hodina). Výrobní kapacita je teoretická veličina. Ukazuje vztah mezi objemem výroby a s tím spjaté výstupy. Výrobní kapacita je ovlivněna převážně fixními vstupy, které jsou v krátkém období neměnné, jako budovy a výrobní zařízení. Proto se výrobní kapacita určuje na základě těchto hodnot. (Synek, Kislíngrová, 2010)

Výrobní kapacita se obvykle vyjadřuje v jednotkách materiálu za časový úsek. Například počet vyrobených automobilů za rok nebo množství vlnité lepenky v m<sup>2</sup> za měsíc apod. Samotnou výrobní kapacitu ovlivňuje mnoho proměnných.

Samotná **kapacita výrobní jednotky** se stanoví jako maximální využití stroje a výrobního zařízení. Pro stanovení se uvažují optimální technické normy, pro dané zařízení, výrobní plochy a stroje. Výkony uvažujeme za standardizovaných a ideálních podmínek, tedy suroviny jsou v požadované kvalitě a je dodržen předepsaný postup. (Grublová, 2001)

Je nutné si uvědomit, o jaké zařízení jde a co vykonává danou činnost. Pro určení kapacity je nezbytné uvažovat jenom hlavní výrobní jednotku a proces. Všechny ostatní podpůrné procesy do kapacity nezahrnujeme. Stejně se kapacita výrobního procesu může v čase měnit spolu se zlepšováním zainteresovaných činitelů

### **1.2.2 Stanovení výrobní kapacity**

Společnosti určují výrobní kapacitu, aby bylo možné určit výrobní možnosti zkoumaného provozu. Spolu s dalšími ekonomickými ukazateli je potom možné určit využití existující kapacity a identifikovat případné rezervy nebo nedostatky. Tento nástroj slouží primárně k plánování a kontrole výkonu podniku. S těmito znalostmi můžeme řešit 2 druhy problémů:

- Nedostatek kapacit – Podnik se dostává do výrobní tísně. Nestíhá plnit závazky zákazníkům a odsouvá termíny dodávek.
- Nadbytek kapacit – Podnik využívá výrobní zařízení pod své možnosti. Dochází k nevyužití potenciálu a růstu jednotkových fixních nákladů.

Výrobní kapacity jsou obvykle stanoveny ve třech krocích. (Staš, 2018)

- 1) Nejdříve je nutné stanovit, jaké výrobní zařízení je předmětem zkoumání. K tomu je nutné vydefinovat činitele ovlivňující toto zařízení. Zpravidla jde o skladbu sortimentu, pracovní prostředky, skladbu procesů, návaznosti a rozmístění. Mezi činitele patří i vnější prostředí, jako poptávka a konkurence.
- 2) Když známe výrobní prostředí a ovlivňující faktory, tak se vypočítá samotná výrobní kapacita. V rámci výpočtu zohledňujeme normy a technické údaje strojů. Pokud určujeme kapacitu většího celku, pak postupuje od jeho základních částí, až se dostaneme ke kapacitě jako celku.

- 3) Třetí krok je retrospektivní, kdy posuzujeme samotné využití vypočítané kapacity a porovnáváme ji s poptávkou nebo samotnými výkony. To slouží k plánování výroby i směřování organizace. V tomto kroku vznikne jeden ze dvou výše popsaných problémů.

### 1.2.3 Časové fondy

Fond pracovního času je hlavní faktor, který ovlivňuje výrobní kapacitu. Kapacitu určíme vzhledem k časovému období. Obvykle měsíc, nebo rok. Proto určuje tak zvaný kalendářní časový fond, z něhož se dále odvíjí nominální a využitelný časový fond. (Obr. 2)

kalendářní časový fond (365 dní, 8760 h) 2010	
nominální časový fond (251 pracovních dní, tj. podle počtu směn 2008 až 6029 h)	nepracovní dny: neděle, soboty, svátky (v roce 2010 119 dní)
využitelný časový fond	plánované prostoje

Zdroj: Synek, 2011, str. 260

**Obrázek 2 Časové fondy výrobního zařízení**

**Kalendářní časový fond – značíme  $T_k$**  – Zahrnuje celkový počet teoreticky využitelných hodin pro práci na daném zařízení. V tomto fondu uvažujeme nepřetržitý provoz v celém časovém období. Kalendářní čas pro roční období je  $365 \times 24 = 8760$  hodin v nepřestupný rok.

**Nominální časový fond – značíme  $T_n$**  – Je kalendářní časový fond ponížený o dny pracovního klidu. Dny pracovního klidu závisí na stanoveném provozním systému konkrétního podniku. Obvykle se jedná o soboty, neděle a svátky. Vliv má také směnnost výrobního systému. Pokud bychom uvažovali třisměnný provoz s běžnými dny volna, tak je nominální časový fond  $251 \times 24 = 6024$  hodin.

**Využitelný časový fond – značíme  $T_p$**  – Nominální časový fond ponížený o plánované a neplánované prostoje. Jednak známe plán odstávek zařízení, ať už jde o údržbu nebo technologicky nutné přerušování výroby. Jednak musíme počítat s nahodilými poruchami výrobního zařízení. Ze zkušenosti známe určitou poruchovost zařízení. Využitelný časový fond by měl být ponížen o všechna známá přerušování výroby, takže i přestávky obsluhy a další. (Altaxo, 2019)

Využitelný časový fond vypočítáme následovně:

$$T_p = T_k \times K_z \quad (1)$$

$T_p$  – využitelný časový fond

$T_k$  – kalendářní časový fond

$K_z$  – koeficient plánovaných prostojů

#### 1.2.4 Výpočet výrobní kapacity

Výrobní kapacita je přímo úměrná **výkonu výrobního zařízení**, ten popisuje Synek: „Výkon výrobního zařízení se vždy uvažuje jako maximální výrobnost za jednotku času, obvykle za 1 hodinu, při normované jakosti a přesném dodržení technologického postupu a jakosti výrobku.“ (Synek, 2011, str. 259) Samotný výkon vyjádříme ve srovnatelných technických jednotkách, jako např. kilogramy, kusy, nebo metry čtvereční.

Pokud známe využitelný časový fond a výkon výrobního zařízení, tak použijeme jeden ze tří vzorců pro výpočet.

- 1) Kapacita v naturálních jednotkách. Tento způsob výpočtu použijeme, pokud se vyrábí jeden druh výrobku nebo výrobky vzájemně převoditelné. (Synek, 2011)

$$Q_p = T_p \times V_p \quad (2)$$

$Q_p$  – výrobní kapacita vyjádřená v naturálních jednotkách

$T_p$  – využitelný časový fond v hodinách

$V_p$  – výkon v naturálních jednotkách za hodinu

- 2) V případě, že se od sebe výrobky liší, nebo mají odlišné nároky na výrobu, tak použijeme k výpočtu kapacitní normu pracovní. Toho využijeme například při obrábění. Kapacitní norma  $t_k$  se vypočte takto: (Synek, 2011)

$$t_k = \frac{t}{k_1 \times k_2} \quad (3)$$

$t$  – norma pracnosti výrobku v nh

$k_1$  – koeficient plnění norem

$k_2$  – koeficient progrese (vyjadřuje růst produktivity práce)

Výrobní kapacitu vypočteme:

$$Q_p = \frac{T_p}{t_k} \quad (4)$$

$Q_p$  – výrobní kapacita vyjádřená v naturálních jednotkách

$T_p$  – využitelný časový fond v hodinách

$t_k$  – kapacitní norma

- 3) Poslední vzorec je pro určení výrobní kapacity výrobních ploch. (Synek, 2011)

$$Q_p = \frac{M}{m} \times \frac{T_p}{d_v} \quad (5)$$

$M$  – celková výrobní plocha  $m^2$

$T_p$  – využitelný časový fond v hodinách

$m$  – kapacitní norma plochy na výrobu 1 výrobku v  $m^2$

$d_v$  – normovaná průběžná doba výroby (kapacitní norma pracnosti) 1 výrobku v h.

### 1.2.5 Využití výrobní kapacity

Pokud známe výrobní kapacitu zařízení, tak můžeme vypočítat, z jaké části ji využíváme. Využití kapacity spočítáme jako poměr vyrobené produkce a maximální výrobní kapacity. Využití vyjde v rozmezí 0 až 1, protože výrobní zařízení nemůže vyrábět nad svou kapacitu. Čím blíže k 1 je výsledné využití, tím lépe je využívána kapacita. (bizfluent.com, 2018)

$$k_c = \frac{Q_s}{Q_p} \quad (6)$$

$k_c$  – koeficient využití výrobní kapacity

$Q_s$  – skutečný objem výroby

$Q_p$  – výrobní kapacita

Obdobně je možné vypočítat rezervu ve výrobní kapacitě. Rezerva ukazuje, jaké množství produkce by mohlo být vyrobeno, pokud by výrobní zařízení bylo

v provozu po celou dobu. Příčiny nízkého využití výrobní kapacity vždy nemusí být podnikem ovlivnitelné. Jsou příčiny jako nedostatek materiálu na trhu nebo nedostatek pracovních sil, které jednoduše neovlivní. Proto by měl podnik provést analýzu rezerv a hledat závislé příčiny. To je obvykle nedostatečné využití pracovních prostředků, nebo špatná organizace práce.

Rezerva  $R_M$  je rozdílem mezi výrobní kapacitou a skutečným dosaženým objemem výroby:

$$R_M = Q_p - Q_s \quad (7)$$

$R_M$  – koeficient využití výrobní kapacity

$Q_s$  – skutečný objem výroby

$Q_p$  – výrobní kapacita

Rezervy můžeme rozdělit na dvě skupiny: (Staš, 2018)

- 1) Intenzivní – Primárně jde o eliminaci neproduktivního času zařízení jako nevhodné pořadí operací, neshodné kusy a další operační chyby
- 2) Extenzivní – Mezi extenzivní rezervy patří hlavně nedostupnost zařízení z důvodu poruch nebo čekání na materiál apod.

### 1.2.6 Současné trendy ve zvyšování výrobní kapacity

V současné době se podniky zaměřují převážně na zvyšování koeficientu využití výrobní kapacity. Tak aby se co nejvíce blížil hodnotě 1, tedy 100 % využití výrobní kapacity. Víme už, že tento stav není dosažitelný, protože v každém výrobním procesu nastávají neočekávané problémy a to ať jsou podnikem ovlivnitelné, nebo nikoliv.

Nejvíce aktuálním trendem je zavádění tak zvané **Štíhlé výroby** neboli **LEAN**. „Termín LEAN je používán k popisování výroby, nebo služby, která operuje s malým, nebo žádným odpadem. To dělá operace velmi efektivní a náklady jsou vynaloženy pouze na kroky, které přinášejí přidanou hodnotu“ (leanmanufacture.net)

Rozvoj teorie Štíhlé výroby pochází z Japonska, jeho začátek je velmi často spojován s firmou Toyota, která začala v polovině 20. století rozvíjet metodu Toyota Production System (TPS) Po velkém úspěchu se rozšířil i do dalších zemí a hlavně

USA. Byl primárně využíván v podnicích se sériovou výrobou jako například automobilky. Postupně se tak zvané lean myšlení rozšířilo do téměř všech odvětví. (Liker, 2007)

První princip štíhlé výroby je omezení **plýtvání**, to vede k lepšímu využití zdrojů a lepšímu využívání výrobní kapacity. To bylo zmíněno výše. Podnik tak vyrábí produkty s vyšší přidanou hodnotou a maximalizuje svůj zisk, nebo má konkurenční výhodu. V pojetí štíhlé výroby mluvíme o 7 druzích plýtvání: (Liker, 2007)

- Transport – Omezit jakýkoliv pohyb, který není zapotřebí k dokončení výrobního procesu. Pohyb navíc je plýtvání.
- Zásoby – Výrazně vyšší zásoby přináší zbytečné náklady a plýtvání.
- Pohyb – Pohyb, který není nezbytný, je plýtvání.
- Čekání – Pokud stroj, nebo pracovník čeká, tak ztrácí čas a to je plýtvání.
- Nadvýroba – Výrobu navíc obvykle zákazník nezaplatí a proto je to plýtvání.
- Nadbytečné zpracování – Pokud podnik dělá aktivity, které zákazník nechce, tak zbytečně plýtvá.
- Zmetky – Výroba zmetků nepřináší žádnou hodnotu, proto je to plýtvání.

Druhým základním principem štíhlé výroby je **princip tahu**. Myšlenka tohoto principu spočívá v zahájení prací až potom, že někdo projevil zájem o výsledky dané aktivity. Díky tomu se nevyrábí nepotřebné produkty, které by se hromadily na skladu, nebo pracovní ploše.

Princip tahu vyžaduje zvýšené nároky na plánování pracovního času jednotlivých operací, tak aby byl průběh výroby plynulý. V praxi se zavádí systém KANBAN, japonský výraz pro kartičku. Systém funguje tak, že pracoviště předává kartičku s požadavkem na pracoviště předchozí. To začíná svoji činnost, právě na základě této kartičky. (businessinfo.cz, 2010)

Zmíněné dva principy zavádí teorie Štíhlé výroby v několika různých metodách. Mezi ně patří:

- 5S
- Kaizen



- Just in Time
- TPM
- SMED
- DMAIC

Metoda **5S** je standardizační metoda, která pomáhá vytvářet čisté a organizované pracoviště. Metoda 5S není jen vytvořením čistého pracovního prostředí, ale díky tomu je možné i eliminovat čas hledání nástrojů, čekání. Stejně tak zaručuje vyšší kvalitu produkce a předchází neshodám, které mohou být způsobeny zamícháním produktů. Tato metoda vizuálního managementu se skládá z pěti kroků, které jsou:

- Setřít – Cílem je roztřídit předměty na pracovišti podle toho, jak často jsou potřeba a jak jsou objemné.
- Srovnat – Setřizené předměty jsou nově umístěny na základě toho, jak jsou potřeba. Umístit je co nejbližší jejich používání. Pokud nejsou potřeba, tak je odstranit.
- Stále čistit – Uklidit celé pracoviště do perfektního stavu a úklid pravidelně opakovat.
- Systematizovat – Vytvořit rutinu kontroly a čištění pracovního prostředí. Vizuálně ukázat, kam jaký předmět patří. Pak je vidět na první pohled, zda nechybí.
- Standardizovat – Zavést nově vytvořené pracovní prostředí jako standart. Vyžadovat dodržování standardu.

**Kaizen** je metoda průběžného a neustálého zlepšování. Kaizen by měl být aplikován po napříč celým podnikem, aby se všechny části zlepšovaly a pozitivně ovlivňovaly i zbytek systému. Zavádění pravidelných a menších změn má dlouhodobě vyšší úspěšnost. Kaizen má několik zásad:

- Každé zlepšení by mělo mít pozornost.
- Kaizen by měl být otevřený pro všechny pracovníky, aby mohli přinést své zkušenosti. Zaměřit se na týmovou práci.

- Zlepšování musí být podporováno shora, tedy od vedení podniku. Motivovat pracovníky. (svetproduktivity.cz)

Metoda **Just in Time** známá také jako JIT, je velmi známá a to hlavně pro své rozšíření v automobilovém průmyslu. V překlad „právě v čas“ vystihuje způsob, jak funguje a co má přinášet. Cílem této metody je dosáhnout stavu, kdy je na pracovišti, nebo nejlépe v celém areálu podniku pouze nezbytný materiál. Chceme zde mít pouze materiál právě zpracováváný, nebo určený k neprodlené spotřebě. V některých případech se tvoří zásoba na pouhých několik hodin provozu výrobních zařízení. Současně je nutné is uvědomit i rizika, které přináší takový způsob fungování. Hlavním přínosem Just in Time je snížení nákladů na skladování, skladovací plochy, pracovní prostory. Nemáme žádné nadbytečné zásoby. V této metodě je vidět propojení dvou základních principů štíhlé výroby. Snížení plýtvání a princip tahu. (lean-manufacturing-japan.com)

„**TPM** z původního Total Productive Maintenance je holistický přístup k údržbě zařízení, které se snaží dosáhnout perfektní produkce. Bez prostojů, bez zastávek a zpomalení, bez zmetků, bez nehod.“ (leanproduction.com)

Z předchozího popisu TPM je jasné, že se tato metoda zabývá údržbou strojů a náčiní na pracovišti. Důležitý je zde holistický přístup metody. Ta se snaží do procesu údržby zapojit, vedle samotných údržbářů, také všechny ostatní pracovníky. Různí pracovníci mají rozdílné technické znalosti a proto je potřeba těchto znalostí a zlušeností využívat. Hlavní způsob naplňování metody je prevence. Využívá analýzy preventivní údržby k vytváření požadavků na údržbu a dbá na to, aby tyto požadavky byly řádně naplněny. Metoda je prováděna pracovníky výroby, ale je zde nezbytná podpora vedení společnosti. Požadavek musí jít opet shora.

**SMED** je metoda zaměřující se na zkrácení doby seřizování. S rostoucí velikostí výrobního portfolia a zmenšováním sérií se klade větší důraz na zkracování seřizovacích časů. Tento čas je totiž neproduktivní, nemá výslednou přidanou hodnotu a je proto plýtváním. SMED má tři kroky:

1. Rozdělit jednotlivé kroky seřizení na interní a externí seřizení. Interní je nutné dělat při vypnutém zařízení. Externí je naopak možné udělat za chodu zařízení.

2. Redukovat interní seřízení pomocí optimalizace provedení úkonů. Může jít o technické zlepšení, novou techniku manipulace apod.
3. Zlepšení celkového průběhu seřizování. Pečlivé proškolení pracovníků, organizace pracoviště, organizace pracovních činností. (svetproduktivity.cz)

„Metoda **DMAIC** vznikla v souvislosti s rozvojem neustálého zlepšování, zvyšování úrovně kvality, bezpečnosti, ochrany životního prostředí. Jedná se o zdokonalený PDCA cyklus.“ (svetproduktivity.cz)

DMAIC je hlavně nástrojem pro zlepšování kvality. Samotná metoda se skládá z pěti fází:

- D – Definovat – V první fázi je nutné sehnat všechny dostupné informace a popsat proces. Následně se definuje problém a plán, jak tento problém odstranit. Je důležité popsat cíl i jak ho dosáhnout.
- M – Měřit – Během definování jsme nastavili cíl. Během zlepšování je nutné měřit postup, abychom mohli později zhodnotit průběh zlepšení.
- A – Analyzovat – Změřené hodnoty se analyzují. Výsledkem analýzy by měl být potenciál definované změny. Zjistíme, zda se opravdu řeší správně, nebo původní definice byla milná. Může být určena nová příčina problému.
- I – Zlepšení – Během fáze zlepšování se přenastavují parametry procesu. Cílem je odstranit skutečné příčiny, vyzkoušet řešení a uvést ho do praxe.
- C – Kontrola – Pokud byl problém odstraněn, tak chceme zavedené změny jednak udržet, jednak kontrolovat zda i nadále plní požadavky zákazníka

### 1.3 Zásoby

Zásoby jsou nezbytným prvkem ve všech výrobních organizacích. Zásoby popisuje Buchta: „Určité množství materiálu, které je v daném časovém okamžiku k dispozici v daném podniku.“ (Buchta, 2008, str. 48)

Zásoby jsou oběžným majetkem krátkodobého charakteru (doba obrátky by neměla překročit 1 rok). Výrobní zásoby rozdělujeme podle úrovně jejich zpracování:

**Materiál** je základní vstup do výrobního procesu. Jde o všechny materiály, které jsou během výrobního procesu přeměněny na výrobky. Do materiálu řadíme také

pomocné látky a náhradní díly. Do skupiny materiálu zahrnujeme i vstupy pro vedlejší a podpůrné procesy jako balení nebo administrativní činnost.

**Nedokončená výroba** je stav materiálu, na kterém byl zahájen transformační proces, ale nebyl dokončen.

**Polotovary** jsou částečně zpracované produkty. Nebyly dokončeny, ale během výrobního procesu budou dokončeny a přeměněny na hotové výrobky.

**Hotové výrobky** jsou všechny dokončené výrobky. Ty jsou určeny k obchodní činnosti nebo vlastní spotřebě.

### 1.3.1 Klasifikace zásob

Zásoby členíme podle různých hledisek. Rozlišujeme stupeň zpracování, funkci a použitelnost.

Stupeň zpracování nám dělí zásoby podle jejich stavu na následující skupiny: (Žižka, Maršínová, 2008)

- Materiál (všechny suroviny a materiály pro hlavní i vedlejší výrobní činnost, včetně náhradních dílů pro opravy, obalů a dalších potřeb)
- Rozpracované výrobky (polotovary, nedokončená výroba, všechny další zásoby, které jsou v určité fázi zpracování a budou dokončeny)
- Hotové výrobky (zásoba vlastních výrobků, které jsou určeny k prodeji nebo vlastnímu použití)
- Zboží (obchodní zboží jsou zásoby, které byly nakoupeny za účelem dalšího prodeje)

Naopak v operativním řízení rozlišujeme zásoby podle jejich funkčního členění: (Žižka, Maršínová, 2008)

- Běžná zásoba je zásoba vykrývající běžnou spotřebu výroby mezi jednotlivými dodávkami.
- Pojistná zásoba předchází vyčerpání běžné zásoby v případě nečekaného výkyvu. Ten může přijít na straně vstupu, kdy se sníží velikost dodávky, i na straně výstupu, kdy vzroste poptávka.

- Zásoba pro předzásobení se vytváří v očekávání velkého výkyvu dodávek nebo poptávky. Pomocí této zásoby vykrýváme například sezonnost.
- Vyrovnávací zásoba se vytváří mezi jednotlivými dílčími výrobními procesy a to za účelem zajištění materiálu pro výrobní zařízení. Předchází se tak zastavení výroby v případě poruchy na předchozím článku.
- Strategická zásoba zajišťuje materiál pro případ krize na trhu.
- Spekulativní zásoba je vytvářena, aby využila dočasného poklesu cen materiálu. Podnik se snaží této aktivity využít ke zvýšení vlastního zisku.
- Technologická zásoba je nezbytná v rámci některých výrobních procesů, ve kterých musí působit čas, aby výrobek dosáhl požadované jakosti. Například zrání vína nebo sýra.

### 1.3.2 Náklady na zásoby

Náklady na zásoby můžeme rozdělit na náklady spojené se samotným pořízením a na náklady udržení zásob. Posledním typem možných nákladů jsou náklady z chybějícího materiálu, tedy ušlý zisk, který vznikne nevyrobením dané produkce.

**Objednací náklady** jsou přímo spojitelné náklady na pořízení dodávky zásob. Jsou to veškeré náklady spojené s přípravou, přepravou, přejímkou, kontrolou, stejně tak jako zaskladněním. V poslední řadě samotné náklady na dodaný materiál.

Velmi důležité jsou **náklady na udržení zásob**, které ovlivňují operativní náklady výroby. Udržení zásob se skládá ze tří složek: (Horáková, Kubát, 1999)

- 1) Náklady z vázaného kapitálu v zásobách je nezbytná složka nákladů, kterou by měl podnik také sledovat. V tomto případě nelze náklady určit pomocí přímého přiřazení ceny za materiál nebo jiné služby, proto se náklady určují pomocí ušlého zisku z daného vázaného kapitálu. K výpočtu použijeme hodnotu průměrných zásob, které podnik drží. Z nich pomocí míry zhodnocení jiným způsobem zjistíme, o jakou příležitost zhodnocení podnik přichází. Minimální zhodnocení je úroková míra, kterou nabízí banka na termínovaném vkladu. V praxi má ovšem každý podnik určené očekávané zhodnocení kapitálu, proto se použije tato míra zhodnocení. Protože financování podniků je kombinací vlastního a cizího kapitálu, tak k určení nákladů na kapitál používáme ukazatel WACC – průměrné náklady kapitálu.

- 2) Druhou složkou jsou náklady na skladový prostor, další náklady spojené s uložením zásob. To je provozování skladu, evidence zásob. Jsou to všechny náklady na budovy, energie, pracovníky skladu, stroje a výpočetní techniku. Často zásoby necháváme pojistit pro případ nehody nebo znehodnocení. Náklady jsou jednak fixní, na provoz samotné budovy skladu, a pohyblivé, to na lidi a další části proměnlivé dle velikosti zásob.
- 3) Třetí složka nákladů na zásoby vychází z rizika ztráty hodnoty. Důvodů může být mnoho. Může jít o ztrátu jakosti jako zkažení nebo zestárnutí zboží. Poptávka na trhu se neustále mění, proto vzniká riziko, že zboží bude neprodejné. Riziko hrozí interní, v případě změny výrobního programu by mohlo dojít k nadbytečnosti materiálu. Tato rizika závisí na délce skladování a s časem se přirozeně zvyšují.

Náklady na zásoby jsou neodmyslitelnou částí nákladů na celý výrobní proces. Některé náklady, jako například náklady z vázaného kapitálu, jsou ovšem často opomíjeny. Mělo by být počítáno se všemi složkami nákladů a podle toho by měla být optimalizována výše průběžných zásob, aby náklady byly co nejnižší při zajištění hladkého průběhu všech operací.

### 1.3.3 Vážené náklady kapitálu

Vážené náklady kapitálu, známé jako WACC, jsou výpočtem pro určení, kolik podnik stojí jeho kapitál. To je možné použít například na určení nákladů na vázaný kapitál zmíněný v předchozí kapitole. V dnešní době je běžné kombinovat vlastní a cizí kapitál pro optimalizaci těchto nákladů. K tomu slouží tento výpočet: (investopedia.com, 2019)

$$WACC = \frac{E}{V} \times Re + \frac{D}{V} \times Rd \times (1 - Tc) \quad (7)$$

Re – náklady vlastního kapitál

E – objem vlastního kapitálu

V – celkový kapitál

Rd – náklady na cizí kapitál

D – objem cizího kapitálu

Tc – sazba z daně z příjmu (daňový štít)

## **2 Analýza současného stavu výrobních kapacit vybraného pracoviště**

Následující kapitola bude zaměřena na popis společnosti a rozbor zkoumaného pracoviště. Výrobní technologie byla popsána již v předchozí kapitole. Zde bude popsán současný stav a konkrétní podmínky.

### **2.1 THIMM Obaly**

Společnost THIMM The Highpack Group je německá rodinná firma s dlouholetou tradicí, která se datuje až k roku 1949. Od té doby se z jedné dílny na zpracování vlnité lepenky rozrostla na celkem 19 závodů, které jsou umístěné v Německu, Polsku, Česku, Rumunsku a také v Mexiku.

Společnost působí na trhu s obalovým materiálem a zabývá se výrobou a zpracováním vlnité lepenky. Vyrábí prodejní obaly do obchodů, pro marketing, ale také celé balicí systémy. Tyto aktivity doplňuje o profesionální tisk, pre-print a také poradenství v oblasti balení a brand representing. Společnost je rozdělena do divizí podle jejích aktivit.

THIMM nabízí kompletní službu pro své zákazníky, kteří firmě důvěřují a pravidelně se vrací se svými novými projekty. Pro zákazníky, lépe říci partnery, je důležité, že firma THIMM nabízí řešení nejen pro klasické pultové obaly, ale také konkrétní řešení pro reklamní účely jako obaly na exhibice, prodejní a reklamní displaye do obchodů. Kompletní služby tak zahrnují celkové řešení od návrhu obalu na konkrétní produkt, přes vývoj až k samotné výrobě. Za úspěch mluví čísla jako roční obrát v ČR 57 mil. € a podíl 16 % na českém trhu. (výroční zpráva THIMM Obaly, 2018)

THIMM začal působit v České republice v rámci svého strategického rozšiřování působení na východ. Nejdříve byla založena pobočka na východě Německa a vzhledem k úspěchu této pobočky byl další krok jednoduchý. Založit dceřinou společnost v ČR. Tak vznikla v roce 1994 firma THIMM Obaly (Obr. 3) a začala výstavba nového závodu ve Všetatech. (thimm.cz, 2019)

Firma THIMM zahájila svou výrobu v květnu 1996 a blíží se tak její 25. výročí provozu. Výroba byla z počátku zaměřena pouze na zpracování dovezené vlnité lepenky z ostatních závodů. To ovšem přinášelo řadu problémů. Hlavně dlouhou dobu dodání a vzhledem k zahraničnímu transportu hraniční kontroly, které proces

také prodlužovaly. Proto v roce 2000 byl nainstalován vlastní zvlňovací stroj, který z pobočky ve Všetatech udělal soběstačný výrobní závod.



Zdroj: THIMM Obaly k. s.

### **Obrázek 3 THIMM Obaly k. s. ve Všetatech**

Během 25 let fungování prošla firma celou řadou rozšíření. Mezi ta hlavní patří zavedení zvlňovacího stroje, instalace stroje na vysoce kvalitní předtisk archů vlnité lepenky, postupná automatizace výrobních zařízení, rozšíření budovy o nový sklad nebo digitální tiskový stroj pro potisk archů i celých rolí papíru. Právě modernizace a zaměření na aktuální trendy odvětví vedlo k dlouhodobému úspěchu.

Svoji vůli nejen držet, ale udávat směr v rozvíjení oboru dokazuje nejen zmíněnou modernizací a zaváděním nových technologií, ale také zvyšováním standardů a certifikace. Firma je držitelem několika certifikátů z oblastí udržitelnosti, kvality a hygieny, protože firma vyrábí obaly i pro potravinářské odvětví. Těmi jsou:

- ISO 9001:2015 – Certifikát ověřuje zvládnutí managementu kvality a to hlavně po stránce udržitelnosti dosahování kvality. Certifikace zaručuje i další aspekty podnikání, jako dodržování zákonů.
- BRC – British Retail Council, se zaměřuje hlavně na standardy potravin a zboží, jak s nimi nakládat a jak je balit. Proto zaručuje kvalitu v těchto oblastech pomocí několika certifikátů. THIMM Všetaty je certifikován pro



práci s potravinami. Tím zaručuje, že používá zdraví nezávadné látky (barvy, laky, lepidla) a dodržuje pravidla hygieny ve výrobním prostředí.

- FSC – certifikační systém zaměřený na odpovědné a udržitelné nakládání se dřevem. Od roku 1993, kdy byl založen, se rozšířil po celém světě. Tento certifikát by měl zaručovat, že dřevo použité pro výrobu papíru bylo použito z ověřitelných zdrojů.

„Certifikace FSC představuje důvěryhodný systém, za prvé lesní certifikace a za druhé certifikace spotřebitelského řetězce s celosvětovou působností. Díky své transparentnosti, otevřenosti všem zájmovým skupinám a díky striktním sociálním a ekologickým standardům má FSC podporu největších environmentálních organizací jako WWF, Friends of the Earth nebo Greenpeace, stejně jako velkých obchodních řetězců, jako je Hornbach, IKEA, B&Q či Home Depot.“ (czechfsc.com, 2019)

## **2.2 Průmyslové odvětví vlnité lepenky**

Vlnitá lepenka se od svého objevení stala velmi oblíbeným obalovým materiálem. Dnes se jí vyrobí přibližně 43 bilionů m<sup>2</sup> a zabalí se do ní okolo 75 % zboží, ať už se jedná o prvotní, druhotný, nebo terciální obal.

Vlnité lepenky předcházela lepenka hladká, kdy se plošně slepovaly jednotlivé vrstvy papíru. Ta byla ovšem nahrazena lepenkou vlnitou, protože skvěle nahrazuje dobré vlastnosti a eliminuje nedostatky lepenky hladké. Hlavními přednostmi vlnité lepenky je odolnost proti nárazu. Ten obvykle způsobí deformaci vlny a tím se snižuje riziko poškození obsahu obalu. U lepenky se poté sledují hlavní tři technická kritéria, která ji specifikují a do jisté míry určují i její využití. Těmi jsou průtlak, průraz a hranová pevnost.

„Ve srovnání s ostatními lepenkami, má vzhledem k tloušťce, nejnižší objemovou hmotnost a tím relativně podstatně nižší spotřebu materiálu... Má velmi dobré obalové vlastnosti, především tlumící schopnost a pružnost, při poměrně velké stabilitě... K přednostem také patří stejnoměrná tloušťka a rovinnost...“ (Macháň, 1999, str. 95)

Jak bylo zmíněno vlnitá lepenka má široké uplatnění nejen v současném obalovém průmyslu, ale i marketingu, učení a designu. Příkladem může být příslušenství

k herní konzoli. (Obr. 4) Stále probíhá rozmach v používání reklamních displejů, personifikovaných obalů a všelijakých objektů z vlnité lepenky.



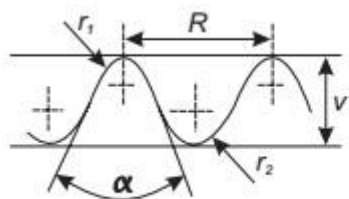
Zdroj: THIMM Obaly k. s.

**Obrázek 4 Nintendo LABO od THIMM**

### **2.1.1 Základní struktura vlnité lepenky**

Vlnité lepenky se dnes vyrábějí v širokém výběru možností, tak aby přesně vyhovovaly jejich finálnímu užitku. Abychom se orientovali ve velkém množství kombinací, tak je zaveden jednoduchý systém značení vlnitých lepenek, který charakterizuje základní vlastnosti a strukturu popisované lepenky. Různých mechanických vlastností dosáhneme kombinováním druhů papíru, počtu jeho vrstev a geometrií vlny. Pomocí příměsí v papíru navíc můžeme dosáhnout dalších vlastností výsledného obalu. Jako například vysoký lesk, nebo vyšší odolnost proti nečistotám.

Primární značení je postaveno na základě geometrie vlny, ta ovlivňuje základní mechanické vlastnosti vlnité lepenky. Sledované proměnné (Obr. 5) zmiňuje Ing. Macháň „Geometrie vlny se rozlišuje podle rozteče vzdálenosti vrcholů (určující počet vln na jeden metr), výškou vlny a tvarem vlny (pohybující se mezi sinusoidou a klínem V)” (Macháň, 1999, str. 105)



Geometrie vlny:  
 $R$  - roztečná vzdálenost vln  
 $v$  - výška vlny  
 $r_1$  - poloměr vrchní vlny  
 $r_2$  - poloměr spodní vlny  
 $\alpha$  - úhel, který svírají bočnice vlny

Zdroj: Výroba obalů II (Macháň, str. 106)

### Obrázek 5 Geometrie vlny

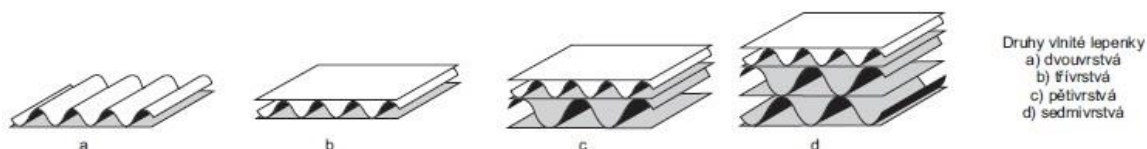
Jednotlivé typy vln jsou značeny pomocí písmen. Značení dnes skrývá již standardizovanou geometrii. Přestože to logicky nabádá, že budou vlastnosti se zkratkou abecedně seřazeny, není tomu tak. Jednotlivé druhy byly zaváděny postupně, a tak byla zaváděna písmenná označení. Ta jsou už ustálena a proto tak zůstala. Hlavními proměnnými jsou rozteč vlny a výška vlny. Mezi nejrozšířenější patří vlny typu E, B, C (Výroční report fefco, 2018) Existuje celá řada dalších méně rozšířených vln a dokonce vlny, které si nechají výrobci připravit jen pro své potřeby. (Tab. 1)

Tabulka 1 Základní druhy lepenek

Značení	Rozteč vlny	Výška vlny	Tloušťka lepenky
<b>E</b>	3,38 mm	1,0 – 1,8 mm	1,2 – 2,0 mm
<b>T</b>	4,7 – 4,9 mm	1,6 – 2,3 mm	1,8 – 2,5 mm
<b>B</b>	5,5 – 6,5 mm	2,2 – 3,0 mm	2,4 – 3,2 mm
<b>C</b>	6,8 – 7,9 mm	3,2 – 3,9 mm	3,4 – 4,2 mm
<b>E/E</b>	-	2,2 – 3,6 mm	2,4 – 3,8 mm
<b>E/B</b>	-	3,2 – 4,8 mm	3,8 – 5,4 mm
<b>C/B</b>	-	5,4 – 6,9 mm	6,0 – 7,5 mm

Zdroj: TTS THIMM

Další na první pohled viditelnou vlastností vlnité lepenky je počet vrstev papíru. Nejrozšířenějším druhem je třívrstvá lepenka. Nabízí ideální kombinaci ochrany, váhy, objemu a ceny. Další kombinace můžou být od dvou vrstev, (Obr. 6) s jednou vlnou aby šlo ještě o vlnitou lepenku, až do devíti vrstev papíru. Přesto v praxi je rozšířená lepenka třívrstvá a pětivrstvá. Ostatní vlny jsou spíše unikátem, jelikož pozbývají širšího užití.



Zdroj: Výroba obalů II (Macháň, str. 106)

### **Obrázek 6 Druhy lepenek**

Značení třívrstvých lepenek je základem pro značení vícevrstvých lepenek. Dochází k jednoduché kombinaci značení jednotlivých typů vln. Pořadí vln není náhodné. Pokud bychom mluvili o lepence EB, tak víme, že vlna E bude vnější a vlna B bude vnitřní. To si můžeme jednodušeji představit na složené krabici. Vlny se dají kombinovat v podstatě libovolně. Přestože značení je jednoduché a intuitivní, tak bylo zavedeno značení pětivrstvých lepenek, kdy získávají kombinace další označení. Např. lepenka EE se značí Q; EB se značí X. V praxi se setkáme s oběma způsoby značení.

### **2.1.2 Vlastnosti vlnité lepenky**

Vlnitá lepenka stejně jako jiné materiály je charakterizována technickými vlastnostmi. Úplně nejzákladnější jsou plošná hmotnost a výška lepenky. Plošná hmotnost je součtem hmotností jednotlivých použitých papírů s lepidla. Zvlněné vrstvy se navíc násobí koeficientem zvlnění 1,3. Plošná hmotnost se uvádí v gramech na metr čtvereční. Výška lepenky je naopak odvozena od typu vlny. Je to tedy součet výšky vlny a tloušťky papíru v nezvlněných vrstvách. Výšky lepenky můžeme vidět v tabulce 1. Výška se uvádí v milimetrech.

Vedle těchto dvou základních vlastností se sleduje hranová pevnost lepenky v tlaku a pevnost lepenky v průtlaku. Hodnoty těchto vlastností se dají odhadnout na základě vstupních materiálů, jako druh papíru popsany níže, a typu lepenky. V praxi

se ale pravidelně kontrolují pomocí testů na konkrétních vzorcích, aby byla dodržována požadovaná kvalita.

Hranová pevnost lepenky v tlaku (TTS THIMM, 2018), jinak také označována jako ECT – Edgewise Cruch Test, se uvádí v kN na metr. Test se provádí pomocí lisu na vzorcích o rozměru 2,5 x 10 cm.

Pevnost lepenky v průtlaku, neboli Berstdruck z němčiny, se uvádí v kPa. Testy se provádí pomocí přístroje, který postupně tlačí silikonovou kuličku na vzorek.

Tyto technické vlastnosti a hodnoty se dají použít k určení pevnosti výsledného obalu. Pevnost výsledného obalu je ale navíc ovlivněna různými úpravami, jako například perforace, otvory ve stěnách nebo poškození plochy lepenky. Proto se testuje vzorek pomocí BCT – Box Crush Test. V tomto testu se vkládá celý hotový obal do lisu a testuje se pevnost v tlaku. Tato zkouška se uvádí v Newtonech a můžeme pomocí ní zjistit nosnost obalu.

Testy jsou zásadně prováděny v laboratoři na vyklimatizovaných vzorcích, které zde leží alespoň 24 hodin. Podmínky v laboratoři musí být  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  a relativní vlhkosti  $50\% \pm 2\%$

### 2.1.3 Papír

Papír je hlavní vstupní materiál pro výrobu vlnité lepenky a přímo ovlivňuje vlastnosti výsledné vlnité lepenky. Cílové vlastnosti se dají docílit pomocí různé geometrie stavby, jak bylo popsáno výše, přesto je papír hlavním činitelem. Základní kvality papíru jsou jeho plošná hmotnost, typ papíru a složení. Vliv na jeho vlastnosti mají například různá aditiva anebo laky. Používané papíry dělíme podle jejich určení na papíry pro krycí vrstvu a zvlněnou vrstvu. Přestože mají své určení, tak v některých případech jsou i tyto papíry zaměňovány. Rozlišujeme krycí a zvlněný papír.

**Krycí papír**, běžně nazývaný deka, protože není zvlněný, je primárně určený pro krycí vrstvy lepenky. Má vyšší plošnou hmotnost, standartně od 100 do 300 g/m<sup>2</sup>, a používá se v přírodní hnědé, nebo bělené verzi. Krycí papír může být upraven nátěrem povrchu, aby došlo k zlepšení jeho tiskových vlastností při dalším zpracování. Úprava nátěrem uzavře povrch papíru a zabraňuje tiskové barvě do hloubky penetrovat vrstvu papíru. Tisk je pak i při menším použití barvy ostrý.

- Krafliner – Vysoce kvalitní krycí papír s podílem primárních vláken alespoň 80 %. Jedná o buničitý, sulfátový papír v přírodní hnědé, nebo bělené verzi.
- Starliner – Středně kvalitní papír kombinující vlastnosti Kraflineru a Testlineru. Je tvořen v poměru 60/40 primárními vlákny a sběrovým papírem. Nabízí skvělé mechanické vlastnosti a při nižší ceně.
- Testliner – Papír nízké jakostní třídy, který je tvořen ze 100 % sběrovým papírem. Papír s dobrými mechanickými vlastnosti, není však vhodný pro složitější tiskové úpravy a pro použití v náročných podmínkách.

**Zvlněný papír** pro zvlněnou vrstvu lepenky má také své specifické požadavky. Je to dané způsobem jeho zpracování a také určením. Nemá tak vysokou plošnou hmotnost, typicky se vyrábí v plošné hmotnosti od 80 do 180 g/m<sup>2</sup>. Má menší, ale ne zanedbatelný, vliv na mechanické vlastnosti lepenky.

- Multiflute – kvalitnější papír pro zvlněnou vrstvu, spojuje vlastnosti sběrového papíru a primárních vláken
- Wellenstoff – levnější papír z recyklátu ze sběrového papíru

#### **2.1.4 Nákládání s papírem**

Papír se převáží a skladuje v podobě rolí, které se skládají tak, aby vždy role stála na čele. Předchází se tak jejímu znehodnocení. Pokud by role dlouhodobě stála takzvaně naležato, mohlo by dojít k jejímu zploštění, působením vlastní váhy. Navinutá role važí až 3,5 tuny. Zmíněný způsob skladování také umožňuje snadno manipulovat s rolemi pomocí těžkotonážního vozíku s čelistmi a zaručuje také bezpečnost při skladování. Nemůže dojít k samovolnému valivému pohybu role a umožňuje skládat role na sebe, a tak uskladnit více materiálu.

Prostor pro skladování papíru by měl mít stálou teplotu a vlhkost. Je totiž vhodné, aby role měla stejnou vlhkost na vnějších i na vnitřních vrstvách. Pokud by rozdíly ve vlhkosti byly příliš veliké, mohlo by to negativně ovlivnit kvalitu vyrobené vlnité lepenky. Mohlo by docházet k nekvalitnímu slepu nebo pokroucení výsledného produktu.

## 2.3 Výroba vlnité lepenky

Výroba vlnité lepenky se za dobu své existence vyvinula ve velmi přesnou a technicky náročnou činnost. Nároky na přesnost se stále zvyšují, převážně z důvodu pokračující automatizace. Stále více výrobců zavádí automatické balicí linky, které vyžadují velmi kvalitní a přesné obaly, již malé odchylky v prohnutí nebo špatné slepení lepenky může způsobit problémy s nastavením balicí linky nebo dokonce její zastavení.

### 2.3.1 Zařízení na výrobu vlnité lepenky

Vlnitá lepenka se dnes vyrábí pomocí specializovaných zařízení (WPA), které nazýváme zvlňovací stroje. Protože zvlňovací stroj vyrábí nekonečný pás vlnité lepenky, tak je tento stroj doplněn řezným zařízením, které pás rozděluje na archy požadovaných rozměrů. Vzhledem k tomu, jak jde o velmi rozšířený produkt, tak se samotnou výrobou vlnité lepenky v Evropě zabývá pouze 384 firem, které provozují 648 závodů. (fefco.org, 2019) Ještě méně firem vyrábí tyto stroje. Ve sledovaném závodě je instalovaný stroj zkombinovaný z částí od dvou výrobců, Italské firmy Fosber a německé firmy BHS. (Obr. 7)

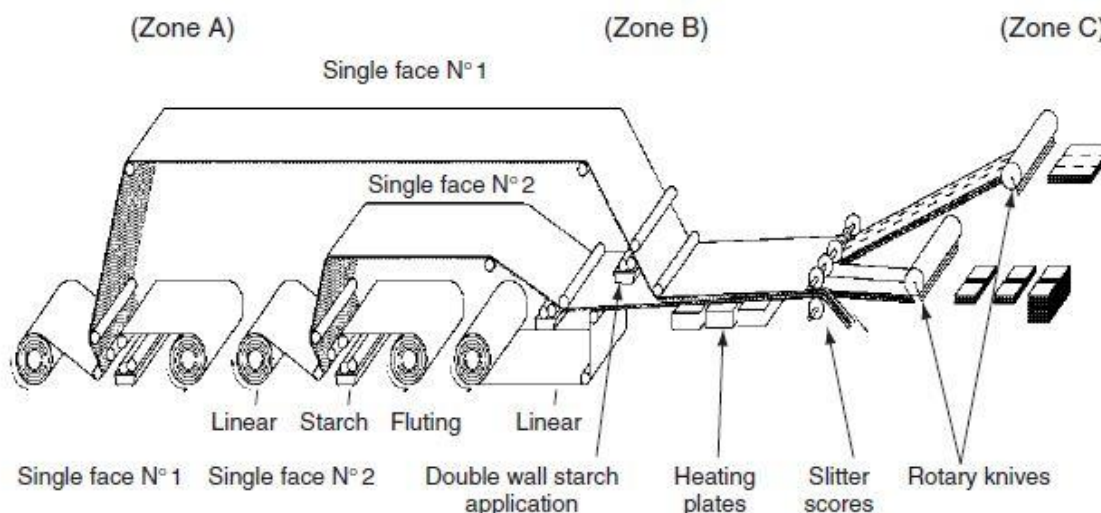


*Obrázek 7 Zvlňovací stroj*

### 2.3.2 Postup výroby vlnité lepenky

Výroba vlnité lepenky se rozděluje na dvě části, tak zvanou „mokrú část“ a „suchou část“. Ty se dál dělí na několik fází. Základem je výroba jedné či více otevřených

dvouvrstvých lepenek, které jsou následně spojeny a uzavřeny poslední krycí vrstvou. Následuje sušení a řezání na požadované rozměry. (Obr. 8)

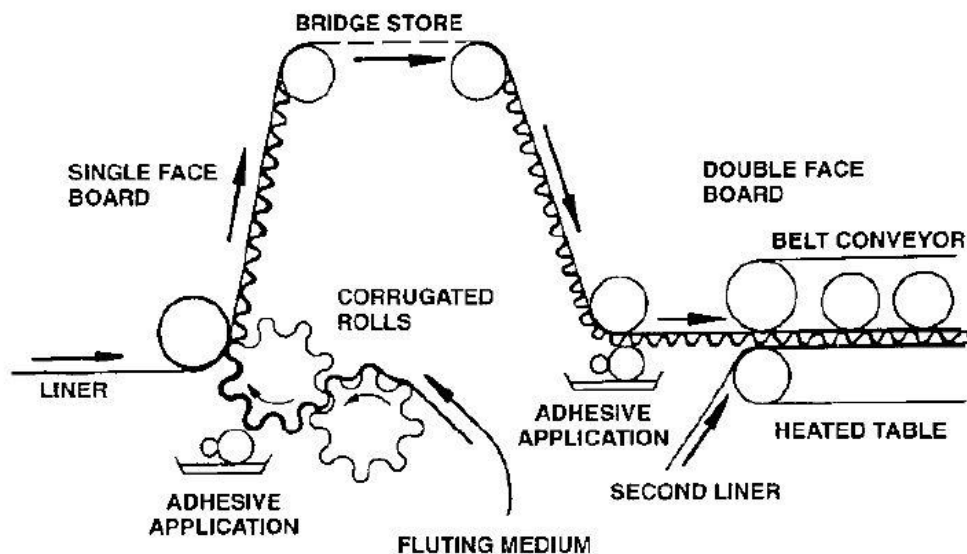


Zdroj: Paper and Paperboard Packaging Technology, str. 336

**Obrázek 8 Schéma výroby pětivrstvé vlnité lepenky**

Na úplném začátku jsou připraveny role papíru do odvíjecích stojanů. (Obr. 11) Z nich se poté přes napínací válce odvíjí pás zvlňovacího papíru do zvlňovací stolice. Ta je skryta v izolované kabině (Obr. 10) z důvodu hluku a používání vysokých teplot při zpracování. V kabině je uloženo několik stolic pro různé typy vlny. Uložení přímo v kabině dovoluje udržovat stolice nahřáté a rychle je vyměnit. Zvlňovací stolice je soustava dvou ozubených válců, které jsou zevnitř vyhřívány párou na cca 180 °C při tlaku přibližně 60-70 atmosfér. Touto stolicí projíždí papír a je tvarován. (Obr. 9) „Zvlňování papíru je postup, kterým se papír zvlňuje soustavou dvou vyhříváných zvlňovacích válců. Vynález se přisuzuje Američanovi J. Jonesovi (r. 1871)...“ (Macháň, 1998, str. 228) Ihned po zvlnění se nanáší lepidlo na vrcholy vln a následně se zvlněný papír za pomoci přítlačných válců spojí se spodní krycí vrstvou, která je odvíjena z odvíječe na druhé straně kabiny.





Zdroj: Paper and Paperboard Packaging Technology, str. 335

**Obrázek 9 Detail průběhu zvlnění a slepení**

Ke správnému průběhu dalších fází a zejména k plynulému kaširování horní krycí vrstvy je nutné vytvářet určitou zásobu polotovaru. Ta se hromadí na převáděcím mostu (Obr. 10) V případě výroby třívrstvé lepenky se dále pokračuje ke kaširování, tedy finálnímu spojení všech vrstev. (Obr. 11) Pokud by šlo o lepenku pětivrstvou, tak se v druhé kabině se zvlňovací stolicí připravuje další pás otevřené vlnité lepenky.



**Obrázek 10 Odvíjecí stojan, převáděcí most a kabina se zvlňovací stolicí**

Nakonec se v lepičce spojí vytvořené pásy s poslední horní krycí vrstvou. Tato vrstva je při dalším zpracování obvykle potisknuta. Tímto krokem se tedy vytvoří tří- nebo pětivrstvá lepenka. Tím se proces výroby dostane k poslední fázi „mokrě části“. V této poslední fázi dojde s vysušení. Vyrobena lepenka projíždí přibližně 12-ti metrovým sušicím stolem. Ten je osazen ocelovými deskami, které se nahřívají na teploty v rozmezí 140-170 °C. Tento ohřev lepenku jednak vysuší, ale zároveň způsobí zgelovatění lepidla na bázi škobu a tím dojde k pevnému spojení všech vrstev.



**Obrázek 11** *Finální slepení dvou otevřených vln a krycího papíru*

Na konci sušicího stolu je řezací zařízení, které v případě změny kombinace použitých papírů, odřízne část, kde přechází jedna kombinace v druhou. Toto je stěžejní zařízení, aby bylo možné měnit kombice složení za chodu celého zařízení.

V „suché části“ výroby vlnité lepenky vytvořený pás lepenky pokračuje k dalším modulům, které se postarají o úkony k finálnímu naformátování na požadované archy. Takové činnosti jsou rýhování, příčné a podélné řezání. Dnes oblíbenou metodou, jak udělat obal uživatelsky pohodlný je doplnění o zesilovací nebo odtrhávací pásy.

Maximální uváděná rychlost popsaného zařízení je 300 běžných metrů za minutu. V praxi se ale průměrná výrobní rychlost pohybuje okolo 220 metrů za minutu. Rychlost je závislá na výstupním formátu a kvalitě zpracovávaného papíru.

Nekvalitní papír má stejně negativní dopad jako papír velmi kvalitní a těžký. Takový se totiž hůře vysouší. Také při změnách kombinací papíru je nutné výrobní rychlost zpomalit a to až na 150 metrů za minutu. Stroj má maximální pracovní šířku 2 500 mm, tudíž při dodržení technologických omezení je maximální rozměr archu 2 470 na 4 000 mm a naopak nejmenší rozměr je 190 x 500 mm. Ten je limitován instalovaným řezným zařízením.

## **2.4 Charakteristiky zkoumaného provozu**

Firma THIMM má vlastní specifické podmínky. Používá různé druhy papíru a materiály. Tím tvoří unikátní výrobní portfolio. Proto se následující kapitola bude věnovat vstupním materiálům, jejich skladování a práci s nimi.

### **2.4.1 Vstupní materiály**

Hlavními vstupními materiály pro výrobu vlnité lepenky jsou, jak bylo již dříve zmíněno, papír a škrobové lepidlo. Ostatní materiály, jako různé odtrhávací a zpevňující pásy jsou spíše pomocným materiálem, jejich použití je v porovnání s prvními dvěma materiály téměř zanedbatelné a to i z důvodu, že se používají jen zřídka.

Škrobové lepidlo se vyrábí přímo na místě a vstupy se skladují v přilehlých zásobnících. Receptura pro jeho výrobu je stálá, stejně jako použitý druh škrobu, tak aby lepidlo co nejlépe fungovalo s používanými teplotami a tlakem při výrobě.

Papír je na druhou stranu materiál, který má proměnlivé vlastnosti a je nakupován v širokém výběru druhů, tak aby se pomocí jeho kombinací ve vlnité lepence dosahovalo požadovaných vlastností zákazníkem. Tento papír je skladován ve skladu papíru, který přímo sousedí se zvlňovacím strojem (WPA), tak aby logisticky navazoval proces výroby od příjmu papíru, přes skladování až k výdeji ke zpracování.

Papír je vzhledem k jeho obrovské spotřebě, která se pohybuje v tisících tun měsíčně, vysoko obrátkový materiál. Obzvláště v některých variantách. Proto denně přijíždí několik nákladních automobilů, z nichž každý veze okolo 30 tun papíru. Papír je ve společnosti nakupován přes centrální nákup v Německu a je objednávan na základě historické spotřeby plánovačem na další týden. Papír tak jede přímo od dodavatele, nebo z centrálního skladu v Německu určeného pro celou skupinu.

## 2.4.2 Sklad papíru

Podmínky skladování byly popsány v dřívější kapitole. Vlastní sklad, který je používán v provozu firmy THIMM, je rozdělen na dvě části. Z důvodu nedostatku prostoru byl k pevné halové části (Obr. 12), o rozloze 2 000 m<sup>2</sup>, přidán skladový stan, aby rozšířil skladovou plochu o dalších 1 500m<sup>2</sup>. Přesto se zdá skladová plocha často nedostatečná, vzhledem k velkému množství druhů papíru a jeho rostoucí spotřebě.



**Obrázek 12** Pohled do skladu rolí

Celkem tedy současná skladová plocha na role papíru činí 3 500 m<sup>2</sup>, kde se průměrná zásoba papíru pohybuje okolo 4 000 tun. Což je počtem okolo 1 700 rolí různých velikostí. Je důležité si uvědomit, že role se vždy nezpracují celé na jednu výrobu, proto se vrací zpět do skladu. Proto mají váhu v rozmezí od 100 do 3 500 kilogramů.

## 2.4.3 Druhy papíru

Základní druhy papírů, které se používají pro naprostou většinu výroby, byly popsány výše. Jsou jimi krycí papíry Kraftliner, Starliner, Testliner a papír pro vlnu Wellenstoff a Multiflute. Každý z těchto papírů může mít více variant plošné hmotnosti papíru, barvy nebo povrchové úpravy.

Vedle základních druhů firma používá papíry speciální, které obsahují různá aditiva nebo úpravy povrchu, aby měly lepší vlastnosti. Například aby jejich potisk byl

kvalitnější, aby byla lepenka odolná vůči vodě, mastnotě nebo vysokým teplotám. Tyto druhy tvoří ovšem jen nepatrnou část objemu celkového papíru, který se ve výrobě použije.

Konkrétní používané druhy papíru můžeme vidět v tabulce 2. Jednotlivá písmena korespondují s jedním druhem papíru a k němu je přiřazena plošná hmotnost, například hnědý Testliner 100g/m<sup>2</sup>. Tím vznikne označení např. R100. Další písmeno může být Testliner bělený 100g/m<sup>2</sup>; 150 g/m<sup>2</sup> a obdobně. Jak je vidět, ve výrobě se používá 33 rozdílných papírů, protože některé papíry jsou vedeny i ve čtyřech různých plošných hmotnostech. Data jsou pozměněna pro udržení výrobního tajemství.

**Tabulka 2 Druhy papíru a jejich plošná hmotnost**

Druh papíru	g/m <sup>2</sup>	Druh papíru	g/m <sup>2</sup>	Druh papíru	g/m <sup>2</sup>
<b>R</b>	100	<b>F</b>	100	<b>L</b>	200
<b>R</b>	150	<b>G</b>	100	<b>M</b>	100
<b>R</b>	200	<b>H</b>	100	<b>M</b>	150
<b>R</b>	250	<b>H</b>	150	<b>M</b>	200
<b>S</b>	100	<b>H</b>	200	<b>M</b>	250
<b>S</b>	150	<b>I</b>	100	<b>N</b>	100
<b>S</b>	200	<b>J</b>	100	<b>O</b>	100
<b>T</b>	100	<b>J</b>	150	<b>P</b>	100
<b>U</b>	100	<b>K</b>	100	<b>P</b>	150
<b>V</b>	100	<b>L</b>	100	<b>P</b>	200
<b>V</b>	150	<b>L</b>	150	<b>W</b>	100

Zdroj: THIMM Obaly k. s.; pozměněno pro účely práce

#### **2.4.4 Role papíru**

Role papíru a jejich šířka hrají důležitou roli hlavně při plánování výrobních dávek a jejich pořadí. Požadovaný rozměr archů lepenky je pokaždé jiný, proto by mnohdy nebylo možné přesně využít maximální šířku role a tím by vznikaly nadbytečné stranové ořezy, tedy odpad. Z toho důvodu se využívá různých šířek rolí, aby se výroba dala plánovat s co nejmenším možným odpadem. Limitem pro plánování je také minimální technologický stranový ořez 30 mm.

V praxi se používají role základní šířky 1 850, 1 900, 2 000, 2 100, 2 200, 2 300 a 2 450 mm. Některé velmi specifické druhy papíru se mohou vyskytovat v jiných šířkách, je to způsobeno jejich atypičností, a proto ani dodavatelé je nevyrábějí v jiné šířce.

Jak je vidět, různých kombinací druhu papíru a šířky role je obrovské množství. Takové množství by nebylo možné uskladnit a držet trvalou zásobu. Ve skladu se běžně vyskytuje okolo 145 rozdílných kombinací papír/šířka role. I to je ovšem velké číslo a sklad je tak přeplněný a některé z uskladněných rolí jsou nehýbající se položky.

#### **2.4.5 Předtištěné role**

Předtištěné role jsou posledním a trochu zvláštním typem rolí, které se používají při výrobě. Jedná se o, jak už z názvu vyplívá, předtištěné role, které se objednávají na výrobu konkrétních výrobků.

Při tomto způsobu zpracování se nahrazuje vrchní papír, na který se jinak tiskne, právě předtištěnou rolí. To přináší hned několik výhod. Předtištěné role nabízí vysoce kvalitní tisk, kterého se těžko dosahuje běžnou flexotiskovou metodou, která je dostupná na většině instalovaných strojů. Díky tomu je také možné přeskočit fázi tisku a přejít rovnou k dalšímu zpracování. Nevýhodou je vysoká pořizovací cena a použitelnost jen a pouze pro jediný výsledný produkt.

Předtištěné role nejsou součástí zmíněných 145 kombinací, vedou se na zvláštním seznamu, protože se nejedná o běžný materiál. V současnosti nejsou tolik používané a na skladě papíru zabírají jen zlomek prostoru.

## 2.5 Rozbor výrobních aktivit

Ve firmě THIMM se vyrábí vlnitá lepenka typ E, B, C, T, EE, EB a CB. To v kombinaci se 33 různými papíry nabízí tisíce různých kombinací. Vyrábět všechny je nemožné a bylo by to naprosto neefektivní. Přesto má ve svém portfoliu 300 výrobních kombinací, které uvádí v tak zvaném Sortenliste.

Portfolio se pravidelně upravuje a kombinace průběžně vznikají a zanikají. Dle potřeb a požadavků zákazníků. Nová kombinace (dále Sorta) by měla být zavedena při ročním objemu výroby 500 000 m<sup>2</sup>. Stará by naopak měla zaniknout, pokud se za poslední rok nevyrobilo alespoň 100 000 m<sup>2</sup>. Tato pravidla jsou často v praxi obcházena, a proto Sortenliste narůstá do takového objemu.

### 2.5.1 Výrobní plán zvlňovacího stroje a plánování

Výrobní plán na WPA je sekvencí Sort, jak budou na zvlňovacím stroji vyráběny, v jakém množství a formátu archu. Samotné plánování má vnitřní pravidla. Těmi je například omezení četnosti výroby vln týdně nebo posloupnosti použitých papírů.

WPA je nastaveno na třísměnný provoz mimo víkendy. Začíná se v neděli noční směnou a končí se odpolední směnou v pátek. V rámci této doby jsou provedeny dvě osmihodinové odstávky. WPA se zpravidla spouští s předstihem vůči zpracovatelským strojům, aby stihlo naplnit mezisklad polotovary – archy vlnité lepenky. Víkendové směny se čas od času používají pro balancování velkého množství zakázek nebo nepředpokládaných výpadků. Čistý disponibilní čas je 124 hodin týdně.

Celý výrobní plán se rozpadá na jednotlivé řezné listy. Ty konkrétně říkají, jaká Sorta se v tomto řezném listu bude vyrábět, tudíž jaké papíry budou použity a v jaké šíři role. Kolik se použije běžných metrů z rolí a kolik se vyrobí celkově m<sup>2</sup> lepenky. Důležitou součástí je formát archu nebo archů. Řezací stroj a odkladač umí souběžně vyrábět dva formáty. Této vlastnosti chceme v budoucnu co nejvíce využívat, protože umožňuje lepší využití pracovní šířky stroje. To se v současnosti děje jen v omezeném počtu. Pokud se do jednoho řezného listu vkládají dva formáty (dvě různé zakázky), tak hovoříme o tak zvaném souběhu.

Seřizovací časy při plánování hrajou významnou roli. Při každé změně Sorty je nutné zpomalit výrobní rychlost z průměrných 220 na přibližně 150 běžných metrů



za minutu. Toto zpomalení je celkem časté, vzhledem k tomu, že výroba některých Sort trvá pouze v řádu minut. Větší položkou při seřizování jsou změny typu vlny. Například vlna E na B. Výměna zvlňovací stolice zabere od 10 do 30 minut. Proto se omezuje zařazení výroby pětivrstvé lepenky na dvakrát v týdnu a výroba vlny T na jeden den v týdnu. Lepenka v těchto typech vlny není tolik zastoupena (Tabulka 3) a časté výměny zvlňovacích stolic by navyšovaly neproduktivní čas.

**Tabulka 3 Zastoupení jednotlivých typů lepenky na výrobě**

Vlna	Zastoupení na výrobě v %
B	53,9
E	22,5
C	2,2
T	6,1
EE	8,2
EB	5,2
CB	1,9

Současně je zavedené ideální pořadí jednotlivých typů vln. Například vlna C se vyrábí před nebo po vlně CB. Toto je zavedeno z důvodu dvou zvlňovacích jednotek, z nichž pouze jedna je používána na výrobu vlny C. Toto ideální pořadí naopak pomáhá snižovat prodlení při seřizování. Plánovač také musí počítat se dvěma osmihodinovými odstávkami týdně. Ta se používá také k optimalizaci pořadí vln.

Když plánovač zná požadované množství jednotlivých sort, může sestavit pořadí jednotlivých vln pro dané výrobní období. Jednotlivé řezné listy a Sorty řadí od těch nejkvalitnějších, co do kvality papíru, a sestupně, co do šíře role. Tento způsob řazení je čistě pragmatický. Je totiž možné použít kvalitnější papír pro výrobu Sorty, která používá identický papír v nižší plošné hmotnosti. Stejně tak lze použít širší roli. Toho se využívá operativně v případě, kdy se zpracuje většina role. Její uskladnění by tak přinašelo více práce než ji takto použít, nebo by ji už v dalším použití nebylo možné do stroje nastavit.

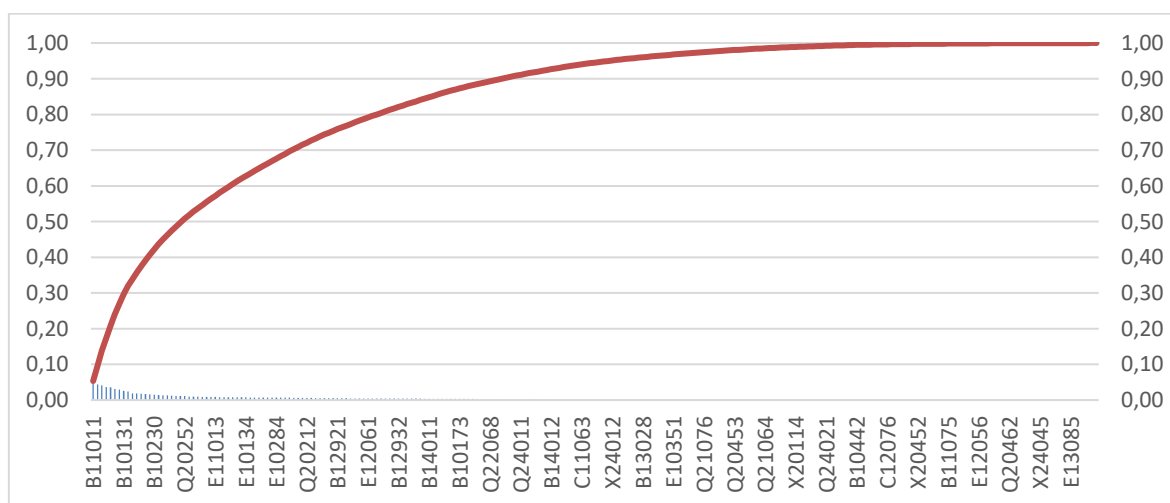


## 2.5.2 Výrobní hodnoty

Při rozboru výrobních aktivit se zaměříme jednak na celkový počet Sort zařazených do výrobního programu, vyrobené množství v těchto Sortách a seřadíme je dle množství a vytvoříme Paretův diagram. Rozbor Sort doplníme o rozbor řezných listů s analýzou souběhu.

Ve sledovaném roce se do výrobního plánu zařadilo 232 unikátních Sort, ve kterých se vyrobilo celkem 138 milionů m<sup>2</sup>. Rozdíly ve výrobním množství jsou obrovské. Výrobní množství jsou v rozmezí 1 500 m<sup>2</sup> a 7,3 milionu m<sup>2</sup>. Extrémy jsou četné na obou stranách. Průměr vyrobeného množství na Sortu je necelých 600 tisíc m<sup>2</sup>. Lépe tento rozpad charakterizuje srovnání pomocí grafu (Obr. 13) použití Paretova pravidla 80/20.

Pokud se na tento rozpad podíváme do podrobnosti, tak zjistíme, že 77 Sort (z 232) se podílelo na 80 % celkové produkce. To znamená, že pouze 33,3 % celkově vyrobených Sort se podílelo na tomto množství a zároveň každá z těchto Sort měla výrobní množství větší než 600 tisíc m<sup>2</sup> ve sledovaném období.



**Obrázek 13 Graf kumulativního podílu Sort na celkovém vyrobeném množství**

Abychom mohli dělat závěry o závažnosti tohoto poměru, je nutné se podívat i na množství řezných listů. Během sledovaného období se těchto listů zpracovalo celkem 15 920. Z tohoto počtu obsahovalo dva různé formáty archů pouze 3 764 listů – byly zpracovány v souběhu. To je pouze 23,6 %. Nelze očekávat 100% využití této funkce, protože se některé formáty už při vývoji plánují, tak aby přesně využily širší role.

Celkem bylo zaznamenáno 9 121 změn Sorty a 1 159 změn typu vlny při celkovém zaznamenaném času aktivity zvlňovacího stroje 359 594 minut, tento čas byl očištěn o odstávky, dny volna a některé poruchy. Z těchto hodnot dostaneme další indikátory, jak často se provádí změny a seřizování ve výrobě:

Na celkovém množství 15 920 řezných listů bylo provedeno 9 121 změn Sort. Z toho vyplývá, že pouze 1,75 řezného listu, zařazeného za sebou ve výrobním plánu, mělo stejnou Sortu – kombinaci papírů a typu vlny. Při bližším zkoumání hodnot si navíc všimneme, že těchto hodnot bylo dosaženo pomocí zřídka se vyskytujících dlouhých kampaní. Jinak by byl poměr ještě horší.

Obdobně zjistíme, jak často se provádí změna typu vlny, respektive změna zvlňovací stolice. Při 15 920 řezných listech a 1 159 změnách je to změna každý 13,74 řezný list. Tato hodnota sama o sobě není příliš vypovídající, proto je nutné ji přiřadit časový rámeček. Výměna zvlňovací stolice byla prováděna průměrně každých 310 minut.

Používaná šířka role je důležitým ukazatelem využití pracovní kapacity. Dříve jsme si popsali, jaké šíře role firma používá. Pomocí váženého průměru jsme získali průměrnou šířku role 2 207 mm. S tím, že maximální pracovní šíře stroje je 2 500 mm a role se používají do 2 450 mm.

### **2.5.3 WPA**

Zvlňovací stroj má výrobní plán daný. Sám ale výrobu ovlivňuje vlastní rychlostí výroby, která je ovlivněna použitým papírem a typem vlny. Obecně se říká, že je rychlost závislá na plošné hmotnosti vlnité lepenky a výšce vlny. Největším úskalím je totiž schnutí vlnité lepenky. Podívejme se na konkrétní data rychlostí WPA (Tabulka 4) a zpracovaného materiálu. Výrobní rychlost WPA měříme v tak zvaných běžných metrech za minutu. Běžný metr je jeden metr návínu na roli papíru.

**Tabulka 4 Výrobní rychlosti na WPA v závislosti na typu vlny**

Typ vlny	Tloušťka lepenky	Bežný metr za minutu
E	1,2 – 2,0 mm	172,6
T	1,8 – 2,5 mm	188,3
B	2,4 – 3,2 mm	189,5
C	3,4 – 4,2 mm	153,8
EE	2,4 – 3,8 mm	155,3
EB	3,8 – 5,4 mm	142,2
CB	6,0 – 7,5 mm	106,1
<b>Průměrná rychlost</b>		177,5

Zdroj: TTS THIMM

Jak vidíme v tabulce 4 rychlosti výroby jednotlivých typů, vlny se v některých případech výrazně liší. Druhou proměnou, která je často spojována s rychlostí výroby, je plošná hmotnost vlnité lepenky. Konkrétní výsledky najdeme v příloze 2.

Z předchozích dat je vidět, že rychlost výroby se liší i v rámci stejné plošné hmotnosti. Vliv na rychlost může mít mnoho dalších věcí, jako různá dočasná technická omezení, konkrétní druh papíru (lakovaný schne pomaleji než čistý hnědý), obsluha stroje, která danou rychlost v tu chvíli odhaduje jako optimální. Vliv také může mít v případě sledované výroby konkrétní použitá zvlňovací jednotka.

Závěrem je, že hlavní vliv na rychlost výroby má samotný typ vlny, protože data z tabulky 5, nepotvrzují přímý vliv plošné hmotnosti. Naopak výrobní rychlost se snižuje s rostoucí tloušťkou lepenky. Výkyv u vlny typu E a C vysvětlujeme tím, že je zcela (C), nebo částečně (E) vyráběna na druhé zvlňovací jednotce, která je starší a nedosahuje výrobní rychlosti zvlňovací jednotky první.

#### **2.5.4 Mezisklad**

Mezisklad archů vlnité lepenky (Obr. 14) je místem, které překlenuje výrobu samotné vlnité lepenky a její další zpracování. Zpracovatelských strojů je v provozu

více než deset, proto je nelehký úkol naplánovat celou výrobu tak, aby výroba na WPA byla efektivní a zároveň měly všechny stroje materiál pro svou vlastní práci.



**Obrázek 14 Mezisklad archů vlnité lepenky**

Samotný mezisklad je poloautomatický. Veškerá zásoba je organizována pomocí počítače a aktuální stav je vedený v počítači. Materiál je do skladu a ze skladu manipulován pomocí navážecích vozíků, které jsou vedené pomocí kolejí, proto se označují jako tak zvané tramvaje. Část meziskladu je vybavena automatickými drahami, které umožňují, aby materiál sám putoval do skladu a později ke konkrétním strojům k zpracování. Asi 40 % skladu je vybaveno válečkovými drahami, které je nutné zpravovat manuálně. Od úplné automatizace se zatím upustilo, protože válečkové dráhy pojmu přibližně o 30 % více materiálu, než automatické dráhy.

Kombinace automatických a válečkových drah je kompromisem pro zvýšení objemu skladu, ale přináší potíže při navážení materiálu ke strojům. Pokud je materiál na válečkových drahách, obsluha stroje musí navážecí tramvaj přepnout z automatického režimu a materiál si přepravit. Pokud se sejde potřeba více strojů najednou na materiál na válečkových drahách, tak dojde ke kolizi a některé stroje musí zastavit. Dlouhým přerušením automatického režimu zároveň dojde ke spotřebování materiálu na dalších strojích a problém se rozšiřuje. Navíc často dojde

k přerušení programu a je nutné program na tramvaji resetovat, aby opět začala správně navážet materiál ke strojům.

Samotný mezisklad pojme přibližně 250 tisíc m<sup>2</sup> vlnité lepenky při optimálním naplnění. To je přibližně 9 hodin produkce WPA. Přestože se to může zdát mnoho, není tomu tak. Pro efektivnější využití WPA a lepší plánování by mohla být kapacita i dvakrát větší. Současná velikost nepřiklad nedovoluje vyrobit si větší zásobu Sorty, která se vyrábí velmi rychle, aby se následně mohla vyrábět „pomalá“ Sorta a zároveň se neohrozila výroba na zpracovatelských strojích. Ve srovnání s dalšími výrobními závody je tento mezisklad velmi malý.

## **2.6 Analýza aktuální situace využití výrobní kapacity**

Cílem je vypočítat výrobní kapacitu zařízení a vyhodnotit její využití v daném období.

### **2.6.1 Časový fond**

Zařízení je standartně v provozu na třisměnném provozu bez víkendů. Zařízení je dvakrát týdně odstaveno na 4 hodinovou údržbu. Zároveň se předpokládá, že se každý týden stráví 4 hodiny na nutných technologických prostojích z důvodu změn zvlňovací stolice. Poruchy se odhadují na 2 hodiny týdně. Zařízení je v provozu bez přestávky, obsluha se na pauzách střídá. Sledované období, rok 2017, mělo 250 pracovních dní.

**Nominální časový fond** byl  $250 \times 24 = 6000$  hodin.

**Koeficient plánovaných prostojů** je stanoven na 0,944. Plánované prostoje dosahují 14 hodin týdně, kdy nominální čas pro zařízení, kdy je přítomná osádka, je 120 hodin.

**Využitelný časový fond**, podle rovnice 1, kde jsme zaměnili kalendářní časový fond za vypočítaný nominální časový fond, je následující:

$$T_p = T_n \times K_z$$

$$T_p = 6000 \times 0,944 \text{ hodin}$$

$$T_p = \mathbf{5664} \text{ hodin}$$

## 2.6.2 Výrobní kapacita zařízení

Maximální výkon výrobního zařízení je 250 běžných metrů za minutu. Maximální pracovní šířka je 2 500 mm. Vzhledem k tomu, že nelze vždy vyrábět na maximální pracovní šířce, tak se uvádí jako požadovaný cíl 2350 mm. Maximální hodinový výkon stroje za zmíněných podmínek je 35 250 m<sup>2</sup> vlnité lepenky.

K výpočtu maximální výrobní kapacity použijeme rovnici 2, protože výrobky jsou ve srovnatelných jednotkách. Vždy v m<sup>2</sup> vlnité lepenky. Podle této rovnice dojdeme k výsledku:

$$Q_p = T_p \times V_p$$

$$Q_p = 5664 \times 35250 \text{ m}^2$$

$$Q_p = 199\,656\,000 \text{ m}^2$$

## 2.6.3 Využití výrobní kapacity

Roční výrobní kapacita výrobního zařízení je 199 656 000 m<sup>2</sup> vlnité lepenky. Opravdový výrobní výkon zařízení byl 138 000 000 m<sup>2</sup>. Koeficient využití výrobní kapacity je podle rovnice 6:

$$K_c = Q_s/Q_p$$

$$K_c = 138\,000\,000/199\,656\,000$$

$$K_c = 0,6918$$

Využití výrobní kapacity je pouze 69,18 %. Pokud bychom hodnotu obrátili, tak rezerva kapacity je 30,82 %. Absolutní rezerva je 61 656 000 K<sub>c</sub> m<sup>2</sup>. To nabízí velké možnosti pro zlepšení.

## 2.7 Identifikované nedostatky a potenciál ke zlepšení

Nedostatků bylo identifikováno hned několik. Jedním z nich byl nedostatečně velký mezisklad vyrobených archů vlnité lepenky pro další zpracování. Další nedostatky jsou spojené převážně s velmi širokým portfoliem výrobních kombinací vlnité lepenky. To má za následek sníženou flexibilitu výroby ať už při běžném plánování, tak při nenadálých situacích, kdy je nutné změnit výrobní plán.

Samotný problém velkého množství kombinací má dva důvody. Jednak je to možnost kombinovat různé papíry a jednak je to velký počet podobných papírů, jejichž vlastnosti se mezi sebou liší jen velmi málo.

Poslední identifikované problémy byly nízká výrobní rychlost některých typů vln a neúplné využití maximální pracovní šíře stroje. Obvláště výroba vlny typu CB je oproti ostatním pomalejší. Maximální pracovní šířka stroje je 2 500 mm, využívaná v praxi je ale nejvýše šířka role 2 450 mm. Tento rozdíl by mohl ve výrobním množství znamenat velký rozdíl.

### **2.7.1 Redukce počtu používaných druhů papíru**

Počet papírů navyšuje celkový počet možných kombinací výsledné vlnité lepenky. Jak už bylo několikrát zmíněno, některé papíry jsou téměř stejné, jen se liší plošnou hmotností. Jak je vidět v tabulce 2, tak je vedeno celkem 33 různých druhů papíru, z nichž například R a M mají 4 různé hmotnostní varianty nebo papíry H a P mají 3 hmotnostní varianty. Právě tyto druhy nabízejí možnost přestat některé varianty používat a nahradit je uvedenou alternativou. Takové řešení by přineslo zlepšení hned v několika oblastech.

V první řadě by došlo ke snížení skladové zásoby papíru. Protože se papír objednává na základě historické spotřeby, tak je vždy držena průměrná spotřeba za posledních několik týdnů plus určitá rezerva, která předchází nečekanému nárůstu spotřeby. Pokud bychom například papír P ze tří variant zredukovaly na variantu jednu, snížili bychom tak celkovou průběžnou zásobu a zvýšili obrátkovost daného materiálu.

V druhé řadě by došlo ke snížení vázaného kapitálu v materiálu a celkově nákladů na skladování. Nedílnou součástí je i prostor zabraný skladovaným prostorem, ten by mohl být použit ke skladování jiného materiálu, nebo k provozu jednoho ze středisek.

Další je dosud nepopsaný problém. Vzhledem k častým změnám Sort ve výrobním programu dochází k velmi častým výměnám rolí papíru v odvíječích na WPA. To mimo jiné obnáší neustálé přivážení a odvážení rolí papíru ze skladu. To je v kombinaci s rozsáhlostí skladu obtížné a vyžaduje to mnoho manuální práce. Manipulační vozík musí při každé cestě ujet i 250 metrů a to musí opakovat

s každou rolí. Tento problém by omezení druhů papíru pomohlo zmírnit. Přirozeně by došlo ke snížení počtu změn konkrétní role papíru.

Součástí výměny role v odvíječi je odřezání několika horních vrstev papíru. To je z důvodu možného poškození nebo zašpinění. To zvyšuje náklady na vstupní materiál, protože tato část se musí vyhodit.

### **2.7.2 Zeštíhlení Sortenliste**

Zeštíhlení Sortenliste je změna, která by měla být ideálně propojena s redukcí papírů. Tak, aby došlo k omezení množství kombinací a následně ty, které jsou si velmi podobné, byly spojeny do jedné Sorty s celkově větším výrobním množstvím.

Tato změna by přinesla možnost delších výrobních kampaní, větší flexibilitu a hlavně méně změn Sort. V důsledku by se zvýšila průměrná výrobní rychlost, jelikož by nebylo nutné tak často zpomalovat. Snížila by se frekvence navážení rolí papíru ke zvlňovacímu stroji a s tím by se snížily i náklady na tyto změny v podobě odřezaných vrstev papíru.

Obecně by došlo k uspokojení požadavků zákazníka při celkově nižším počtu Sort. Zákazníkovi se zaručují hlavně technické vlastnosti obalu či vlnité lepenky, jako hodnoty ECT, Berstruck, nebo barva. Tak není nutné mít tolik možností, kde rozdíly jsou minimální. Rozdíly mezi konkrétními alternativami jsou navíc v rámci tolerancí, tudíž jsou volně nahraditelné.

### **2.7.3 Rozšíření stávajícího meziskladu**

Stávající mezisklad archů vlnité lepenky se nachází v přízemí a nad ním je sklad výrobních nástrojů a oddělení Servisu. Servis se stará o přípravu nástrojů ke strojům, jejich opravy a celkové nakládání s nimi.

Z důvodu nedostatku prostoru nelze rozšířit stávající mezisklad do stran, protože tento prostor je již zabraný výrobními stroji nebo jiným zařízením a celkové přeskládání výroby je nemyslitelné. Proto možným řešením je přesunout oddělení Servisu a sklad nástrojů do jiné části budovy a místo toho vybudovat druhé patro meziskladu. Celá tato operace by obnášela několik kroků:

- Vybudovat nový prostor pro Servis a přesunout ho.



- Rozšířit současnou platformu druhého patra, aby se překrývala s přízemním patrem a tím se maximalizovala plocha meziskladu.
- Vybavit druhé patro automatickými drahami a s tím plně automatizovat současný mezisklad. Aby sklad fungoval správně, musel by běžet automatizovaně.
- Vybudovat systém navážení do druhého patra a zpět.

Taková operace by trvala alespoň devět měsíců a vyžadovala by investici pohybující se v desítkách milionů korun. Přínos by byla plná automatizace meziskladu, správa a navážení ke zpracovatelským strojům. Současně by skladová plocha vzrostla ze současných asi 2 430 m<sup>2</sup> na 3 855 m<sup>2</sup>, tedy o 58,6 %.

Výpočet výsledné plochy bere v potaz současný stav, kdy se v části skladu nacházejí válečkové dráhy. Ty by musely být odstraněny a nahrazeny automatickými drahami, které mají menší využitelnou skladovou plochu. Jsou mezi nimi větší mezery na motory. Současně se část skladu musí přestavět na výtah pro materiál. Proto je navýšení skladové plochy menší než 100 %.

#### **2.7.4 Zrušení výroby vlny C**

Výroba vlny C a zejména vlny CB je značně pomalejší než ostatních typů vlny a zároveň se ji vyrábí jen malé množství, proto by možným řešením mohlo být outsourcovat výrobu této vlny. Nakupovat ji a pouze ji zpracovávat v dalších úrovních výroby.

Zastoupení vlny C na výrobě je 2,2 % a vlny CB 1,9 %. Výrobní rychlost dosahuje v případě vlny C 86,6 % celkového průměru. V případě vlny CB je to pouze 59,7 %. To značně zpomaluje celou výrobu.

Toto řešení by přineslo uvolnění výrobní kapacity na WPA a zvýšení průměrné výrobní rychlosti, protože by se vyráběly lepenky s menší výškou. Současně by se celá jedna zvlňovací stolice přestala používat, tím by odpadlo mnoho přestaveb a tím by došlo k eliminaci dalšího neproduktivního času. Ten se pohybuje v řádech desítek hodin. Nakonec by došlo také k zúžení Sortenliste a zvýšení flexibility plánování.

### **2.7.5 Využití plné pracovní šíře stroje**

Využívání pracovní šíře stroje souvisí s používanými šířkami rolí papíru. V současné době se používají běžné role v rozmezí od 1 900 do 2 450 mm. To je ale o 50 mm méně než je maximum stroje. Proto by možným zlepšením mohl být přechod z šíře 2 450 mm na 2 500 mm.

Zmíněný rozdíl se může zdát být zanedbatelný, ale v celkovém ročním objemu výroby se i tato změna může projevit. Pokud byla průměrná roční zpracovávaná šířka role 2 207 mm (získáno váženým průměrem na celém souboru dat) a roční produkce 137,5 milionu m<sup>2</sup> vlnité lepenky, pak došlo ke zpracování přibližně 62,2 milionu běžných metrů papíru. Potom navýšení průměrné šířky role o pouhý jeden milimetr přinese navýšení roční produkce o 62 217 m<sup>2</sup>.

Zmíněné navýšení je v porovnání s celkovým objemem výroby až nicotné, přesto jde o nenáročné řešení, které neobnáší finanční investice. Dá se předpokládat, že přidaná hodnota tohoto řešení se neprojeví ihned. Důvodem je samotný vývoj obalů a produktů, který probíhá přímo ve firmě vývojovým oddělením. To se snaží připravovat produkty, tak aby se archy na ně daly vyrábět ideálně v jedné z používaných šířek papíru. Proto by museli začít počítat s novou šířkou role a také předělat některé staré produkty.

Toto řešení je ale opět vhodné kombinovat s některými z předešlých, například redukcí počtu používaných druhů papíru. Pokud by se snížil počet Sort a zvýšilo by se využívání souběhu na WPA, tak by se dala lépe využívat celá pracovní šíře. Obecně čím více má plánovač v systému zakázek v jedné Sortě, tím lépe a efektivněji může naplánovat celou výrobu.

### **2.7.6 Technické zhodnocení WPA**

Technické zhodnocení by obnášelo investici do stávajícího technického stavu. Instalované WPA je již staršího výrobního data a od té doby došlo v technologii k velkému posunu. Jednotlivé moduly nabízí modernější verzi, která je efektivnější nebo výkonnější.

Jednou z možností by bylo pořízení nového zvlňovacího stroje, to by byla ovšem velmi komplikovaná operace. Musela by totiž zahrnout i rozšíření stávajících prostor

a přeskupení rozložení stávající výroby. Modernější zvlňovací stroje jsou totiž delší až o desítky metrů.

Je ale možné vylepšit jen vybraný modul, tak aby přinesl zlepšení v rychlosti výroby. Takovým modulem je vysoušecí pás, který vysouší vyrobený pás vlnité lepenky a způsobuje zgelovatění škrobového lepidla. Pro tento modul existuje možné technické zhodnocení, které by zvýšilo přenos tepla na vlnitou lepenku a pomocí odtahu vzduchu by zrychlilo vysoušení. To by zvýšilo rychlost výroby hlavně těžkých a vysokých lepenek, jako je typ CB.

Takové zhodnocení by bylo již možné uvést do provozu i za stávajícího rozložení výroby. Investice by se pohybovala v řádech statisíců až jednoho milionu korun. Instalace takového řešení by mohla proběhnout během odstávky, nebo volného víkendu. Vzhledem k malému objemu výroby těchto lepenek je ale přínos ve srovnání s investicí poměrně malý.

### **2.7.7 Změna provozního plánu WPA**

Současný provoz WPA má několik pravidel, podle kterých je výroba plánována. Celkem je týdně WPA v provozu 5 dní ve třísměnném provozu. To dává dohromady 120 hodin. Z toho jsou dvě osmihodinové odstávky zaměřené na úklid a údržbu. Zpravidla v úterý a ve čtvrtek. Zvlňovací stolice C a T se používá obvykle dvakrát týdně, pokud to výjimečná situace nevyžaduje jinak. Výroba pětivrstvých lepenek je také směřována na omezený počet nastavení týdně. Tyto pravidla se zavádějí, aby byla co největší část disponibilního času produktivní.

Změna je možná ve zpřísnění těchto pravidel. Omezení používání zvlňovací stolice na vlnu C na jeden den v týdnu. Obdobně omezit typ T. Přeseřizování mezi ostatními vlnami není tolik časově náročné, protože může být optimalizováno pomocí správné sekvence. Při dodržení správného pořadí se dá seřizovací čas minimalizovat.

Druhá možnost, jak zvýšit produktivní čas stroje, je vymezení jedné údržbové odstávky na víkend. Jedna by byla prováděna ve středu, uprostřed aktivního času a druhá v neděli před spuštěním stroje na noční směně.

Tato opatření by přinesla 8 hodin disponibilního času týdně a částečně by snížily seřizovací časy. Jedná se o relativně jednoduché řešení bez investic. Obnášelo by ovšem naučit se lépe plánovat zakázky v omezených typech vlny a proškolit

obchodníky o této skutečnosti, která je do jisté míry omezující. Hlavně v případě, že by zákazník chtěl rychle produkt v Sortě s daným typem vlny a ta by se vyráběla až další týden.

### **3 Návrhy opatření**

V následující kapitole bude provedeno vyhodnocení navržených změn. Ty nejhodnější budou dále podrobně rozpracovány. Změny by měly přinést úspory v oblasti skladování nebo zvýšení výrobní kapacity.

#### **3.1 Výběr řešení**

V rámci předchozí kapitoly bylo představeno několik možných řešení, která jsou spolu více či méně propojená. Aby mohlo být rozhodnuto, které z navrhovaných řešení dále rozpracovat, bylo nutné návrhy mezi sebou porovnat. Toto porovnání je vidět v příloze 1. U každého řešení byla vytvořena následující srovnávací kritéria.

- Finanční nároky – Odhad celkových nároků na finance včetně mzdových nákladů. Některá řešení jsou spíše systémového charakteru a byla by prováděna interními zaměstnanci.
- Omezení výroby – Jakékoliv změny od běžného provozu.
- Doba realizace – Přibližná doba realizace. Od zahájení změn po dokončení. Neberou se v potaz přípravné práce a projektování.
- Doba odezvy – Jak dlouho potrvá než se dostaví kýžené dopady.
- Přínosy – Odhad potenciálních finančních nebo jiných přínosů.
- Potenciál – Hodnocení obecného potenciálu daného řešení.
- Konečné hodnocení – vzestupné seřazení řešení dle vhodnosti pro další rozpracování

#### **3.2 Finální rozpracování řešení**

Podle porovnání jednotlivých řešení bylo rozhodnuto o pokračování se čtyřmi návrhy, které měly vysoký a velmi vysoký potenciál na zlepšení využití výrobního zařízení. Proto byly postupně do detailu rozpracovány. Jelikož jsou některá řešení společně provázaná, tak byla spojena, aby dala dohromady komplexnější náhled na celé řešení.

##### **3.2.1 Redukce počtu papírů a zeštíhlení sortenliste**

Po odstranění jednotlivých druhů papírů z nabídky se staly některé Sorty nepoužitelnými. Proto bylo logické tato dvě řešení spojit. Zároveň nám samotné

odstranění samo vymezilo, které Sorty budou muset být nahrazeny alternativou, a ukázalo, jak dál spojovat Sorty do větších celků, abychom se dostali k cíli. Tím bylo Sortenliste o přibližně 100 Sortách, které by obsáhly většinu dosavadních požadavků zákazníků.

Pro redukci papíru byly vybrány papíry druhu P, M a H. Byly vybrány, protože rozdíly uvnitř těchto skupin byly minimální a nepasovaly do logického konceptu rozestupu jejich plošné hmotnosti. Logický rozestup v tomto případě je odstupňování například po 35 gramech na m<sup>2</sup>, ale pak se zde nachází jeden s odstupem pouze 10 gramů na m<sup>2</sup>. Takový rozdíl má jen velmi malý vliv na výsledné technické vlastnosti vlnité lepenky, proto je zbytečné daný papír používat. Druhým kritériem bylo množství, které se zpracovává. To se odráží ve skladové zásobě, která se stanovuje na základě historické spotřeby.

V tabulce 5 je vidět druhy papíru a k nim přiřazené průběžné skladové zásoby. Obvyklá průběžná zásoba papíru se pohybuje okolo 4 000 tun. Pouze v těchto 11 druzích je to 2 111 tun, tedy 52,7 %. Jedná se tedy o nejvíce obrátkové papíry. Papír a konkrétní gramáž byly pozměněny pro účely zvěřejnění.

Po nahrazení druhem v jiné gramáži předpokládáme navýšení průběžné zásoby cílového druhu o 25 až 50 % ze zásoby papíru původního. Počítali jsme proto s nejlepší i nejhorší variantou. U papíru M byl cíl nahradit M150 papírem M100. U papíru H nahradit H150 pomocí H100. U papíru P jsme zamýšleli celkové omezení pouze na P150.

Abychom vypočítali ekonomické dopady těchto změn, stanovili jsme nutné ukazatele. Průměrná cena zmíněných papírů byla 22 413 Kč za tunu. Cena papíru v čase výrazně kolísá, proto používáme dlouhodobý vážený průměr. K výpočtu dále potřebujeme náklady na skladování, které se pohybují okolo 11 % z kapitálu v zásobě. Nakonec kapitálový náklad určený pomocí WACC na 8 %. Prostor potřebný na uskladnění 1 role je přibližně 1,2 metru.

**Tabulka 5 Skladová zásoba papíru k eliminaci**

<b>Druh papíru</b>	<b>g/m<sup>2</sup></b>	<b>Průběžná skladová zásoba [t]</b>	<b>Počet rolí papíru [ks]</b>
M	100	<b>125</b>	<b>52</b>
M	150	<b>188</b>	<b>70</b>
M	200	<b>342</b>	<b>129</b>
M	250	<b>176</b>	<b>69</b>
H	100	<b>121</b>	<b>48</b>
H	150	<b>185</b>	<b>82</b>
H	200	<b>145</b>	<b>57</b>
P	100	<b>90</b>	<b>36</b>
P	150	<b>250</b>	<b>99</b>
P	200	<b>489</b>	<b>191</b>
<b>Celkem</b>		<b>2 111</b>	<b>933</b>

V tabulce 6 jsou vidět konkrétní dopady jednotlivých dílších změn a celkových dopadů v obou extrémních scénářích. Na základě tohoto výpočtu můžeme konstatovat, že provedení těchto změn povede k úspoře 2,03 až 3,04 milionu korun ročně na nákladech spojených s vedením zásob.

Podstatným přínosem, stejně jako zdrojem úspor, je snížení zásoby a uvolnění místa na skladě. Průběžná zásoba papíru poklesne o 476 až 714 tun. To je pokles o 11,9 až 17,8 %. S tím je spojené snížení počtu rolí na skladě o 190 až 284 rolí papíru. Takové množství rolí zabere prostor o rozloze 227 až 340 m<sup>2</sup>. To odpovídá 11 až 17 % plochy skladové haly pro role papíru. Díky tomu bude papír skladovaný na menší ploše a blíže k místu použití.

Tabulka 6 Dopad redukce druhů papíru

<b>Optimisticky scénář - pokles zásoby o 75 %</b>							
Změna papíru	Pokles zásoby [t]	Pokles zásoby [ks]	Vázaný kapitál [mil. Kč]	Kapitálový náklad [mil. Kč]	Náklady na skladování [mil. Kč]	Celkový pokles ročních nákladů [mil. Kč]	Úspora prostoru [m2]
<b>M150 - &gt; M100</b>	141	53	3,16	0,25	0,35	<b>0,60</b>	<b>62</b>
<b>H150 - &gt; H100</b>	139	62	3,11	0,25	0,34	<b>0,59</b>	<b>73</b>
<b>P100 -&gt; P150</b>	68	27	1,51	0,12	0,17	<b>0,29</b>	<b>32</b>
<b>P200 -&gt; P150</b>	367	143	8,22	0,66	0,90	<b>1,56</b>	<b>172</b>
<b>Celkem</b>	714	284	16,00	1,28	1,76	<b>3,04</b>	<b>340</b>
<b>Pesimistický scénář - pokles zásoby o 50 %</b>							
Změna papíru	Pokles zásoby [t]	Pokles zásoby [ks]	Vázaný kapitál [mil. Kč]	Kapitálový náklad [mil. Kč]	Náklady na skladování [mil. Kč]	Celkový pokles ročních nákladů [mil. Kč]	Úspora prostoru [m2]
<b>M150 - &gt; M100</b>	94	35	2,11	0,17	0,23	<b>0,40</b>	<b>42</b>
<b>H150 - &gt; H100</b>	93	41	2,07	0,17	0,23	<b>0,39</b>	<b>49</b>
<b>P100 -&gt; P150</b>	45	18	1,01	0,08	0,11	<b>0,19</b>	<b>22</b>
<b>P200 -&gt; P150</b>	245	96	5,48	0,44	0,60	<b>1,04</b>	<b>114</b>
<b>Celkem</b>	476	190	10,67	0,85	1,17	<b>2,03</b>	<b>227</b>



Výše zmíněné změny byly výchozí pro přípravu nového Sortenliste. To bylo předloženo a přineslo snížení počtu Sort z 232 na 107. Cíl byl dostat počet Sort na přibližně 100, ale pro dodržení všech požadavků ze strany zákazníků a nabídky speciálních Sort nebylo možné kombinace více omezit. Současně ze stejných důvodů nebylo možné dodržet stanovená pravidla pro minimální roční objem výroby pro jednotlivé Sorty.

Při tvorbě návrhu byly nejdříve odstraněny Sorty obsahující odstraněné papíry. K nim byla nalezena Sorta jiná, která odpovídala stejným technickým vlastnostem, co se týče hlavně barvy papíru, ECT a Berstdruck. Hodnoty nemohly být stejné, ale musely odpovídat toleranci odchylky. Pokud taková Sorta v nabídce nebyla, byla navržena nová kombinace, tak aby požadavkům odpovídala a ideálně, aby mohla nahradit více Sort. Potom, co byly odstraněny již nepoužívané papíry, tak se hledaly Sorty, které měly blízké alternativy nebo měly velmi malý roční objem výroby.

**Tabulka 7 Změna Sortenliste**

	Množství Sort	Počet Sort na 80 % produkce	E	B	C	T	EE	EB	CB
Původní stav	232	77	45	71	11	26	34	33	12
Stav po navrhované změně	107	44	22	36	7	14	11	11	6

V tabulce 7 vidíme stav Sortenliste před a po navrhované změně. V důsledku změny v Sortenliste se sníží počet Sort o 125 položek. Nově se bude podílet na výrobě 80 % produkce pouze 44 Sort. Celkem 40 Sort bude mít roční objem výroby větší než jeden milion m<sup>2</sup>. Pouze 31 Sort bude mít menší roční objem výroby než půl milionu m<sup>2</sup>. V tomto případě se jedná o speciální Sorty, které se do výrobního plánu zařazují velmi výjimečně.

Tato změna bude mít vliv na několik věcí. Jednak se projeví snížením ceny vstupního papíru, poté se zvýší využití souběhu, sníží se počet řezných listů a s tím i počet změn Sort, což povede k menšímu odpadu vznikajícímu právě při výměnách rolí na odvíječích. Samotné dopady změn byly získány pomocí dosazení nových

Sort do původního plánu, tím byly získány nové náklady na materiál a délky kampaní.

**Tabulka 8 Změna nákladů na papír**

Vlna	Vyprodukováno [tisíce m <sup>2</sup> ]	Průměrné náklady na m <sup>2</sup> – před [Kč]	Průměrné náklady na m <sup>2</sup> – po [Kč]	Změna [Kč]
B	74 382	14 234	14 041	- 192
C	3 036	12 536	12 574	+38
E	31 050	15 605	15 567	-38
T	8 280	12 468	12 209	-258
EE	11 316	21 386	21 277	-109
EB	2 622	23 504	23 351	-152
CB	7 176	24640	24 490	-149
Celkem	137 862	15 080	14 949	-131

Vliv změny vstupního papíru můžeme vidět v tabulce 8. Nejdříve se spočítaly pomocí váženého průměru náklady na jeden m<sup>2</sup> lepenky v původním Sorteliste. Potom, co jsme získali, kolik by se vyrobilo jaké Sorty podle nového Sortenliste, tak stejným způsobem byly spočítaly náklady po změně. Porovnáním těchto dvou hodnot jsme došli k závěru, že náklady na papír pro výrobu jednoho m<sup>2</sup> vlnité lepenky by klesly o 131 Kč/m<sup>2</sup>. Tuto cifru jsme snížily na 110 Kč/m<sup>2</sup>. Důvodem je obezřetnost. Mohlo by se stát, že některé produkty nebudou v nově navržené Sortě splňovat svou funkci a musela by se použít Sorta s dražším papírem.

Obdobně byly získány délky výrobních kampaní a počty řezných listů, změn Sort a zvlňovacích stolic. V tabulce 9 vidíme srovnání hodnot před a po navrhované změně. Je vidět pozitivní posun ve všech sledovaných hodnotách. Samotné využití souběhu, poměr využití souběhu na počtu řezných listů, se zvýšilo o 56 % a počet změn Sort se snížil na 7 752, o 15 %.

Za pomoci rozšíření velikosti kampaní a snížení počtu změn a přestaveb docílíme zvýšení rychlosti výroby a zkrátíme celkový čas vynaložený na přestavby. Samotná průměrná rychlost se zvedne z původních 177 bm/min na očekávaných 181 bm/min. To je nárůst o 2,3 %. Současně se sníží čas vynaložený na přestavby z 290 hodin za rok na očekávaných 237,5 hodin za rok. Pokud by zůstala průměrná šířka zpracovávané role nezměněna 2 207 mm, tak by změny přinesly nárůst ročního objemu výroby o 4,4 milionu m<sup>2</sup> vlnité lepenky. To je nárůst o 3,2 %.

**Tabulka 9 Vliv změn na výrobní plán**

	Řezné listy	Souběh	Změna Sorty	Změna vlny
Původní hodnoty	15 920	3 764	9 121	1 159
Hodnoty po změně	13 055	4 780	7 752	950
Změna	-18%	+27%	-15%	-18%

Nakonec dojde ke snížení množství odpadního papíru, který se odřezává při změnách rolí papíru na odvíječích. Ve sledovaném roce se jednalo o vyhozený papír v hodnotě 7,08 milionu korun. Po omezení počtu používaných druhů papíru, počtu Sort a vlivu změn na celkový výrobní plán by se hodnota snížila na 5,86 milionu korun. To je pokles o 17,2 %, absolutně o 1,21 milionu korun.

### **3.2.2 Navýšení šíře papíru**

V rámci tohoto řešení bylo cílem zaměnit používání rolí o šířce 2 450 mm za role šířky 2 500 mm, tak aby byla využívána maximální pracovní šířka stroje. Toto řešení slibovalo navýšení celkového výrobního množství, jelikož se za stejný čas vyrábí více. Role papíru o šířce 2 450 mm se na výrobě ve sledovaném období podílely z 24 %. To bylo 14,98 milionu běžných metrů papíru z celkového množství 62,43 milionu běžných metrů. Průměrnou cenu papíru opět bereme 22 413 Kč za tunu. Důsledky počítáme jako množství, které by bylo vyrobeno navíc.

Jednoduchým překlopením výroby na širší roli by se navýšilo množství vyrobených m<sup>2</sup> za stejný čas o 2 %. Před samotným závěrem, zda změnu realizovat, jsme museli zjistit využitelnost přidaného pásu lepenky, aby nedocházelo pouze k výrobě stranového ořezu, který je odpadem při výrobě.

Nejdříve byly analyzovány jednotlivé formáty archů, které byly vyráběny ve sledovaném období. V tomto případě byla hledána možnost tak zvané samosplánovatelnosti. Tedy zda lze daný formát vyrábět samostatně, bez souběhu, tak aby byla využita celá šířka pásu s maximálním stranovým ořezem 3,5 %. Mezi všemi formáty bylo nalezeno 8,2 % archů, které požadavkům odpovídají.

Do zmíněného výběru se mohly dostat pouze archy vyráběné na jinou šířku než 2 450 mm, protože jinak by již dříve byly vyráběny právě na maximální šířku. Proto bereme použité běžné metry ponížené o množství v šířce 2 450 mm. To je 47,45 milionu běžných metrů papíru. Na tomto množství se šířka zvýší z 2 207 na 2 500. Abychom se dostali k finálnímu výsledku, kolik by se vyrobilo m<sup>2</sup> navíc, tak nakonec vynásobíme 8,2 %. Díky tomu by bylo vyrobeno o 1,128 milionu m<sup>2</sup> víc. To je navýšení o 0,008 %.

Tím byl vyřešen dopad na archy, které se vyráběly v jiné šířce role než 2 450 mm. Ty, které v ní naopak vyráběny byly, budou muset být vyráběny v nové šířce s přidaným stranovým ořezem, který bude ve většině případů odpadem. Část bude díky souběhu použitelná. Celkem změna přidá produkci 0,75 milionu m<sup>2</sup>, z nichž bude při souběhu 25 % prodáno 0,1875 milionu m<sup>2</sup>. Zbytek bude odpad.

Náklady na tento odpad budou 5,41 milionu korun. Náklady se sníží o částku získanou prodejem odpadu do papíren. To je přibližně 10 %. Cena výkupu je ale velmi nestabilní a kolísá ve velkém rozpětí. Výsledný náklad je 4,87 milionu korun. Počítáme průměrnou hmotnost lepenky 430 g/m<sup>2</sup> a cenu papíru 22 413 Kč za tunu. Naopak přidané množství vlnité lepenky, které by představovalo prodejné výrobky, by přineslo zisk 4,72 milionu korun.

Opatření by tedy ve finále přineslo zvýšení vyrobené množství o 1,878 milionu m<sup>2</sup> vlnité lepenky. To je navýšení o 1,3 %. Využití výrobní kapacity, by se díky navýšení, zvýšilo na 70,48 %.

Řešení by bylo s mírnou roční ztrátou, která by činila 0,15 milionu korun. Tato ztráta by ovšem nebyla trvalá. Archy, respektive produkty se velmi často obměňují. Používaný rozměr archu totiž vývojové oddělení přizpůsobuje používaným šířkám rolí papíru, a proto by tato ztráta postupně vymizela.

### 3.2.3 Outsourcing vlny C a CB

V rámci tohoto řešení bylo cílem zrušit výrobu vlny typu C a CB. Protože je nebylo možné přestat dodávat zákazníkům, tak bylo předmětem zkoumání možnost tento materiál získat jinak. Proto byla zkoumána rentabilita outsourcingu, respektive nákupu potřebných archů u jiných výrobců.

Výrobní hodnoty spojené s výrobou vlny C a CB jsou vidět v tabulce 10. Samotná výroba této lepenky zabrala 30 512 minut. Z celkového výrobního času to tvoří 6,1 %, ale na vyrobeném množství se podílely pouze ze 4,1 %. Velkou zátěž přinášely změny zvlňovací stolice. Z celkového času 290 hodin se přestavba na vlnu C podílela ze 43 hodin. To je 14,8 %. Zmíněné konkrétní výrobní hodnoty byly nezbytné k vyhodnocení celého řešení.

**Tabulka 10 Výrobní hodnoty vlna C a CB**

Vlna	Vyrobené množství [mil. m <sup>2</sup> ]	Čas na výrobu [min]	Rychlost [m <sup>2</sup> /min]		Výrobní rychlost [bm/min]
C	2,99	9 758	326,6		153,8
CB	2,59	11 941	231,5		106,1
Celkem	5,58	21 699	274,2		127,5

K porovnání bylo nutné znát, jednak výrobní náklady ve vlastní režii, jednak pořizovací ceny u potenciálních dodavatelů. Konkrétní hodnoty vidíme v tabulce 11. Z ní je patrné, že pořízení materiálu by bylo o 30,441 milionu korun nákladnější než výroba ve vlastní režii. To je nárůst o 6,358 % z nákladů vlastní režie. Cena je vyšší o marži dodavatele, ale také o cenu dopravy, která je výrazným nákladem, protože archy vlnité lepenky jsou sice lehkým, ale na druhou stranu velmi objemným zbožím.

**Tabulka 11 Srovnání nákladů**

Sorta	Produkce [mil. m2]	Náklady vlastní režie [mil. Kč]	Cena 1. dodavatel [mil. Kč]	Cena 2. dodavatel [mil. Kč]	Minimum z dodavatelů
C12037	0,367	20,152	21,890	24,758	21,890
C12041	0,243	14,869	20,039	20,642	20,039
C12076	0,171	10,240	11,851	12,103	11,851
C12085	0,352	22,511	29,628	29,563	29,563
C13044	0,239	14,697	15,558	18,447	15,558
C13058	0,572	41,816	47,176	48,090	47,176
C13066	0,312	21,548	22,039	25,221	22,039
C14011	0,311	2,908	3,404	3,122	3,122
C14046	0,312	17,771	18,803	22,120	18,803
C14047	0,130	7,180	9,407	9,076	9,076
C14922	0,459	58,180	56,143	58,326	56,143
R20215	0,018	2,243	2,357	2,262	2,262
R20421	0,551	109,477	110,150	109,277	109,277
R22011	0,601	43,422	46,148	50,730	46,148
R22067	0,069	6,622	6,650	7,321	6,650
R23011	0,089	8,022	9,734	8,697	8,697
R23051	0,019	1,507	1,347	1,685	1,347
R24012	0,362	32,551	34,663	35,707	34,663
R25066	0,406	43,093	45,779	44,943	44,943
Celkem	5,583	478,807	512,766	532,091	509,249
Více náklady oproti vlastní režii			<b>33,958</b>	<b>53,284</b>	<b>30,441</b>

Outsourcing lepenky C a CB přinese zvýšené náklady na vstupní materiál. Oproti tomu uvolní výrobní kapacitu na WPA. Ve výrobním čase, který byl využit na výrobu těchto typů vlny, bude možné vyrábět jiný materiál s vyšší výrobní rychlostí a celková průměrná rychlost se zvýší. Mimo jiné se eliminuje nutnost přestavby na zvlňovací stoličce pro tento typ vlny, tento čas se tak stane časem výrobním.

Při stanovení nové průměrné výrobní rychlosti jsme zachovali poměr výrobního množství jednotlivých vln a podle tohoto poměru jsme rozdělili výrobní množství lepenky typu C a CB. Z nově získaného rozdělení výroby jsme pomocí váženého průměru získaly novou průměrnou výrobní rychlost 180 běžných metrů za minutu. To je oproti původní rychlosti 177,5 bm/min nárůst o 1,4 %.

**Tabulka 12 Vyrobené metry navíc**

Typ	Původní rychlost [bm/min]	Výrobní čas [min]	Vyrobené množství původní [m <sup>2</sup> ]	Vyrobené množství nové [m <sup>2</sup> ]	Rozdíl [m <sup>2</sup> ]
C	153,8	16372,29	5,565	6,512	0,947
CB	106,1	14139,71	3,315	5,624	2,308
Celkem		30512	8,880	12,136	3,255

Nárůst rychlosti bude mít dopad na část výroby, která nahradí původní výrobu lepenky typu C a CB. Tato část dříve zastávala 30 512 minut výrobního času. V případě, že by se vyrábělo v nové průměrné rychlosti, tak by se oproti původnímu množství vyrobilo o 3,255 milionu m<sup>2</sup> víc. To je patrné z tabulky 12. V rámci času (2580 minut), který byl využíván k přestavbě zvlňovací stoličce, by mohlo být navíc vyrobeno 1,026 milionu m<sup>2</sup> vlnité lepenky.

Outsourcing výroby lepenky typu C a CB by přineslo více náklady na materiál ve výši 30,441 milionu korun a zároveň by umožnilo ve stejném výrobním čase vyrábět o 4,281 milionu m<sup>2</sup> lepenky víc. Tato produkce je potenciální přínos 10,289 milionu korun. Nepoměr mezi náklady a potenciálními přínosy je patrný již na první pohled. Outsourcing této výroby by nepřineslo společnosti ekonomický přínos a zároveň by znamenalo nárůst administrativní a pracovní zátěže. Z těchto důvodů bylo pro implementaci zavrhnuto.

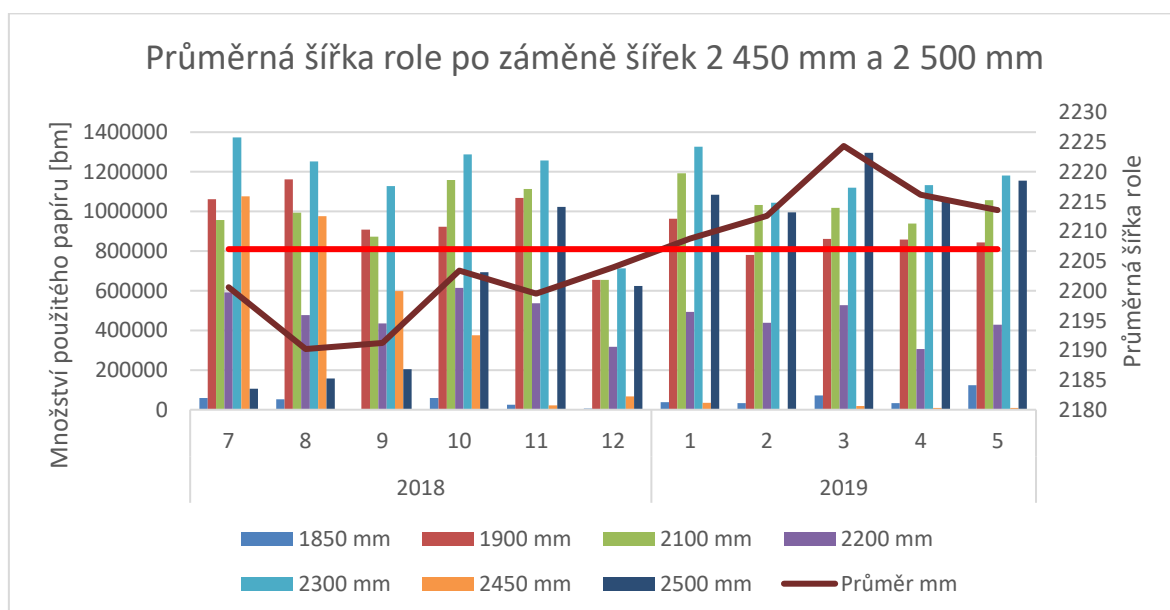
## 4 Výsledky zavedených změn

Společnost se, na základě doporučení, rozhodla navýšit šířku rolí papíru z 2450 na 2500 mm. Zároveň došlo k přijetí návrhu ke zrušení některých druhů papírů. Vyřazení těchto druhů papíru bylo rozděleno do dvou fází. Do první fáze bylo zařazeno zrušení papíru P200, který byl plně nahrazen pomocí papíru P150. Ve druhé fázi byl zrušen papír H150 a plně nahrazen pomocí H100.

### 4.1 Změna šíře papíru

Řešení bylo postupně implementováno během druhé poloviny roku 2018. Rozhodnutí k tomuto kroku padlo během července a v následujících měsících došlo k jeho zavedení. Pokles využití rolí v šířce 2 450 mm je patrný až od října. To bylo způsobeno zásobou papíru na skladu a předobjednávkami u dodavatelů.

V grafu (Obr. 15) vidíme, že k úplnému nahrazení rolí šířky 2 450 mm došlo v listopadu. Ačkoliv během nahrazování byl trend průměrné použité šířky role rostoucí, tak v listopadu byl zaznamenán pokles. To vysvětluje fakt, že produkty jsou navrhovány, tak aby mohli být na jedné z dostupných šířek rolí papíru vyráběny samostatně a současně měly co nejmenší stranový ořez. To je pro případ, kdy nejsou další zakázky ve stejné Sortě. Aby bylo dodrženo toto pravidlo, tak zmíněné produkty byly plánovány do výroby s šířkou role 1 900 mm.



Obrázek 15 Graf vlivu přechodu na širší role 2 500 mm



Druhý velký skok se udál v březnu 2019, zde se upravila skupina produktů, které nebylo možné vyrábět v šířce 2 450 mm, a byly vyráběny v nižší šířce s přidaným ořezem přímo do produktu. Část této skupiny bylo nově možné efektivně s malým ořezem vyrábět v šířce 2 500 mm. Proto byly upraveny vstupní data a došlo k lepšímu využití výrobní šířky.

Viditelné kolísání měsíčního průměru je naprosto přirozené. Je totiž ovlivněno hlavně poptávkou zákazníků po jednotlivých produktech a tím, jak je naplánována výroba. Trend je ale jednoznačný a v menší míře bude dále pokračovat. To protože nové produkty jsou vyvíjeny tak, aby se daly co nejlépe plánovat na maximální šířku role.

V grafu je také vidět, že se stále malé množství rolí v šířce 2 450 mm používá. Jedná se o předtištěné role pro konkrétní zákazníky, kde není možné rozměr změnit. Navíc by tato změna byla nežádoucí. Jedná se o několik málo zakázek, kde vstupní materiál je objednáván na míru.

V lednu 2019 průměrná šířka používaných rolí překročila průměr ze sledovaného období a je stále nad původním průměrem, který byl 2 207 mm. Nový průměr za leden až květen 2019 byl 2 214 mm. To je nárůst o 7 mm. Jedná se o nárůst o pouhých 0,003 %. V roční produkci společnosti, která se pohybuje okolo 138 milionu m<sup>2</sup> vlnité lepenky, se jedná o více než 0,4377 milionu m<sup>2</sup> vlnité lepenky. V porovnání s předpokladem 1,878 m<sup>2</sup> je navýšení podstatně menší.

V rámci využití výrobní kapacity je to jen nepatrný nárůst. Přesto je to zlepšení. Velkou výhodou je, že tohoto zlepšení bylo dosaženo bez investic a vysokých nákladů. Navíc se nepotvrdila obava ze zvýšeného stranového ořezu. Proto je změna považována za úspěšnou. Navíc je opodstatněné věřit, že se nárůst v následujících měsících ještě zvětší a to z důvodu vývoje nových produktů a omezování kombinací papíru.

## **4.2 Zrušení papíru P200**

Změna byla přijata během září 2018 a v průběhu podzimu byla implementována. Zrušení papíru byl celkem komplikovaný krok, protože bylo nutné nejdříve připravit podklady pro změnu. Založit nové Sorty, pokud do té doby neexistovaly, a poté začít měnit jednotlivé produkty, až žádný z nich neměl Sortu, která by obsahovala papír

P200. Mimo jiné bylo nezbytné kontrolovat všechny produkty, aby v nové Sortě nevznikly kvalitativní problémy.

Stav průběžných zásob před a po změně můžeme vidět v tabulce 13. Je vidět, že změnou došlo ke snížení zásoby o 321 tun papíru. To je pokles zásob o 38,7 %. Předpokládaný pokles při této změně byl od 245 do 367 tun. Oproti předpokladu ale došlo k většímu poklesu zásob papíru P150 a naopak se nepoměrně navýšilo množství papíru P100. To vysvětlujeme změnou ve výrobním portfoliu, kdy se v určitém období používá více jednoho druhu papíru. Zásoba totiž reflektuje historickou potřebu daných papíru. Přesto menší množství používaných druhů vedlo k větší obrátkovosti materiálu a tak menší průběžné zásobě.

**Tabulka 13 Vliv zrušení papíru P200**

	Před změnou		Po změně	
	Množství [tun]	Role [ks]	Množství [tun]	Role [ks]
P100	90	36	162	69
P150	250	99	346	148
P200	489	191	0	0
Celkem	829	326	508	217

Provedená změna tak přinesla kladné dopady hlavně na náklady spojené s držetím zásob a skladováním. Stejně tak jako samotný skladový prostor. Očekávaná úspora z nákladů je 1,37 milionu Kč ročně a úspora skladového prostoru 131 m<sup>2</sup>.

### **4.3 Zrušení papíru H150**

Zrušení používání papíru H150 proběhlo obdobně jako u papíru P200. Vzhledem k získaným zkušenostem z předešlé změny, proběhlo vše rychleji a bez obtíží. Samotná změna proběhla na jaře 2019.

**Tabulka 14 Vliv zrušení papíru H150**

	Před změnou		Po změně	
	Množství [tun]	Role [ks]	Množství [tun]	Role [ks]
H100	121	48	184	69
H150	185	82	0	0
H200	145	57	170	73
Celkem	451	187	354	142

Stav průběžných zásob před a po změně je opět vidět v tabulce 14. Předpokládaný pokles u této změny byl 93 až 139 tun. Výsledný pokles 97 tun byl spíše na spodní hranici předpokladu. To se dá vysvětlit tím, že se celá změna stále nestihla ustálit, a proto jsou zásoby vyšší, než je reálně nutné. I v této změně došlo k navýšení papíru s jinou gramáží. Tentokrát šlo o gramáž vyšší, tedy kvalitnější papír s lepšími technickými vlastnostmi. Některé produkty vyžadovaly použití lepšího materiálu, aby naplnily požadavky na kvalitu.

Provedená změna naplnila očekávání. Došlo k celkovému poklesu zásoby papíru typu H o 97 tun, 21,5 % původní zásoby. S tím je spojena úspora nákladů na vázaný kapitál a skladování 0,41 milionu Kč ročně a úspora skladového prostoru 54 m<sup>2</sup>. Proto se dá tato změna považovat za úspěšnou.

#### **4.4 Celkové přínosy změn**

Díky zavedeným změnám došlo k zeštíhlení výrobního procesu a navýšení využití výrobní kapacity. Tyto změny byly zavedeny bez použití investic a navíc v prostředí firmy nastartovali další řadu změn. Mezi tyto změny patří například navrhované omezení Sortenliste.

Konkrétně se zvedlo využití výrobní kapacity o 0,003 %. To je nárůst velmi malý, ale je předpoklad dalšího zlepšení, protože odezva výsledků je velká. Předpokládá se nárůst využití o dalších 0,01 %.

Díky druhů papíru P200 a H150 došlo k úspoře nákladů na zásoby o 1,78 milionu korun ročně a došlo k ušetření 185 m<sup>2</sup> skladovacího prostoru. Na tuto změnu se

vážou další úspory, jako snížení zatížení pracovníků, jelikož nemusí spravovat tolik materiálu. Materiál je možné skladovat blíže místu spotřeby a tím šetřit čas při pohybech materiálu.

## Závěr

Cílem práce bylo provést analýzu výrobního procesu vlnité lepenky ve firmě THIMM, na základě této analýzy identifikovat nedostatky procesu a navrhnout vhodná řešení k eliminaci těchto nedostatků. Nejdříve byla popsána teorie výroby, výrobních kapacit a teorie Štíhlé výroby. V další kapitole byla popsána technologie výroby vlnité lepenky a konkrétní podmínky v prostředí firmy. Byla provedena analýza zaznamenaných výrobních dat. Do analýzy byla zahrnuta také data o skladech, portfolio výrobků a vlastní pozorování prostředí.

Za pomoci pozorování a analýzy byly identifikovány nedostatky výrobního procesu. Mezi hlavní nedostatky patří velké množství druhů vlnité lepenky a vstupních druhů papíru. Bylo zjištěno, že se nevyužívá maximální pracovní šířka stroje a samotná výroba je omezena meziskladem polotovarů, který má nedostatečnou velikost. Bylo identifikováno celkem sedm nedostatků.

Nedostatky a návrhy jejich řešení byly popsány a byly porovnány pomocí vícekritériálního výběru. Z něho byly vybrány k dalšímu zkoumání první čtyři návrhy. Bylo navrženo zredukovat množství druhů vstupního papíru a vyráběných druhů vlnité lepenky. To protože byly často velmi podobné a jsou mezi sebou nahraditelné. Vznikaly tak zbytečné ztráty z nadbytečných přestaveb zařízení a skladování nadbytečného materiálu. Bylo navrženo změnit šíři nakupovaných rolí a začít využívat maximální pracovní šířku stroje. Nakonec bylo navrženo outsourcovat výrobu lepenku typu C a CB. Některé z návrhů byly přijaty.

Výsledkem práce byla eliminace dvou druhů papíru a navýšení pracovní šířky na technologické maximum stroje. Díky tomu bylo dosaženo navýšení výrobní kapacity o 0,003 % a snížení nákladů na zásoby 1,78 milionu korun ročně. Podařilo se snížit potřebnou skladovou plochu o 185 m<sup>2</sup>. Outsourcing výroby vlny C a CB nebyl přijat, protože by řešení bylo prodělečné. Zredukování portfolia vyráběných druhů vlnité lepenky se připravuje na další období. Protože se podařilo s minimální investicí zavést změny, které přinesly výše zmíněné zlepšení, tak je možné považovat změny za úspěšné.

## Seznam literatury

Altaxo: *Časové fondy* [online] [cit. 02. 6. 2019]. Dostupný z URL: <  
<https://www.altaxo.cz/provoz-firmy/management/rizeni-podniku/casove-fondy> >

BUCHTA, Miroslav. *Manažerská ekonomika*. Vyd. 4., (přeprac.). Pardubice: Univerzita Pardubice, 2008. ISBN 978-80-7395-072-9.

Businessinfo: *Lean management ve výrobě* [online] [cit. 13. 6. 2019]. Dostupný z URL:< <https://www.businessinfo.cz/cs/clanky/lean-management-ve-vyrobe-2824.html>>

CzechFSC: *O FSC* [online] 2018 [cit. 05. 05. 2019]. Dostupný z URL: <  
<http://www.czechfsc.cz> >

Fefco: *Industry statistics* [online] 2019 [cit. 02. 05. 2019]. <  
<http://www.fefco.org/about-fecco/industry-statistics-home> >

GRUBLOVÁ, Eva. *Podniková ekonomika*. Ostrava: Repronis, 2001. Základy podnikání (Repronis). ISBN 8086122751.

HEŘMAN, Jan. *Řízení výroby*. Slaný: Melandrium, 2001. ISBN 80-86175-15-4.

HORÁKOVÁ, Helena a Jiří KUBÁT. *Řízení zásob: logistické pojetí, metody, aplikace, praktické úlohy*. 3. přeprac. vyd. Praha: Profess, [1999]. Poradce controllingu. ISBN 8085235552.

Keřkovský M., *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. Praha: C.H.Becks, 2009. ISBN 978-80-7400-119-2

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Oldřich VYKYPĚL. *Strategické řízení: teorie pro praxi*. 2. vyd. Praha: C. H. Beck, 2006. C. H. Beck pro praxi. ISBN 8071794538.

KIRWAN, Mark J. *Paper and paperboard packaging technology*. Ames Iowa: Blackwell Pub., 2005. ISBN 1405125039.

Lean-manufacturing-japan: *JIT* [online] [cit. 13. 6. 2019]. Dostupný z URL:<  
<http://www.lean-manufacturing-japan.com/scm-terminology/jit-just-in-time.html>>

Leanmanufacturing: *Lean* [online] [cit. 13. 6. 2019]. Dostupný z URL:<  
<http://www.lean-manufacturing-japan.com/scm-terminology/jit-just-in-time.html>>

LeanProduciton: *TPM* [online] [cit. 13. 6. 2019]. Dostupný z URL:<  
<https://www.leanproduction.com/tpm.html>>

LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 2007. Knihovna světového managementu. ISBN 978-80-72-61-173-7.

Loffelmann, Jiří. *Plánování podle typů výroby*. [online]. [cit. 18. 05. 2019]. Dostupný z URL:<<http://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/planovani-podle-typu-vyroby.htm>>

MACHÁŇ, Josef. *Výroba obalů*. 3., opr. vyd., na SOŠ a VOŠ obalové techniky ve Štětí 2., opr. vyd. Štětí: Střední odborná škola a Vyšší odborná škola obalové techniky, 1999. ISBN 80-86343-01-4.

MACHÁŇ, Josef. *Výroba obalů*. 2. upr. a dopl. vyd. Štětí: Střední odborná škola, 1998. ISBN 80-902540-1-2.

Madison Garcia: *How to calculate Production Capacity* [online] [cit. 05. 06. 2019]. Dostupný z URL: < <https://bizfluent.com/how-8169102-calculate-production-capacity.html> >

Marshall Hargrave: *Weighted Average Cost of Capital – WACC definition* [online] 2018 [cit. 05. 06. 2019]. < <https://www.investopedia.com/terms/w/wacc.asp> 2019 >

STAŠ, David. *Organizace a řízení výroby*. Mladá Boleslav: Škoda Auto Vysoká škola, 2018.

SYNEK, Miloslav a Eva KISLINGEROVÁ. *Podniková ekonomika*. 5., přeprac. a dopl. vyd. Praha: C. H. Beck, 2010. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 9788074003363.

SYNEK, Miloslav. *Manažerská ekonomika*. 5., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3494-1.

Svět produktivity: *DMAIC* [online] [cit. 13. 6. 2019]. Dostupný z URL:< <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/DMAIC-Model-řízení-Six-Sigma-projektu.htm>>

THIMM: *Historie firmy* [online] [cit. 08. 4. 2019]. Dostupný z URL:<<http://www.thimm.de/cz/firma/o-nas/thimm-the-highpack-group/nase-historie/>>

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 2014. Expert (Grada). ISBN 9788024744865.

TTS THIMM. *Příručka kvality*. Všetaty: THIMM Obaly k. s., 2018.

Výroční zpráva THIMM Obaly k. s. *Výroční zpráva 2018* [online] [cit. 03. 6. 2019]. Dostupný z URL:<<https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-firma?subjektId=430904>>

ŽIŽKA, Miroslav a Kateřina MARŠÍKOVÁ. *Ekonomika a management podniku*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2008. ISBN 978-80-7372-385-9.

## Seznam obrázků a tabulek

### Seznam obrázků

Obrázek 1 Výrobní proces – zjednodušený.....	8
Obrázek 2 Časové fondy výrobního zařízení.....	11
Obrázek 3 THIMM Obaly k. s. ve Všetatech.....	23
Obrázek 4 Nintendo LABO od THIMM .....	25
Obrázek 5 Geometrie vlny .....	26
Obrázek 6 Druhy lepenek.....	27
Obrázek 7 Zvlňovací stroj.....	30
Obrázek 8 Schéma výroby pětivrstvé vlnité lepenky .....	31
Obrázek 9 Detail průběhu zvlňnění a slepení.....	32
Obrázek 10 Odvíjecí stojan, převáděcí most a kabina se zvlňovací stolicí .....	32
Obrázek 11 Finální slepení dvou otevřených vln a krycího papíru .....	33
Obrázek 12 Pohled do skladu rolí .....	35
Obrázek 13 Graf kumulativního podílu Sort na celkovém vyrobeném množství...	40
Obrázek 14 Mezisklad archů vlnité lepenky .....	43
Obrázek 15 Graf vlivu přechodu na šíři role 2 500 mm .....	63

### Seznam tabulek

Tabulka 1 Základní druhy lepenek .....	26
Tabulka 2 Druhy papíru a jejich plošná hmotnost.....	36
Tabulka 3 Zastoupení jednotlivých typů lepenky na výrobě .....	39
Tabulka 4 Výrobní rychlosti na WPA v závislosti na typu vlny .....	42
Tabulka 5 Skladová zásoba papíru k eliminaci.....	54
Tabulka 6 Dopad redukce druhů papíru .....	55
Tabulka 7 Změna Sortenliste.....	56



Tabulka 8 Změna nákladů na papír.....	57
Tabulka 9 Vliv změn na výrobní plán.....	58
Tabulka 10 Výrobní hodnoty vlna C a CB .....	60
Tabulka 11 Srovnání nákladů.....	61
Tabulka 12 Vyrobené metry navíc.....	62
Tabulka 13 Vliv zrušení papíru P200.....	65
Tabulka 14 Vliv zrušení papíru H150 .....	66

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1 Srovnání jednotlivých řešení ..... 74

Příloha č. 2 Výsledné výrobní rychlosti v kombinaci vlna x plošná hmotnost ..... 75

## Příloha č. 1 Srovnání jednotlivých řešení

Název opatření	Finanční nároky	Omezení výroby	Doba realizace	Odezva a výsledků	Možné přínosy	Potenciál	Konečné hodnocení
Redukce počtu druhů papíru	Desetitisíce korun	Žádné	3 měsíce	3 týdny po dokončení	Roční úspora až 3 miliony korun	Velmi vysoký	1.
Zeštíhlení Sortenliste	Desetitisíce korun	Žádné	1 měsíc	3 měsíce po dokončení	Větší flexibilita a produktivita stroje	Velmi vysoký	2.
Rozšíření meziskladu	Desítky milionů korun	Přestavby a omezení fungování interní logistiky	6 měsíců	Ihned po dokončení	Zvětšení meziskladu asi o 58% a plná automatizace	Střední	6.
Outsourcing vlny typu C	Dle cenové nabídky	Žádné	Ihned	Ihned	Uvolnění výrobní kapacity	Vysoký	4.
Navýšení šíře rolí papíru	Desetitisíce korun	Žádné	1 měsíc	Ihned	Zvýšení výrobní kapacity	Vysoký	3.
Technické zhodnocení WPA	Statisíce až milion korun	Na dobu otestování zařízení	1 týden	Ihned	Zrychlení výroby některých typů vlny	Nízký	7.
Změna provozního plánu	Tisíce korun	Dle plánu	1 týden	Ihned	Zvýšení produktivního času zařízení	Střední	5.

## Příloha č. 2 Výsledné výrobní rychlosti v kombinaci vlna x plošná hmotnost

Rychlost výroby typu vlny a gramáže výsledné lepenky na m2	B	E	C	T	Q	X	R
240	181,66	182,09		178,52			
260	195,12						
280	205,09			181,46			
295		198,92					
300	188,29	161,86		210,92			
315		190,83					
320	202,57	186,51		210,84			
323		182,53					
330	181,27	182,36		186,17			
335	199,65	192,63					
340	193,74	178,30		205,38			
345	174,32	173,75		175,09			
350	203,22	171,14		197,49			
355	192,4			199,88			
360	222,34						
365	189,94						
370	200,38	183,09	155,70	200,15			
375	202,65						
380	203,53	182,21		204,05			
390	196,37	189,86	154,76				
395		174,05		137,10			
400	194,18	181,41	165,78				
410	197,11	168,82	170,07				
420	201,8	165,46		169,19			
425	190,45	185,25		204,43			
435	194,91			175,23			
440	211,46						
445	201,00		179,56				
450	184,57	170,03	187,81				
455	174,93						
460	189,93		177,57				
470	184,91		170,88		166,60		
485	166,65						
490	177,18						
510					169,95		

520					148,79		
525					165,50		
545					155,99	146,36	
550					166,11		
570					168,96	159,86	148,61
575					170,49	151,26	
580					164,31	160,68	
585						152,15	
590					165,12	159,21	
600					167,67	149,75	
605					173,20	160,37	148,38
610					169,24		
615						154,69	
640						161,12	135,66
645						150,93	
655					185,87	159,49	
660						145,86	
670						146,48	
675						168,19	
680						177,86	
685							146,80
720							126,56
730							158,23
980						186,58	
1120							178,72

## ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	Bc. Václav Marhan		
STUDIJNÍ OBOR	6208T088 Podniková ekonomika a management provozu		
NÁZEV PRÁCE	Využití výrobních kapacit ve vybrané výrobní společnosti		
VEDOUCÍ PRÁCE	Ing. David Staš, Ph.D.		
KATEDRA	KLAT - Katedra logistiky, kvality a automobilové techniky	ROK ODEVZDÁNÍ	2019
POČET STRAN	62		
POČET OBRÁZKŮ	15		
POČET TABULEK	14		
POČET PŘÍLOH	2		
STRUČNÝ POPIS	<p>Práce se zaměřuje na popsání výrobního procesu vlnité lepenky. V analýze se zaměřuje na popsání procesu v konkrétním podniku a analyzuje celkovou realizaci, výrobní kapacitu a výrobní portfolio. Cílem je zhodnotit využití výrobní kapacity a v analýze procesu najít vlivy, které negativně ovlivňují výrobní kapacity, výrobní provoz a zvyšují náklady na výrobu. Analýza je provedena na základě získaných výrobních dat, výpočtů, portfolio materiálu a produktů, vlastního pozorování. V analýze bylo zjištěno několik nedostatků, jako neúplné využití pracovní šířky stroje, některé typy vlny se vyrábí znatelně pomaleji než jiné. Portfolio materiálu a výrobků je příliš široké, proto se ztrácí výkon stroje na častých změnách. Nakonec byla zavedena změna, aby byla využita maximální pracovní šířka stroje, to v praxi přineslo využití další výrobní kapacity o 0,003%. S nulovou investicí je to velmi dobrý výsledek. Dalším zavedeným řešením bylo omezení druhů vstupního materiálu. To přineslo snížení průběžné zásoby o 15 % a úsporu z nákladů na skladování ve výši 1,8 milionu Kč.</p>		
KLÍČOVÁ SLOVA	výrobní kapacita, vlnitá lepenka, zásoby, náklady, optimalizace		

## ANNOTATION

<b>AUTHOR</b>	Bc. Václav Marhan		
<b>FIELD</b>	6208T088 Business Administration and Operations		
<b>THESIS TITLE</b>	Usage of production capacities in selected company		
<b>SUPERVISOR</b>	Ing. David Staš, Ph.D.		
<b>DEPARTMENT</b>	KLAT Department of Logistics, Quality and Automotive Technology	<b>YEAR</b>	2019
<b>NUMBER OF PAGES</b>	62		
<b>NUMBER OF PICTURES</b>	15		
<b>NUMBER OF TABLES</b>	14		
<b>NUMBER OF APPENDICES</b>	2		
<b>SUMMARY</b>	<p>Main topic of the thesis is description of board grade production process. In analysis it is focusing on description of particular company. It is describing process in practice, production capacities and products portfolio. Main goal was to valorize usage of production capacities and to find effects, which negatively influence productivity. Analyze was based on collected data, calculations, portfolios of material and products as well as personal observations. There were found some deficiencies such as too wide portfolio of materials and products. Maximum working width of machine is not being used, some types of board wave is being produced slowly. Some proposals were implemented to practice. Maximum working width of machine was started to be used. It brought extra production of 0,003% with zero investment. Additionally some materials was excluded from production. It brought decrease of average stock by 15 % and saving yearly 1,8 million CZK in costs.</p>		
<b>KEY WORDS</b>	production capacities, board grade, stocks, costs, optimization		