

Obsah

Seznam zkratk a použitých symbolů	9
Úvod	10
1. Současné výrobní podmínky a možnosti ve společnosti Magna	11
1.1. Popis stroje GERBERcutter Z7 TM	11
1.2. GERBERSpreader TM XLs 125	14
1.3. CutWorks MPC	15
1.4. Zpracování procesního toku	15
1.5. Popis a schéma procesu zpracování výrobků na stroji	17
2. Tvorba nářezových plánů	18
2.1. Teorie tvorby nářezových plánů	18
2.2. Vliv šířky role na využití materiálu	19
2.3. Analýza tvorby nářezových plánů ve společnosti Magna	20
3. Program na výpočet odpadu a pohled z hlediska řízení výroby	21
3.1. Program na výpočet odpadu a využití materiálu	21
3.1.1. Popis programu a jeho funkcí	21
3.1.2. Popis úpravy databáze programu	22
3.1.3. Chybové hlášky programu	23
3.2. Řízení výroby a její úrovně	25
3.2.1. Strategické řízení výroby	25
3.2.2. Taktické řízení výroby	25
3.2.3. Operativní řízení výroby	26
3.3. Operativní plán výroby ve společnosti Magna	28
3.4. Analýza současných nářezových plánů ve společnosti Magna	28
3.5. Současné nářezové plány pro výrobky B6 - přířez insert	28
4. Možnosti řešení optimalizace nářezových plánů	31
4.1. Analýza odpadu nářezových plánů	31
4.2. Postup při analýze odpadu a využití materiálu	31
4.3. Analýza odpadu u výrobku B6 Přířez zadní Fady Onyx insert	32
4.4. Analýza odpadu u výrobku B6 Přířez přední Fady Onyx insert	33
4.3. Možné řešení optimalizace	34
4.3.1. 1. stupeň	34
4.3.2. 2. stupeň	35

4.3.3.	3. stupeň	36
4.4.	Optimalizace ve společnosti Magna.....	38
5.	Konečné řešení optimalizace.....	39
5.1.	Optimalizace z hlediska 3 stupňů.....	39
5.2.	Výrobky pro optimalizaci.....	39
5.3.	Operativní plán výroby pro 15. týden	39
5.4.	Optimalizace z hlediska délky pokládaného pásu.....	40
5.5.	Optimalizace pro ranní směnu.....	40
5.5.1.	Návrh optimalizace pro díl B6 Přířez přední Fady Onyx insert levý.....	41
5.5.2.	Návrh optimalizace pro díl B6 Přířez zadní Fady Onyx insert levý	41
5.5.3.	Návrh optimalizace pro díl B6 Přířez zadní Fady Onyx insert pravý	43
5.6.	Optimalizace pro odpolední směnu.....	44
5.6.1.	Návrh optimalizace pro díl B6 Přířez přední Fady Onyx insert levý.....	44
5.6.2.	Návrh optimalizace pro díl B6 Přířez přední Fady Onyx insert pravý.....	45
5.7.	Konečné řešení	45
5.7.1.	Ranní směna	45
5.7.2.	Odpolední směna.....	46
6.	Závěr.....	47
	Seznam literatury:	48

Seznam zkratk a použitých symbolů

a. s.		akciová společnost
atd.		a tak dále
CAD		computer aided design (počítačem podporovaný design)
cm		centimetr
CSS		cascading style sheets (kaskádové styly)
HTML		hypertext markup language (hypertextový značkovací jazyk)
kg		kilogram
max.		maximálně
m		metr
mm		milimetr
OPV		operativní plán výroby
PTK		provozní technická kontrola
resp.		respektive
s. r. o.		společnost s ručením omezeným
S_o	$[\text{mm}^2]$	celková plocha řezaných dílů
S_p	$[\text{mm}^2]$	plocha role tkaniny, nebo pásů plechu
tzv.		takzvaný
η	$[-]$	součinitel využití materiálu

Úvod

Tvorba a optimalizace nářezových plánů hraje v praxi velmi důležitou úlohu, stejně jako optimalizace výrobních dávek. Od toho se odvíjí úspěšnost a neúspěšnost výroby. Snahou by mělo být co nejlepší využití řezaného materiálu, a to z důvodu ceny materiálu, která v současné době představuje nezanedbatelné náklady. U optimalizace výrobních dávek by měla být věnována pozornost co největší taktovosti výroby s ohledem na počet vyráběných kusů a návazností na nářezový plán.

Cílem bakalářské práce je analýza a následné vyhodnocení současných nářezových plánů a poté stanovení optimálních výrobních dávek u vybraných výrobků s využitím změny délky řezaného materiálu a přihlédnutím na nářezový plán.

Bakalářská práce je zpracovávána pro společnost Magna Exteriors & Interiors (Bohemia) s. r. o. se sídlem v Libáni. Tato společnost se zabývá výrobou plastových dílů do automobilů. Je součástí nadnárodního koncernu Magna, který působí po celém světě a vyrábí díly do automobilového průmyslu. Magna Exteriors & Interiors (Bohemia) s. r. o. v Libáni má 430 zaměstnanců. Plastové díly zde vyráběné najdeme v automobilech Škoda.

1. Současné výrobní podmínky a možnosti ve společnosti Magna

Nářez se ve společnosti Magna provádí na řezacím stroji GERBERcutter Z7TM a pokladacím zařízení GERBERspreaderTM XLs 125.

Pro dobrou názornost je v této kapitole také zpracován procesní tok na stroji.

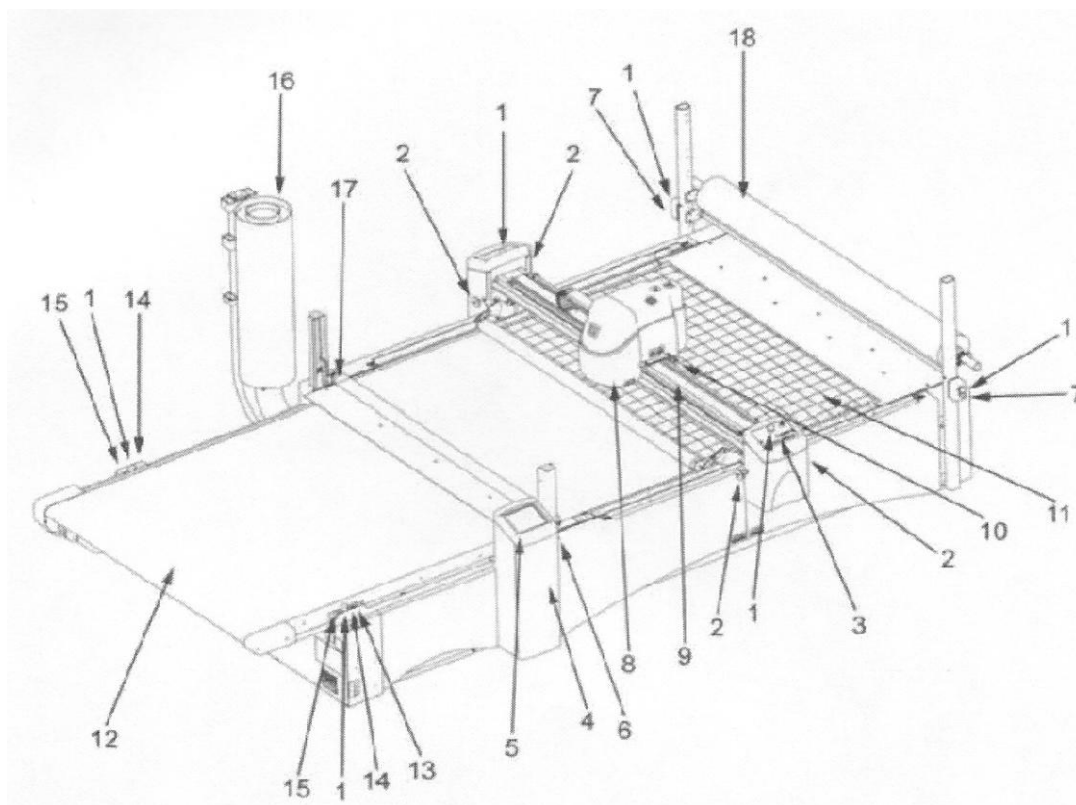
1.1. Popis stroje GERBERcutter Z7TM



Obr. 1. GERBERcutter Z7TM

Zdroj: [vlastní]

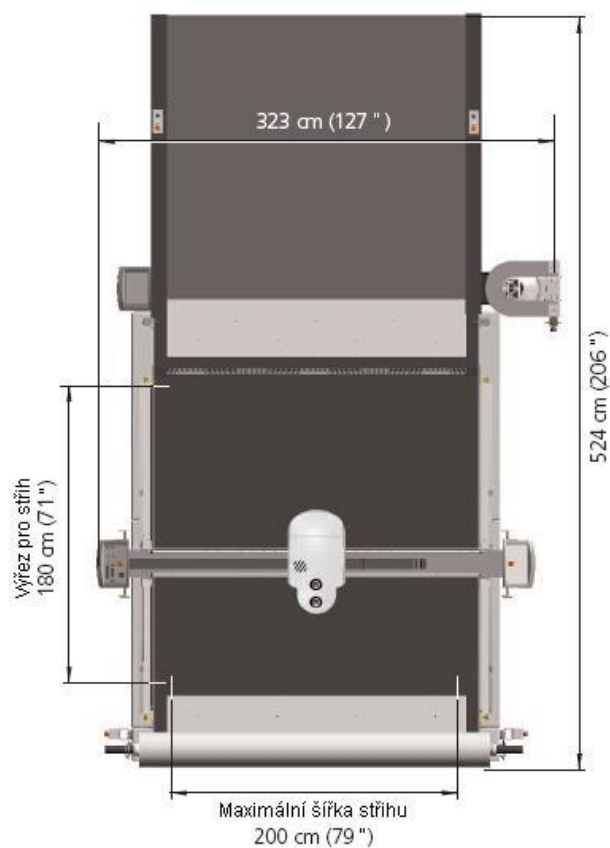
GERBERcutter Z7TM je řezací stroj, který umožňuje řezání různých druhů tkanin. Hlavní řezání zajišťuje nůž, který je upevněn v hlavě stříhacího stroje. Pohyb nože je řízen počítačem cutteru a jeho softwarem CutWorks MPC. Hlava ještě obsahuje dva vrtáky s rychloupínáním na vrtání děr ve zpracovávaném materiálu a je umístěna na rameni, pohybujícím se nad stolem stroje. Materiál je položen na stole cutteru, který je z důvodu nebezpečí zatrhnutí pokryt slabým papírem. Řezaný materiál je stlačován a přidržován vakuem řezacího stolu. Na rameni je také umístěna dotyková obrazovka s počítačem obsahujícím řídicí software.



Obr. 2. Schéma cutteru

Zdroj: [6]

Popis stroje: 1. Nouzové tlačítko E-Stop, 2. Polohový bezpečnostní vypínač, 3. Řídící panel ramene, 4. Konzola operátora, 5. Dotykový displej, 6. Regulátor přitlaku patky, 7. Ovládání dopravníku, 8. Hlava řezacího stroje, 9. Rameno, 10. Vrtáky s rychloupínáním, 11. Dopravníkový povrch řezacího stroje, 12. Odebírací dopravník, 13. Zapnutí / vypnutí, 14. Manuální posun, 15. Pauza, 16. Výfuk a přívod elektřiny, 17. Překryvná folie, 18. Podavač folie



Obr. 3. Pohled shora na cutter

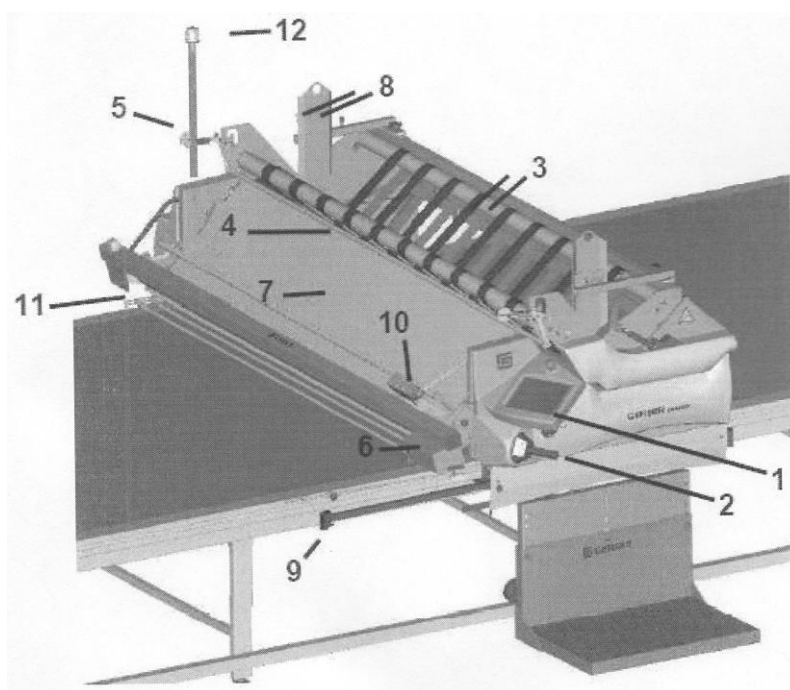
Zdroj: [www.gerberotechnology.com]

Hlavní technické parametry cutteru [6]:

- Maximální výška řezu 7,2 [cm]
- Šířka řezu 2,0 [m]
- Délka řezu 1,8 [m]
- Výška ramena 10,0 [cm]
- Šířka stolu 2,53 [m]
- Šířka ramena 3,05 [m]
- Výška 90 [cm]
- Délka 5,24 [m]
- Hmotnost 4511 [kg]

1.2. GERBERSpreader™ XLs 125

GERBERSpreader™ XLs 125 je pokladací stroj, který zajišťuje pokládání řezané tkaniny na stůl. Stroj je pracovním stolem spojen s cutterem. Ovládání stroje zajišťuje ovládací panel, opět se softwarem CutWorks MPC. Hlavní součástí stroje je kolébka s řezacím zařízením. Odvíjecí systém umístěný na kolébce slouží k držení materiálu a jeho následnému odvíjení a pokládání na pracovní stůl. Řezací zařízení slouží k uříznutí tkaniny na potřebnou délku. Stroj má vodící lišty pro vedení odvíjené tkaniny a díky tomu má stroj vysokou přesnost při jejím pokládání. U ovládacího panelu je ovladač rychlosti, kterým obsluha stroje ovládá rychlost pokládání tkaniny na pracovní stůl.



Obr. 4. Schéma pokladacího stroje

Zdroj: [7]

Popis stroje: 1. Ovládací panel, 2. Ovladač rychlosti, 3. Kolébka, 4. Napínací hrazda, 5. Vyvažovací tělesa, 6. Zdvihač, 7. Vodící plech, 8. Vodící člen role s materiálem, 9. Snímač překážek, 10. Snímač okrajů, 11. Řezací zařízení, 12. Varovné světlo.

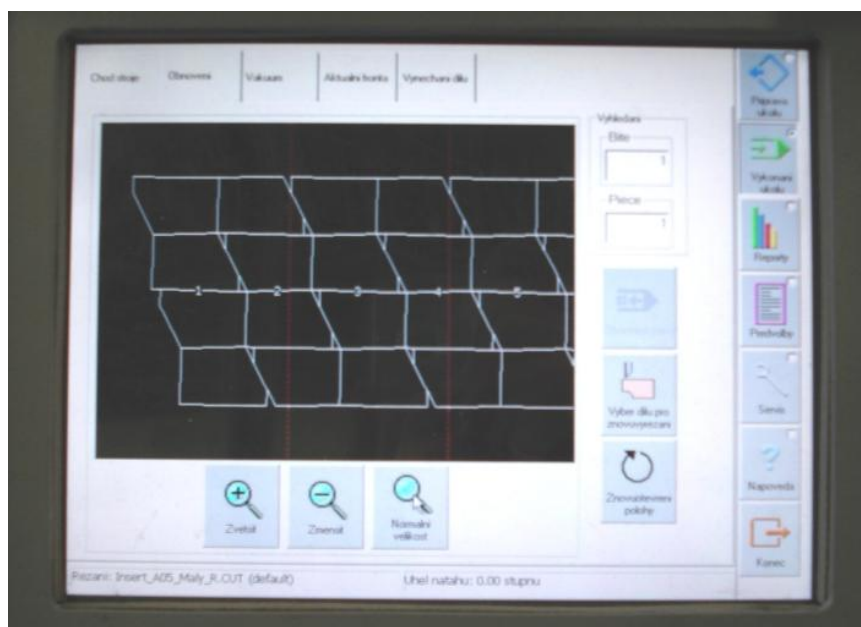
Hlavní technické parametry pokladacího stroje [7]:

- Pokladací šířka 200 [cm]
- Celková výška stroje 82 [cm]

- Hmotnost stroje 450 [kg]
- Max. hmotnost pokládané role 125 [kg]
- Max. průměr pokládané role 650 [mm]
- Max. výška položené vrstvy 43 [cm]

1.3. CutWorks MPC

Cutter používá ke svému řízení software CutWorks MPC. Celý software se ovládá dotykovou obrazovkou, která má tři různé části: hlavní nabídku, hlavní pole a stavový řádek. Pomocí hlavní nabídky může uživatel vybírat mezi různými provozními režimy. Hlavní pole obsahuje hlavní softwarové ovladače pro monitoring a vklad dat. Stavový řádek informuje uživatele o tom, který soubor s nastavením a která šablona se právě načítá.



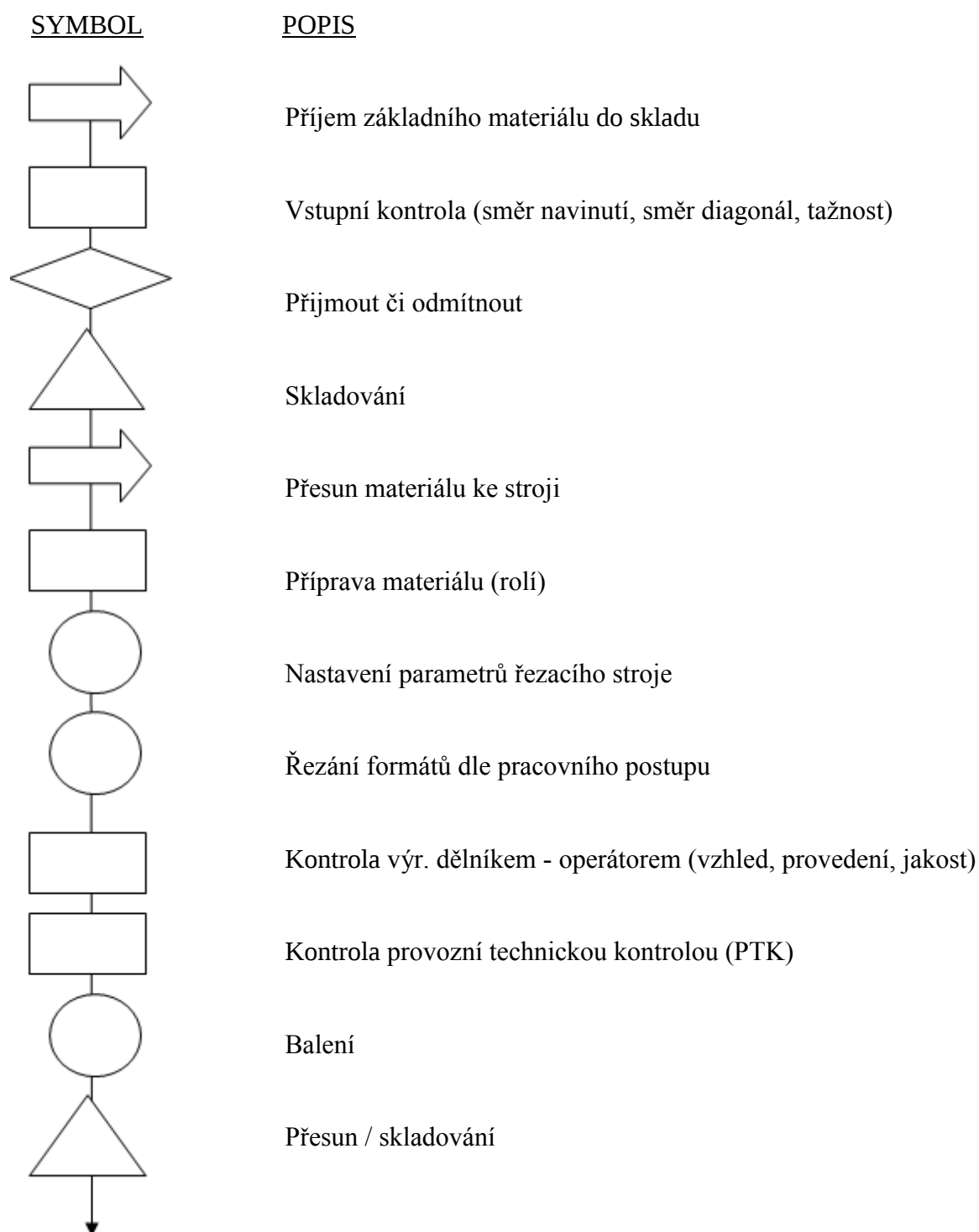
Obr. 5. Dotyková ovládací obrazovka cutteru s řídicím softwarem

Zdroj: [vlastní]

1.4. Zpracování procesního toku

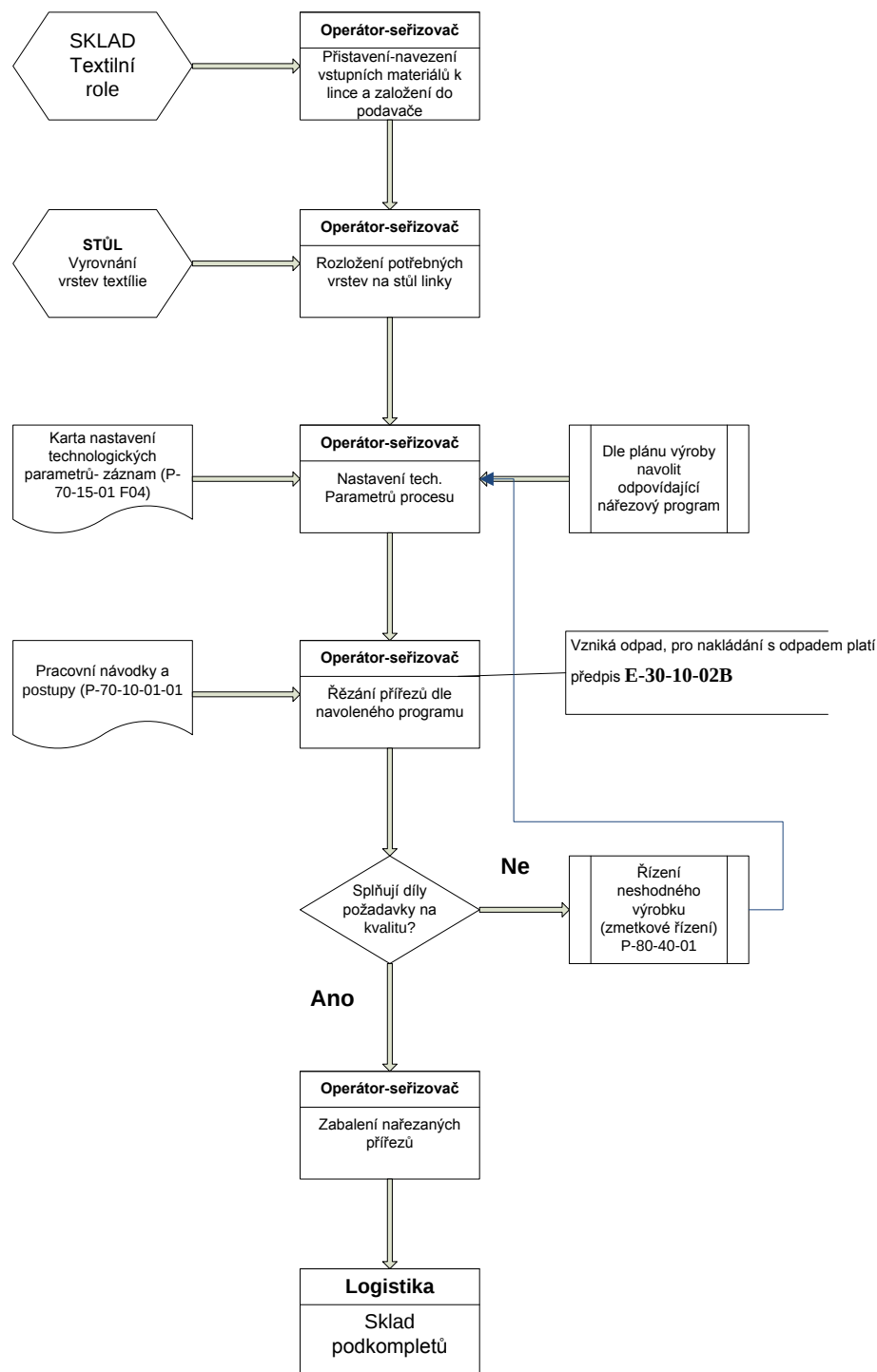
Podle schématu níže je vidět, jaký je tok materiálu při zpracování na cutteru. Nejprve se materiál dodaný dodavatelem přijme v základním skladu, kde probíhá vstupní kontrola. Kontroluje se správný směr navinutí, směr diagonál - správné natočení a úhel vzoru - a tažnost materiálu. Pokud materiál vyhovuje, skladuje se do doby, než bude zpracován na stroji. Pokud nevyhovuje, vrátí se dodavateli. Materiál se přesune ke stroji a připraví se na

zpracování. To zahrnuje přípravu do podavacího stroje a jeho následné položení na pracovní stůl cutteru. Po nastavení řezacích podmínek na stroji a rozřezání dle pracovního postupu se nařezané díly kontrolují jak na vzhled - výrobním dělníkem, tak PTK. Pokud jsou díly v pořádku, balí se a přesunují do skladu. Poté jsou po 48 hodinách zpracovávány dále. Pokud díly nevyhovují, jdou do tzv. řízení neshodného výrobku, kde se s díly nakládá podle vnitřních směrnic podniku.



1.5. Popis a schéma procesu zpracování výrobků na stroji

Při plném využití kapacity je u stroje potřeba 6 operátorů - seřizovačů. Každý operátor má, podle schématu níže, na starost jinou část procesu.



Zdroj: [Magna]

2. Tvorba nářezových plánů

2.1. Teorie tvorby nářezových plánů

Materiál tvoří až 80 % nákladů. Proto je důležitá snaha o vytvoření co nejlepšího nářezového plánu. Nářezovým plánem je označováno rozmístění dílů na řzaném pásu (role tkaniny, tabule plechu. Proto je hlavním cílem optimalizace nářezového plánu uspořádání a nebo změna konstrukce, vedoucí k co největší minimalizaci odpadu, a tudíž redukci nákladů.

Odpad u řezání můžeme rozdělovat na technologický a konstrukční. Technologický odpad je dán např. šířkou prořezu nože anebo jeho přerézem. Tento druh odpadu se dá redukovat pouze v minimální míře (např. změna nože). Konstrukční odpad vzniká nedostatečným využitím řzaného pásu - špatným rozmístěním řzaných dílů. Tento typ odpadu je velice důležité redukovat.

Nářezový plán může být:

- 1) kusový - určuje se nejvýhodnější způsob řezání pro jeden typ výrobku
- 2) skupinový - zde se řeže více tvarů výrobků a určuje se jejich nejvýhodnější poloha na řzaném pásu

Hospodárnost nářezu charakterizuje součinitel využití materiálu, který má tento tvar:

$$\eta = S_o / S_p$$

S_o - celková plocha řzaných dílů [mm^2]

S_p - plocha role tkaniny nebo pásu plechu [mm^2]

V případě vynásobení 100 dostaneme využití materiálu v procentech [9].

Příklad nářezového plánu a jeho optimalizace:



Obr. 6. Neoptimalizovaný nářezový plán

Zdroj: [10]



Obr. 7. Optimalizovaný nářezový plán

Zdroj: [10]



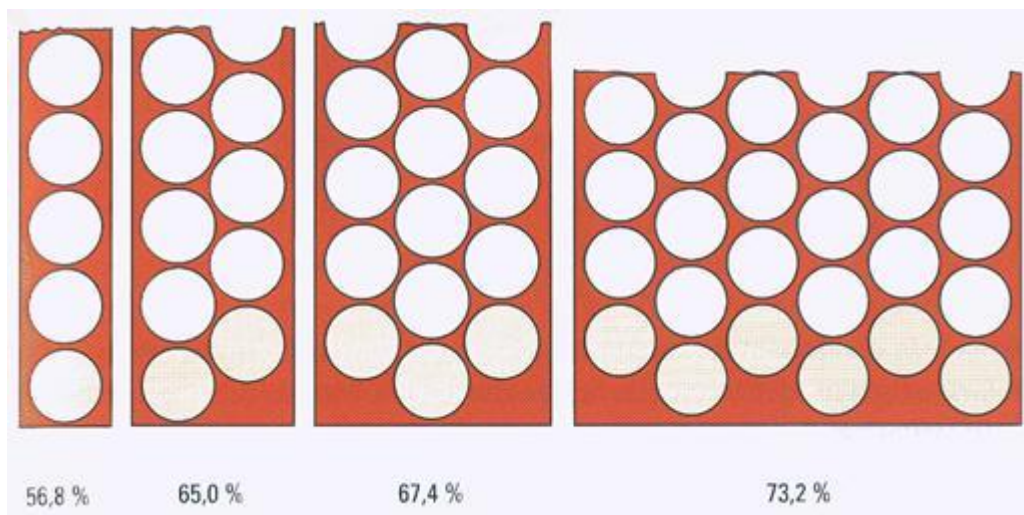
Obr. 8. Nejlépe optimalizovaný nářezový plán

Zdroj: [10]

Na obrázku 6 je vidět neoptimalizovaný nářezový plán. Díly jsou položeny za sebou. Využití materiálu je špatné - konstrukční odpad je velký, a proto musí dojít k optimalizaci. U druhého obrázku (7) je vidět optimalizace rozmístění dílů na pásu. Díly byly přerovnány tak, že se jejich počet zvýšil o 25 % oproti prvnímu, neoptimalizovanému nářezovému plánu. Ve třetím případě již proběhla poslední optimalizace rozmístění a již je zde finální poloha dílů na řezaném pásu (obr. 8) Počet řezaných dílů se zvýšil o 50 % oproti prvnímu případu. Využití materiálu je zde nejlepší, konstrukční odpad se snížil na minimum.

2.2. Vliv šířky role na využití materiálu

Na využití materiálu má nesporný vliv také šíře vstupní role (pásu). Jak můžeme vidět na obrázku 9, se zvětšující se šířkou vstupní role se zvyšuje procentuální využití řezaného materiálu. Při nejmenší šířce je využití pouhých 56,8 %, kdežto u čtvrtého případu, kde je role nejširší, je využití již 73,2 %. Tento poznatek je velice důležitý při správném výběru šířky řezaného materiálu [9].



Obr. 9. Vliv šířky role na využití materiálu

Zdroj: [9]

2.3. Analýza tvorby nářezových plánů ve společnosti Magna

Při návrhu a tvorbě nářezových plánů se zde používá software VariCAD. Technolog nejdříve plánovaný díl nakreslí v tomto softwaru a poté přenesení na předem připravený nákres role, ze které se daný výrobek bude vyřezávat. Poté si výrobek zkopíruje a vytváří co nejlepší skladbu výrobků na roli látky - nářezový plán.

Po vytvoření nejvhodnějšího nářezového plánu se nákres uloží do formátu dxf. Dxf je formát výkresů podporovaný většinou počítačem podporovaných kreslicích systémů (CAD). Tento soubor s nákresem se nahraje do řídicího softwaru stroje - CutWorks MPC a v něm se zpracuje.

Poté musí technolog určit tři základní body: startovací bod, bod vytažení a bod zapíchnutí nože. Startovací bod určuje, kde cutter začne řezat díl. Může být kdekoliv, typicky však bývá v rohu prvního dílu. Technolog by se měl vyhnout nastavení startovacího uprostřed oblouku. Bod vytažení a bod zapíchnutí nože se mohou použít při řezání rohů. Většina rohů na díle je ale řezána kontinuálně, bez vytažení nože. To způsobuje malý rádius na řezaném rohu. U dílů, v jehož rozích je vyžadována maximální přesnost, je proto možné zadat příkaz pro vytažení nože v rohu, jeho otočení nad materiálem a následné zapíchnutí ve směru dalšího řezu.

Většina řezaných dílů a materiálů nevyžaduje redukci rychlosti. Pokud je potřeba vyrobit tvarově složitější díl, může ji technolog použít. Pro tuto redukci se použije modul toolpatch, který vloží do dat příkazy pro zpomalení.

3. Program na výpočet odpadu a pohled z hlediska řízení výroby

3.1. Program na výpočet odpadu a využití materiálu

Při návrhu nářezových plánů je vždy počítáno s lidskou účastí. Ve společnosti Magna vytváří všechny nové plány technolog - specialista. Jelikož v současné době nemá žádný software na zjištění odpadu a využití materiálu, tak jsem, na tyto výpočty, vyvinul odpovídající program. Program je vytvořený pomocí technologií HTML, JavaScript a CSS.

Díky tomu je velmi nenáročný na výpočetní výkon, a proto je spustitelný na všech typech počítačů se systémem Windows 2000 a novějším.

Program je tvořen dvěma soubory. První, s názvem *database.txt*, obsahuje databázi dílů a slouží pro uchování dat vložených do programu a jejich následné použití. Do tohoto souboru uživatel nezasahuje. Druhý soubor, nazvaný *Výpočet odpadu.hta*, je samotný program, který provádí výpočty a ve kterém se přidávají díly do databáze.

3.1.1. Popis programu a jeho funkcí

Hlavní rozhraní tvoří dvě okna. Při spuštění se ukáže okno se čtyřmi poli (viz obrázek č. 10 níže), z čehož první je výběrový seznam, dále tlačítka *Spočítat* a *upravit seznam dílů*. V nabídce *Díl* se vybírá díl již zanesený do databáze (viz níže), u kterého se má výsledný odpad a využití materiálu počítat. Druhé pole slouží k zadání počtu dílů, které jsou na jedné vrstvě pásu - podle nářezového plánu. Do dalšího pole nazvaného *Šířka pásu* se zapíše ta šířka, která je používána u vybraného dílu ze seznamu dílů. Poslední pole slouží k zadání délky pásu, rovněž používané u vybraného dílu.

Po vyplnění všech výše uvedených polí se tlačítkem *Spočítat* spustí výpočet. Ve spodní části okna se po jeho stisku zobrazí údaje o velikosti odpadu, velikosti využité plochy a celkové ploše pásu. Hodnoty se zobrazí jak v m^2 , tak i v procentech pro větší názornost. Výpočet probíhá podle výše uvedeného vzorce na výpočet využití materiálu.

Výpočet odpadu a využití materiálu			
Díl:	Přířez L combi 635x335	Počet dílů:	48
Šířka pásu:	1,8 [m]	Délka pásu:	8,4 [m]
Spočítat		upravit databázi dílů →	
DÍL: Přířez L combi 635x335			
Odpad	2,93 m²	19,4 %	
Celková plocha dílů	12,19 m²	80,6 %	
Celková plocha pásu	15,12 m²		

Obr. 10. Hlavní okno programu s výpočtem

Zdroj: [vlastní]

3.1.2. Popis úpravy databáze programu

Tlačítkem upravit databázi dílů se dostaneme do druhého okna programu (viz obrázek č. 11), kde dostáváme možnost jakkoliv upravovat databázi dílů. Vlevo je současná databáze dílů. Pro přidání nového dílu je třeba stisknout tlačítko *Nový díl*. Vpravo se zobrazí tři pole, jež jsou potřeba vyplnit, a také tlačítka *OK* a *Vymazat*. Do prvního pole se vloží číslo dílu, kterým je díl reprezentován v programu SAP, do druhého se zapíše název dílu a do třetího pole se napíše údaj o jeho obsahu v m². Pokud jsou vyplněné údaje v pořádku, klikne se na tlačítko *OK*. Tím se díl zanesení do databáze a je připraven k použití při výpočtu. Pokud již vytvoříme díl se špatnými údaji, je možné ho vlevo ve sloupci databáze označit a údaje buď upravit přepsáním položek vpravo a kliknutím na tlačítko *OK*, nebo díl úplně vymazat stisknutím tlačítka *Vymazat*.

Když máme všechny úpravy hotové, je možné se vrátit do hlavního okna programu kliknutím na text *zpět na výpočet*, kde můžeme provádět výpočty již s novými díly. V hlavním okně zůstává zobrazen poslední výpočet a je tedy možné provést stejný výpočet s nově vytvořeným dílem bez nutnosti znovu zadat údaje o šíři a délce role.

Obr. 11. Databáze programu s přidáváním dílů

Zdroj: [vlastní]

3.1.3. Chybové hlášky programu

Program samozřejmě také obsahuje chybové hlášky. Pokud uživatel omylem zadá v hlavním okně programu do kteréhokoliv pole např. písmeno místo číslice, program vypíše chybovou hlášku *Některá ze zadaných hodnot není číslo*. Uživatel může špatně napsanou hodnotu přepsat a pokračovat ve výpočtu. Pokud uživatel přidává díl do databáze a zadá špatný obsah dílu, program ukáže stejnou hlášku jako v předchozím případě.

Jestliže se uživatel např. přepíše v délce či šířce role anebo v počtu kusů a tento počet dílů se na uvedenou roli fyzicky nevejde, zobrazí program chybovou hlášku *Díl se nevejde na pás*.

Výpočet odpadu a využití materiálu

Díl: Počet dílů:

Šířka pásu: [m] Délka pásu: [m]

[upravit databázi dílů →](#)

Některá ze zadaných hodnot není číslo.

Obr. 12. Chybová hláška při zadání nesprávné hodnoty

Zdroj: [vlastní]

Výpočet odpadu a využití materiálu

Díl: Počet dílů:

Šířka pásu: [m] Délka pásu: [m]

[upravit databázi dílů →](#)

DÍL: Přířez L combi 635x335

Díl se nevejde na pás.

Díl - 7,92 m

Pás - 1 m²

Obr. 13. Chybová hláška Díl se nevejde na pás

Zdroj: [vlastní]

3.2. Řízení výroby a její úrovně

Řízení a organizace výroby je proces, který vychází z podnikatelského záměru společnosti, sleduje stanovené cíle a měl by zajistit transformaci vstupních surovin a materiálů v konečné výrobky (produkty). Úkolem by také mělo být co nejefektivnější využití všech výrobních faktorů a takové zabezpečení výroby, aby její průběh byl optimální [1].

Vlastní řízení se obvykle rozděluje do tří úrovní:

- strategické řízení výroby,
- taktické řízení výroby,
- operativní řízení výroby.

3.2.1. Strategické řízení výroby

Strategické řízení výroby přísluší vrcholovému managementu, to znamená generálnímu manažerovi a odborným ředitelům jednotlivých útvarů. Jejich úkolem je stanovení cílů v dlouhém časovém horizontu (obvykle 10 - 20 let).

Ke strategickým cílům patří zejména:

- určení tzv. výrobního portfolia (výrobky, kterými se společnost chce prosadit),
- rozvoj nových výrobních technologií,
- výběr trhů nebo částí trhů, na kterých chce společnost oslovit zákazníky,
- stanovení a realizace konkurenční výhody na trhu,
- stanovit harmonogram rozvoje společnosti.

Tento způsob však neslouží k řízení jednotlivých útvarů v rámci společnosti, a proto je k řízení a plánování výroby na cutteru nevhodný [1].

3.2.2. Taktické řízení výroby

Hlavním úkolem taktického řízení výroby je rozpracování strategie, která byla naplánována na vrcholové úrovni, do konkrétních podmínek výroby. Největší podíl na jejím vytyčování má střední management, a to zejména manažeri oddělení konstrukce, materiálně-technického zásobování a technologie a případně personalisté.

Cílem tohoto řízení výroby je definování výrobního programu a sice:

- definitivní stanovení podoby organizace vlastní výroby,

- upřesnění výrobní politiky,
- stanovení materiálových toků a příprava výroby,
- konkretizaci postupu při vytváření konkurenční výhody.

Taktické řízení slouží k řízení výroby na nižší úrovni než strategické, má již určité rysy potřebné k řízení výroby na cutteru, ale je pro tento účel stále moc obecné. Pro tyto účely je proto vhodné operativní řízení výroby [1].

3.2.3. Operativní řízení výroby

Operativní řízení výroby představuje nejnižší úroveň řízení výrobního procesu. Úkolem je rozpracování strategického i taktického plánu až do podmínek vlastní výroby, zejména do dílen a provozů. Existuje zde velmi úzký vztah k datové základně, to znamená k jednotné soustavě vstupních údajů řízení podniku. Tato základna poskytuje normy a normativy, jež jsou základem ke stanovení výrobních úkolů a jejich sledování.

Nedílnou součástí tohoto plánování tvoří i ekonomická stránka, tzv. technicko-ekonomické plánování. To určuje základní směry hospodaření a rozvoje podniku. Operativní řízení poté zajišťuje následnou realizaci konkrétních úkolů.

V tomto systému řízení výroby musí být také vybudována informační soustava, která poskytuje přehled o výrobních výsledcích a disponibilitě jednotlivých výrobních činitelů [1].

Funkce operativního řízení výroby

Toto řízení představuje souhrn řídicích činností, jejichž cílem je zajistit optimální průběh výroby. To vše při maximálně hospodárném využití všech vstupů. Má za úkol konkretizovat výrobní zakázky (úkoly) přijaté výrobní jednotkou z hlediska prostoru (místa výroby) a času. To znamená, že určuje, co, kým, kde a kdy se má vyrábět [1].

Pod operativní řízení výroby jsou zahrnovány dvě činnosti (oblasti):

- operativní plánování výroby,
- řízení průběhu výroby.

Operativní plánování výroby

Operativní plánování výroby spočívá v postupném rozpracování výrobních úkolů (zakázek) do dílčích operací tak, že se provede určení objemu, místa a lhůt výroby, a poté v jejich zpřesňování, kontrole a koordinaci. Je základem řízení útvarů uvnitř podniku a jeho prostřednictvím dochází k přeměně strategického plánování na operativní. Strategické

plánování výroby pouze stanoví cíle a jejich vztah na delší časové období, operativní plánování velmi podrobně určí plnění těchto cílů stanovenými prostředky. Časovými jednotkami mohou být roky, ale častěji to bývají měsíce, týdny a v určitých případech i dny. Operativní plánování výroby zabezpečuje také výrobní rytmus a plynulost výrobního procesu tím, že každému útvaru jednoznačně určuje cíle a úkoly na příslušné období - tím vzniká tzv. operativní plán výroby (OPV). Ten vychází zejména:

- z konkrétních úkolů (zakázek) na určité období,
- z reálné situace ve zdrojích, kterými mají být tyto úkoly realizovány.

Délka plánovacího období, pro které je operativní plán sestavován, závisí na řadě okolností. Mezi ty nejvýznamnější patří:

- typ a charakter výroby,
- průběžná doba výrobku,
- předstih, s kterým je nutné znát požadavky zákazníků,
- předstih potřebný pro spolehlivé zajištění všech vstupů, především materiálu.

Standardními délkami období těchto operativních plánů jsou čtvrtletí, měsíce, týdny a popř. směny. V dnešní době se stále více uplatňují operativní plány na různě dlouhá období. Je to z toho důvodu, aby operativní plán co nejvíce vystihoval momentální stav zdrojů (materiálu, kapacit) a odpovídal skutečné situaci v rozpracovanosti výroby. Operativní plány musí být vždy dostatečně přesné a reálné [1].

Řízení průběhu výroby

Druhou činností operativního řízení výroby je řízení průběhu výroby na časovém horizontu. Je to činnost, která stanovuje provedení jednotlivých výrobních operací v čase a prostoru, aniž by byl ovlivněn obsah a posloupnost těchto operací, a také vytváří podmínky pro jejich optimální průběh [1]. Cílem by mělo být zejména:

- splnění úkolů OPV při rovnoměrném vytížení výrobních kapacit,
- eliminace časových ztrát způsobených technicko-organizačními nedostatky během výrobního procesu,
- zabezpečení vysoké produktivity všech procesů,
- zajištění optimálního objemu rozpracované výroby,
- zkracování průběžné doby výroby.

3.3. Operativní plán výroby ve společnosti Magna

Každý týden se v podniku zpracovává operativní plán výroby. Jsou zde zaneseny všechny požadavky na díly, které je potřeba vyrobit a v jakém množství. Plán obsahuje čísla výrobků v programu SAP, typ a číslo role, z níž jsou vyrobeny, a slovní název s rozměrem. Vedlejší část je rozdělena na dny v týdnu a ty jsou dále rozděleny na ranní a odpolední směnu. Do těchto sloupců se zapisuje plán - počet kusů, které se mají vyrobit, pro daný výrobek v daný den a danou směnu.

				Pondělí		Úterý		Středa		Čtvrtek		Pátek	
				ranní	odpolední	ranní	odpolední	ranní	odpolední	ranní	odpolední	ranní	odpolední
A05 - PŘÍŘEZ - INSERT	PŘÍŘEZY ONYX	NOVÉ	127 753 351 000	Prířez L domo 630x335 Amory 02 onyx+PUR	1250								
		NOVÉ	127 754 351 000	Prířez P domo 630x335 Amory 02 onyx+PUR	1200								
		8108841	127 753 351 000	Prířez lev 670x335 Amory 02 onyx+PUR			1250						
		8108845	127 756 351 000	Prířez prav 670x335 Amory 02 onyx+PUR			1150						
		8108830	127 757 351 000	Prířez lev 515x345 Amory 02 onyx+PUR	1200		1100						
		8108834	127 758 351 000	Prířez prav 515x345 Amory 02 onyx+PUR	1000	2300							
	PŘÍŘEZY SEDE	NOVÉ	127 753 358 000	Prířez L domo 630x335 Catemo grey + PUR						250			
		NOVÉ	127 754 358 000	Prířez P domo 630x335 Catemo grey + PUR						200			
		8108836	127 756 358 000	Prířez lev 670x335 Catemo grey + PUR						1000	900		
		8108842	127 758 358 000	Prířez prav 670x335 Catemo grey + PUR						1850			
		8108833	127 757 358 000	Prířez lev 515x345 Catemo grey + PUR			3000						
		8108837	127 758 358 000	Prířez prav 515x345 Catemo grey + PUR			500			2450			
	PŘÍŘEZY MODR	NOVÉ	127 753 356 000	Prířez L domo 630x335 blue-grey + PUR									
		NOVÉ	127 754 356 000	Prířez P domo 630x335 blue-grey + PUR									
		8108839	127 755 356 000	Prířez lev 670x335 Catemo blue-grey+PUR									
		8108843	127 756 356 000	Prířez prav 670x335 Catemo blue-grey+PUR									
		8108832	127 757 356 000	Prířez lev 515x345 Catemo blue-grey+PUR									
		8108836	127 758 356 000	Prířez prav 515x345 Catemo blue-grey+PUR									
	PŘÍŘEZY IVORY	NOVÉ	127 753 357 000	Prířez L domo 630x335 Amory 2 Ivory+PUR									
		NOVÉ	127 754 357 000	Prířez P domo 630x335 Amory 2 Ivory+PUR									
		8108840	127 755 357 000	Prířez lev 670x335 Amory 02 Ivory+PUR									
		8108844	127 756 357 000	Prířez prav 670x335 Amory 02 Ivory+PUR									
		8108831	127 757 357 000	Prířez lev 515x345 Amory 02 Ivory+PUR									
		8108835	127 758 357 000	Prířez prav 515x345 Amory 02 Ivory+PUR									

Obr. 14. Ukázka z operativního plánu výroby - pro A05 přířezy

Zdroj: [vlastní]

3.4. Analýza současných nářezových plánů ve společnosti Magna

Jak již bylo zmíněno výše, nářezové plány připravuje ve společnosti Magna technolog - specialista. V současné době se vyrábí díly do automobilů Škoda A05 - Fabia a Škoda B6 - Superb. Technolog má nářezové plány na díly do těchto modelových řad již optimalizovány, a proto se zaměřím na optimalizaci z hlediska délky řezaného pásu a počtu kusů s důrazem na operativní plán výroby.

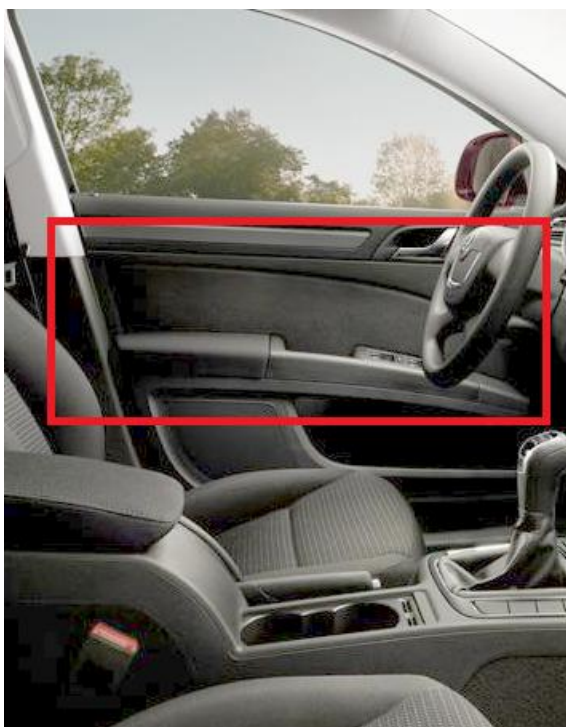
V analýze budu vycházet z poskytnutých nářezových plánů a optimalizovat počty vyráběných kusů - přířezů, pro Škodu B6.

3.5. Současné nářezové plány pro výrobky B6 - přířez insert

Tato skupina výrobků je určena pro automobily Škoda Superb. Výstupem jsou polotovary pro následnou operaci zastříkávání, kašírování a svařování. Skupina obsahuje:

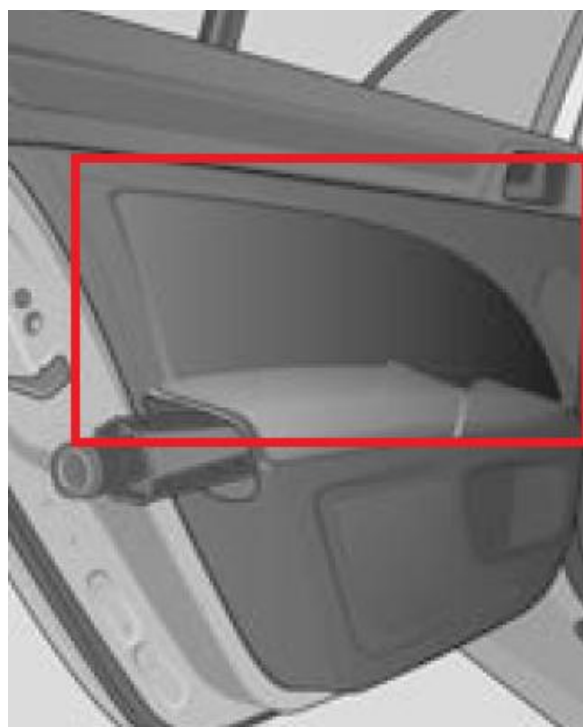
- 1) Přířez zadní
 - a) pravý
 - b) levý
- 2) Přířez přední
 - a) pravý
 - b) levý

Tyto výrobky nalezneme ve dveřních výplních automobilu Škoda Superb. Podle typu dílu (přední, zadní) se nachází v předních nebo zadních výplních.



Obr. 15. Přířez přední levý

Zdroj: [www.skoda-auto.com]

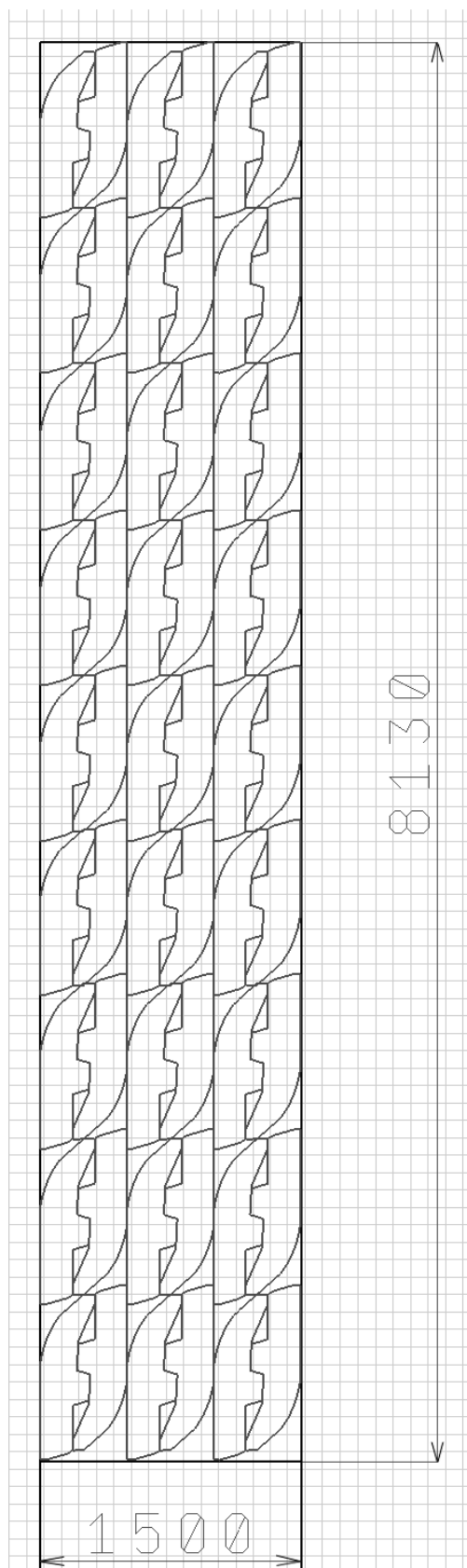


Obr. 16. Přířez zadní levý

Zdroj: [www.skoda-auto.com]

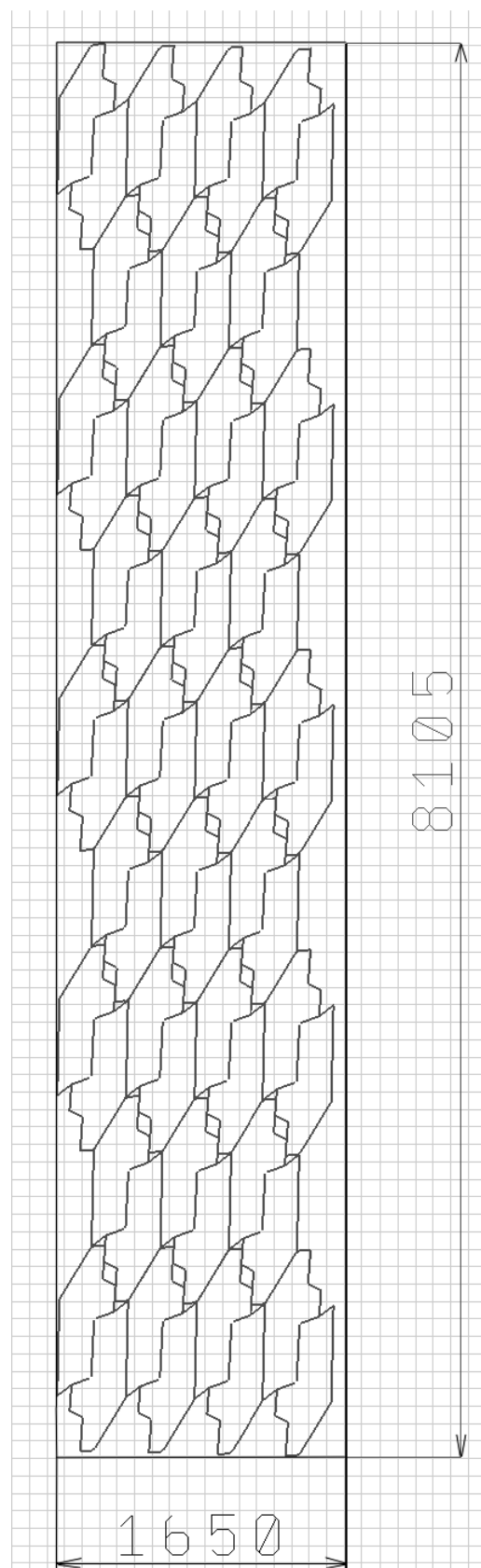
Přířezy jsou vyráběny v několika designových provedeních, jež jsou dány odběratelem (Škoda Auto a. s.). Tato sada výrobků je vyráběna ve čtyřech různých variantách: Fady Onyx, Fady Grau, Andy Onyx, Andy Ivory. První slovo označuje provedení, druhé barvu.

Současné nářezové plány pro zpracování těchto dílů vypadají následovně:



Obr. 17. Nářezový plán pro výrobek Přířez
přední levý

Zdroj: [vlastní]



Obr. 18. Nářezový plán pro výrobek Přířez
zadní levý

Zdroj: [vlastní]

4. Možnosti řešení optimalizace nářezových plánů

4.1. Analýza odpadu nářezových plánů

Současné nářezové plány budou posuzovány výše popsaným programem na výpočet odpadu. Posuzovány budou díly B6 Přířez zadní Fady Onyx insert, který je reprezentován čísly 131 755 390 500 pro levý a 131 756 390 500 pro pravý tvar přířezu v programu SAP, a B6 Přířez přední Fady Onyx insert, zastupovaný čísly 131 755 390 600 a 131 756 390 600 pro levý, resp. pravý tvar přířezu.

Pro orientaci v těchto číslech slouží určitý klíč. První trojčíslí slouží k rozlišení modelu - 127 zastupuje A05 (Škoda Fabia) a 131 model B6 (Škoda Superb). Druhé trojčíslí označuje typ výrobku a jeho tvar. V této analýze figurují čtyři různá trojčíslí - 755, 756, 757 a 758 - a určují, zda se jedná o přední či zadní přířez a jeho stranovou orientaci. Lichá čísla v tomto případě značí levou orientaci výrobku a sudá pravou. Předposlední trojčíslí má za úkol rozlišit typ Fady a Andy. Poslední trojice číslic pak určuje barevný odstín.

Pro vyhodnocení analýzy se použije vyjádření odpadu a využití materiálu v procentuálním tvaru, který program spočítá.

4.2. Postup při analýze odpadu a využití materiálu

Po spuštění programu se do databáze zadají o řezaném dílu údaje, kterými je reprezentován. Jakmile se zadají tyto údaje a vyplní pole o počtu kusů a hodnoty o šířce a délce pásu, na němž je výrobek řezán, provede se výpočet. Hodnoty se pak zapíší a vyhodnotí.

Pro zjištění hodnot potřebných k výpočtu je nezbytné znát nářezový plán. Tento plán je, jak už bylo zmíněno, narýsován v počítačovém programu, proto zjištění hodnot není problém. Šířka a délka pásu se zjistí v kterémkoliv CAD programu jeho okótováním. Počet výrobků se zjistí prostým spočítáním. Zjištění obsahu plochy se provede označením obvodu výrobku a následným kliknutím na příslušnou ikonku v CAD softwaru, sloužící k tomuto účelu. Tato funkce je dostupná ve většině CAD programů (např. VariCAD, Catia, AutoCAD, ProgeCAD). V praxi má již technolog tyto hodnoty zjištěné a jejich zápis do programu tedy nepředstavuje žádný problém.

4.3. Analýza odpadu u výrobku B6 Přířez zadní Fady Onyx insert

Díl je reprezentován těmito údaji:

- Číslo v programu SAP: 131 755 390 500 (Poznámka: Pro vyhodnocení je použita levá orientace výrobku. Levá i pravá orientace má stejnou velikost, vyrábí se na stejné šířce i délce pásu a je zde i stejný počet dílů, pouze je vše zrcadlově převrácené.)
- Název výrobku: B6 Přířez zadní Fady Onyx insert
- Obsah vnitřní plochy výrobku: 0,162 584 [m²]
- Počet dílů na pásu: 64
- Šířka pásu: 1,65 [m] (1650 [mm])
- Délka pásu: 8,105 [m] (8105 [mm])

Výpočet odpadu a využití materiálu		
Díl:	B6 Přířez zadní insert	
Počet dílů:	64	
Šířka pásu:	1,65 [m]	
Délka pásu:	8,105 [m]	
Spočítat upravit databázi dílů →		
DÍL: B6 Přířez zadní insert		
Odpad	2,97 m²	22,2 %
Celková plocha dílů	10,41 m ²	77,8 %
Celková plocha pásu	13,37 m ²	

Obr. 19. Výpočet odpadu u výrobku B6 Přířez zadní Fady Onyx insert

Zdroj: [vlastní]

Jak je vidět na obrázku 19, odpad u tohoto dílu je 2,97 m². To odpovídá 22,2 % z celého obsahu pásu, což je 13,37 m².

4.4. Analýza odpadu u výrobku B6 Přířez přední Fady Onyx insert

Díl je reprezentován těmito údaji:

- Číslo v programu SAP: 131 755 390 600 (Poznámka: Pro vyhodnocení je použita levá orientace výrobku. Levá i pravá orientace má stejnou velikost, vyrábí se na stejné šířce i délce pásu a je zde i stejný počet dílů, pouze je vše zrcadlově převrácené.)
- Název výrobku: B6 Přířez přední Fady Onyx insert
- Obsah vnitřní plochy výrobku: 0,188 054 [m²]
- Počet dílů na pásu: 54
- Šířka pásu: 1,50 [m] (1500 [mm])
- Délka pásu: 8,130 [m] (8,13 [mm])

Výpočet odpadu a využití materiálu		
Díl:	B6 Přířez přední insert	
Počet dílů:	54	
Šířka pásu:	1,5 [m]	
Délka pásu:	8,13 [m]	
Spočítat upravit databázi dílů →		
DÍL: B6 Přířez přední insert		
Odpad	2,19 m²	17,9 %
Celková plocha dílů	10,01 m ²	82,1 %
Celková plocha pásu	12,2 m ²	

Obr. 20. Výpočet odpadu u výrobku B6 Přířez přední Fady Onyx insert

Zdroj: [vlastní]

Z celkového obsahu 12,2 m² zabírá odpad 2,19 m², což odpovídá 17,9 %. Jak je vidět, procentuální podíl u tohoto dílu je menší, než u dílu předchozího.

Cena materiálu Faxy Onyx se pohybuje na úrovni (k 19.4.2010) 560 Kč za 1 m². U výrobku B6 Přířez zadní Fady Onyx insert je tedy při zjištěném odpadu 2,97 m² ekonomická ztráta vzniklá nevyužitím materiálu 1 640 Kč na jedné vrstvě, při osmi používaných to pak znamená ztrátu 13 126 Kč.

U druhého výrobku je využití materiálu lepší. Při 2,19 m² odpadu na jedné vrstvě je ztráta 1 226 Kč, to u osmi vrstev znamená 9 811 Kč.

Obě tyto položky jsou nezanedbatelné a společnost by se měla zaměřit na jejich snížení.

4.3. Možné řešení optimalizace

Tuto optimalizaci bych rozdělil do 3 hlavních stupňů.

4.3.1. 1. stupeň

Tento stupeň nelze ve své podstatě nazývat optimalizací. Je to základní stádium, který obsahuje a vykazuje mnoho nevýhod oproti stupňům dalším.

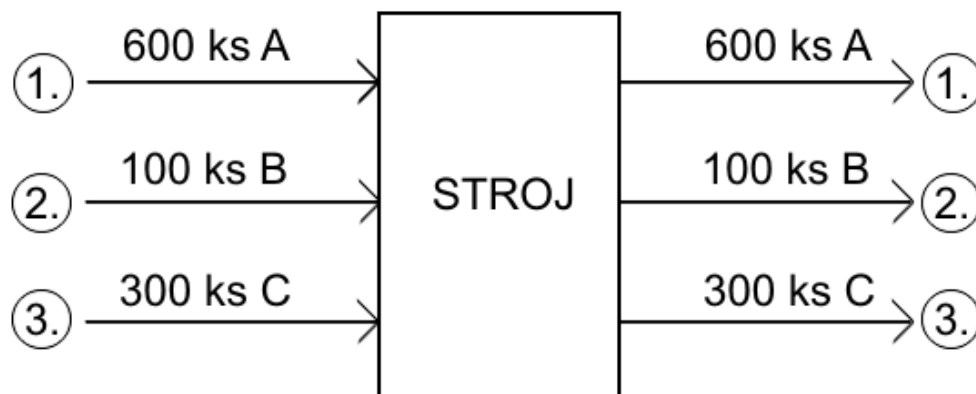
Tento stupeň má velmi dlouhý výrobní takt. Výrobní takt označuje dobu mezi dokončením dvou po sobě jdoucích výrobků. Ve výrobě to potom vypadá tak, že se výrobky zadávají do výroby v tom pořadí, v jakém přišla objednávka, a vyrobí se v celém množství. Když se stane, že přijdou dvě objednávky najednou, vyrobí se nejprve celé množství prvního, a poté celé množství druhého výrobku.

Příkladem můžou být výrobky A, B, C. Do podniku přijde objednávka na 600 výrobků typu A, 100 kusů výrobku B a 300 výrobků typu C. Plánovač toto množství zaznamená do operativního plánu výroby a jím se pak řídí obsluha stroje.

Ta podle OPV zjistí, že má vyrobit 600 ks A, 100 ks B a 300 ks C. Stroj nastaví na výrobu dílu A a vyrobí celé množství 600 ks, poté nastaví stroj na díl B a znovu vyrobí celé množství 100 ks a totéž opakuje u výrobku typu C.

Při tomto postupu však dochází k velkým časovým, a tudíž i finančním ztrátám. Protože výroba určitého typu výrobku trvá nějakou dobu, např. stroje, které dělají na výrobku další operaci, stojí. To znamená, že když se začne objednávka vyrábět, stojí všechny stroje za tímto vyrábějícím strojem. Když tento stroj dokončí výrobu celého množství výrobku typu A, toto celé množství se přesune k dalšímu stroji a ten již může vyrábět. Jelikož ale stroj, který vyrábí výrobky A, B, C teprve zhotovuje výrobky typu B, stroj, který dále zpracovává výrobky B, stojí. Totéž je i u stroje zpracovávajícího výrobky typu C. Stejná situace nastane po vyrobení výrobku B na stroji, který poté zpracovává výrobek C - bude čekat na dokončení výroby, nehledě na to, že tyto další stroje mají před sebou frontu výrobků, které je potřeba zpracovat.

Tento způsob výroby funguje v současnosti ve společnosti Magna při výrobě na cutteru, a proto je nutné jej optimalizovat



Obr. 21. Schéma prvního stupně optimalizace

Zdroj: [vlastní]

4.3.2. 2. stupeň

Při tomto stupni je už patrná určitá optimalizace. Oproti předchozímu řešení vykazuje určité výhody a zlepšení, ale jsou tu i určité nevýhody, které budou popsány dále.

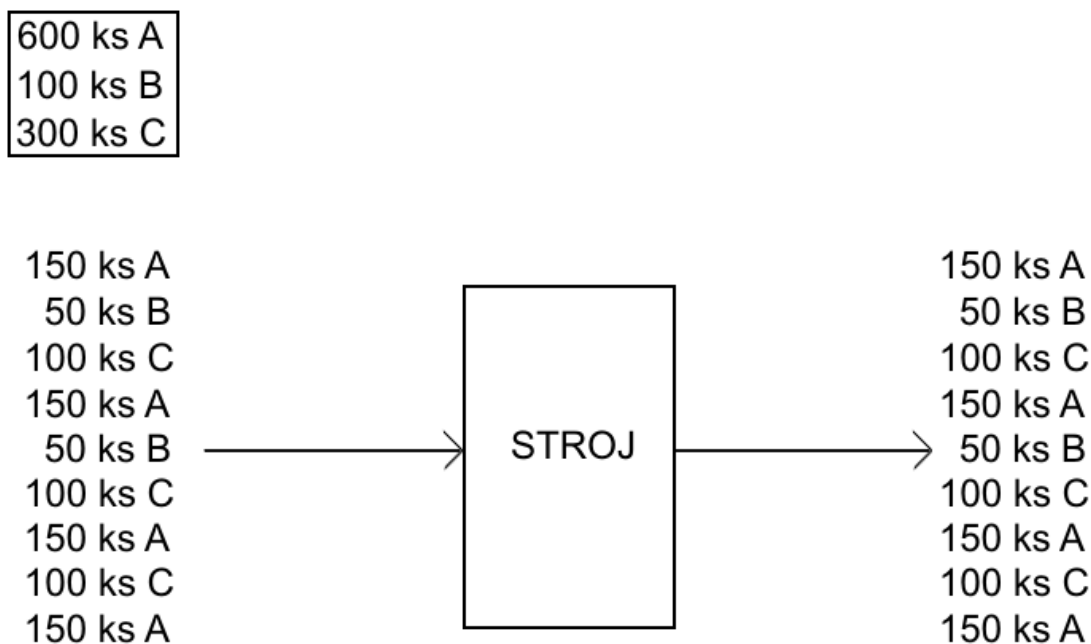
U tohoto stupně optimalizace je již výrobní takt menší. Je to díky tomu, že výrobky nepřichází na stroj v celém množství, ale postupně se střídají v určitých dávkách. To znamená, přijde-li na stroj najednou objednávka výrobků dvou různých typů, obsluha stroje nastaví nejprve zpracování určitého počtu kusů prvního výrobku, vyrobené kusy se přesunou k dalšímu stroji a začne zpracovávat nějaké množství výrobku druhého, který také může odejít k dalšímu stroji. Poté obsluha opět nastaví výrobu prvního dílu a následně druhého. Takto se výroba střídá, dokud se nezpracuje celé množství obou výrobků. Počty současně zpracovaných dílů musí být předem optimálně zvoleny.

Pokud ke stroji přijde např. objednávka 600 výrobků typu A, 100 kusů výrobku B a 300 výrobků typu C, jak již bylo uvedeno v prvním stupni, obsluha postupuje jinak, než bylo uvedeno v předchozím případě. Nejprve je důležité si výrobky rozdělit do výrobních dávek po vhodně zvolených počtech kusů. U tohoto příkladu by to např. mohlo být 150 ks výrobku A, 50 ks dílu B a 100 ks výrobku C na jednu dávku. Výroba by potom probíhala následujícím způsobem: Obsluha stroje by nejprve vyrobila 150 ks dílu A, který by byl poslán na další zpracování. Poté 50 ks výrobku B, následně 100 dílů s označením C. Při dalším zpracování by bylo vyrobeno opět 150 ks výrobku A, následně 50 ks výrobku B a samozřejmě 100 ks výrobku C. V této situaci jsou již vyrobeny všechny výrobky typu B, tudíž po vyrobení

dalších 150 ks výrobku A by následovala výroba posledních 100 ks C. Díl C by tím byl také zpracován celý a zbývalo by pouze dokončit výrobu 150 ks výrobku A.

Při tomto postupu výroby už nedochází k takovým časovým ztrátám, jako při prvním stupni, jelikož výrobky se na další stroje přesouvají hned po výrobě jedné dávky a mohou již, oproti prvnímu způsobu, hned vyrábět. Díky tomu se před těmito dalšími stroji nehromadí výrobky. Výroba je plynulejší a více vyrovnaná, než ve stupni předchozím.

K tomuto způsobu je nutné se ve výrobě na cutteru ve společnosti Magna dopracovat.



Obr. 22. Schéma druhého stupně optimalizace

Zdroj: [vlastní]

4.3.3. 3. stupeň

Tento stupeň optimalizace již vykazuje nejlepší efektivnost výroby a její uspořádání. Podniky by se v současné době měly zaměřovat na tento styl výroby a jeho co nejlepší aplikaci do výrobních procesů.

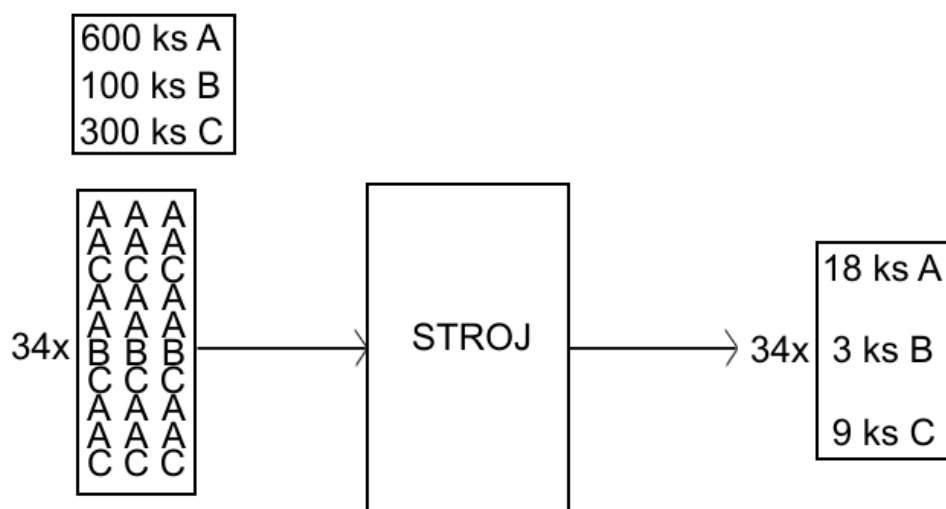
Optimalizace u tohoto stupně spočívá v současné výrobě více dílů najednou. To znamená, přijde-li objednávka na určitý počet dílů, technolog musí upravit nástřihový plán tak, aby bylo možno vyrábět ve stejnou dobu více druhů výrobku najednou. Úprava spočívá v tom, že první a druhý druh výrobku se uspořádá na nářezový plán tak, aby využití materiálu bylo co nejlepší, a také, aby respektoval počty dílů, jež se mají vyrobit. Tím se vytvoří nový nářezový plán, který se poté použije pro výrobu.

Stejně jako v předchozích příkladech přijde ke stroji objednávka na 600 výrobků typu A, 100 kusů výrobku B a 300 výrobků typu C. Technolog si nejprve spočítá poměry jednotlivých výrobků. V tomto případě je to 6:1:3 při zachování označení A, B, C. To v tomto konkrétním případě znamená, že na páse by v ideálním případě mělo být 6 ks výrobku A, 1 ks výrobku B a 3 ks výrobku C např. v jedné řadě, pokud se tam vejdou. Když se nevejdou, vytvoří se takové seskupení, aby se co nejvíce respektoval vypočtený poměr. Jestliže jsou díly většího rozměru, můžou se například střídat řady se stejnými výrobky. To znamená, jestliže se do řady na nářezový plán vejdou 3 výrobky každého typu, mohlo by uskupení na jednom nářezovém plánu vypadat následovně:

A A A
A A A
C C C
A A A
A A A
B B B
C C C
A A A
A A A
C C C

V konečné fázi by tedy z tohoto nářezového plánu vzniklo 18 výrobků typu A, 3 výrobky typu B a 9 dílů typu C. Poměr 6:1:3 by tím zůstal zachován.

Výhody u tohoto stupně optimalizaci spočívají hlavně v tom, že všechny výrobky jdou do stroje „najednou“ a tudíž jdou ze stroje také ve stejný čas. Z toho vyplývá, že ostatní stroje, které jsou za nimi, nemusí na tyto výrobky čekat a můžou díly dále zpracovávat. Platí zde i pravidlo, že dobrá výroba je taktová.



Obr. 23. Schéma třetího stupně optimalizace

Zdroj: [vlastní]

4.4. Optimalizace ve společnosti Magna

Jak již bylo zmíněno, ve společnosti Magna je na cutteru používán první stupeň optimalizace. Pokud na stroj přijde objednávka více typů výrobků najednou, tak se nejprve vyrobí celé množství prvního typu, poté celé množství výrobků druhého typu atd. Kvůli tomu vzniká velké množství výrobků, které se musí skladovat. Protože po vyrobení se produkty několik hodin skladují, než se dostanou k další operaci, vzniká zde kapitál vázaný ve výrobcích, s nimiž se nic neděje.

Je tedy potřeba výrobu na tomto stroji optimalizovat. Optimalizovat se budou, stejně jako se počítaly odpady, výrobky B6 Přířez zadní Fady Onyx insert a B6 Přířez přední Fady Onyx insert, a to jak v levém, tak i pravém provedení. Vycházet se bude z operativního plánu výroby.

5. Konečné řešení optimalizace

Základním zdrojem informací při této optimalizaci je operativní plán výroby pro 15. týden, který poskytuje mnoho informací a je velmi dobrým podkladem. Po zjištění počtu vyráběných kusů se provede samotná optimalizace tohoto počtu, a také délky pásu se zvýšením produktivity práce.

5.1. Optimalizace z hlediska 3 stupňů

Ze tří výše popsaných stupňů je nutnost dosáhnout druhého stupně, který se ukazuje jako výhodný při tomto řezacím procesu. Hlavním důvodem, proč je třetí stupeň (který vychází nejlépe), je, že látky používané k řezání mají při různém natočení jinou barvu a strukturu, tudíž je zde povinnost zachovávat směr umístění výrobků na páse. Při třetím stupni by toto bylo však velmi obtížné, protože je velmi důležité využít co nejlépe celý pás a přitom zachovat co největší kvalitu výrobků.

Z tohoto důvodu bude při optimalizaci použito, jak už bylo zmíněno, současných nářezových plánů.

5.2. Výrobky pro optimalizaci

Optimalizovat se budou následující výrobky:

- B6 Přířez zadní Fady Onyx insert levý
- B6 Přířez zadní Fady Onyx insert pravý
- B6 Přířez přední Fady Onyx insert levý
- B6 Přířez přední Fady Onyx insert pravý

5.3. Operativní plán výroby pro 15. týden

Operativní plán byl s ohledem na počet vyráběných kusů analyzovaných výrobků vybrán z 15. týdne tohoto roku, což je období od 12. 4. 2010 - 18. 4. 2010. V tomto týdnu se vyrobilo velké množství analyzovaných dílů a je proto vhodným podkladem k optimalizaci.

Výroba těchto čtyř dílů byla naplánována a provedena v pondělí. Veškerá výroba probíhá ve dvou směnách, a to v ranní a odpolední. V ranní směně byl požadavek na výrobu 400 ks dílu B6 Přířez zadní Fady Onyx insert levý. Plán ukazuje, že 518 dílů bylo vyrobeno najednou. Dalším požadavkem bylo 900 ks dílu B6 Přířez zadní Fady Onyx insert pravý a

vyrobena bylo 914 ks. Posledním požadavkem na ranní směnu byla výroba pouhých 50 ks dílu B6 Přířez přední Fady Onyx insert levý, kterého bylo vyrobeno 54 ks. V odpolední směně bylo naplánováno, že se vyrobí 700 ks dílu B6 Přířez přední Fady Onyx insert levý. Tento počet se také dodržel. Druhým a posledním požadavkem v této směně byla výroba 700 ks dílu B6 Přířez přední Fady Onyx insert pravý. Vyrobeno bylo pouze 688 výrobků.

				ranní	odpolední	VYROBENO	
				6:00 - 14:00	14:00 - 22:00	ranní	odpolední
FADY onyx	8108158	131 755 390 500	Přířez zadní levý Fady Onyx Insert	400		518	
	8108159	131 756 390 500	Přířez zadní pravý Fady Onyx Insert	900		914	
	8108174	131 757 390 500	Přířez přední levý Fady Onyx Insert	50	700	54	700
	8108175	131 758 390 500	Přířez přední pravý Fady Onyx Insert		700		688

Obr. 24. Výřez z OPV pro 15. týden

Zdroj: [vlastní]

5.4. Optimalizace z hlediska délky pokládaného pásu

Při optimalizaci z hlediska délky je snaha o zachování co největší produktivity práce. U každého dílu se bude uvažovat nejprve maximální počet vrstev (u těchto dílů je to 8 vrstev) a maximální délka, která je 8,5 m, a poté se z těchto hodnot vypočte maximální možný počet vyrobených dílů, jež se porovná s požadovanými počty vyrobených dílů zanesených v operativním plánu výroby z 15. týdne.

Podmínkou při tomto řešení je, že se vždy vyrobí požadovaný počet dílů. To znamená, pokud by bylo nutné vyrobit 500 ks určitého dílu a při řešení by vycházel maximální možný počet při maximální produktivitě 450 ks vyrobených dílů, provede se přidání další výrobní dávky a množství se přepočítá s ohledem na nutnost vyrobit 500 ks. To se může stát jak změnou délky (jejím zmenšením), tak i změnou počtu vrstev tkaniny na sobě.

5.5. Optimalizace pro ranní směnu

V ranní směně se mají vyrobit 3 druhy výrobků. Nejprve je nutné určit si množství výrobků - výrobní dávku, v níž se budou tyto výrobky postupně střídat. To se provede změnami délky a počtu vrstev tkaniny.

5.5.1. Návrh optimalizace pro díl B6 Přířez přední Fady Onyx insert levý

S ohledem na malý požadovaný počet ks dílu B6 Přířez přední Fady Onyx insert levý (54) se celé množství vyrobí najednou. Toto množství není potřebné rozdělovat na dvě dávky, z důvodu toho, že by docházelo ke zbytečným časovým ztrátám. Při výrobě tohoto počtu dílů bude použita pouze jedna vrstva materiálu z osmi možných.

Na pás se při současném nářezovém plánu (obr. 17) vejde, při maximální délce 8,5 m, 54 ks tohoto dílu. Délka pásu je při této hodnotě počtu výrobků 8,127 m. Při počtu 60 ks by již maximální možná délka pásu 8,5 m byla překročena. Kvůli tomu, že v jedné řadě je výrobků šest, po odstranění jedné řady a zkrácení délky by byl počet vyrobených dílů pouze 48. S ohledem na podmínku o vyrobení všech požadovaných dílů zůstává počet vyrobených dílů 54.

Konečné množství vyrobených kusů:	54
- při délce pásu:	8,130 [m] (8130 [mm])
- počtu vrstev:	1
- počtu výrobních dávek:	1

Při využití co největší produktivity 8 vrstev materiálu na sobě a využívané délky řezání 8,5 m, by měly být navrženy i počty dílů dalších dvou výrobků.

5.5.2. Návrh optimalizace pro díl B6 Přířez zadní Fady Onyx insert levý

Z nářezového plánu pro díl B6 Přířez zadní Fady Onyx insert levý vyplývá, že s max. délkou pokládky 8,5 m a šířce 1,85 m se na jednu vrstvu látky vejde 64 dílů při délce stříhu 8105 mm. Při největší produktivitě dokáže stroj vyrobit tedy $8 \times 64 = 512$ dílů.

V operativním plánu je požadavek na výrobu 400 ks tohoto dílu. Toto množství je již větší než v prvním případě, stále však platí, že je možné ho vyrobit najednou.

Díky tomuto již většímu počtu dílů, jsou zde dvě možnosti. Tou první je výroba celého množství najednou a druhá je rozdělení celého množství 400 ks na dvě dávky po 200 kusech.

V případě první možnosti je potřeba vyrobit všechny díly najednou. Při vydělení počtu 400 kusů osmi vrstvami materiálu vyjde, že je potřeba 50 ks na vrstvu. Z nářezového plánu pro tento výrobek se dá zjistit, že 50 ks se dá získat, a to odečtením dvou řad (bereme-li jednu řadu jako 4 díly otočené o 180° a 4 díly v normální poloze, resp. 3 díly otočené o 180° a 3 díly v normální poloze, podle toho, jak se na pás v dané řadě vejdou). Při odečtení dvou řad po osmi a po šesti kusech z největšího počtu 64, vyjde požadovaný počet 50.

$$64 - (8 + 6) = 50 \text{ ks na páse}$$

Délka, na kterou by se při tomto množství měla role řezat, vychází na 6,373 m, což se kvůli malým nepřesnostem při výrobě zaokrouhlí na 6,377 m.

Při tomto řešení by tedy byl výsledek takovýto:

Konečné množství vyrobených kusů:	400
- při délce pásu:	6,377 [m] (6377 [mm])
- počtu vrstev:	8
- počtu výrobních dávek:	1

U druhé možnosti, výroby 400 ks ve dvou vrstvách, je možnost řešení následující. Množství 400 se rozdělí na dvě stejné dávky po 200 kusech. Při vydělení tohoto počtu kusů osmi vrstvami vychází číslo 25, což je potřebný počet kusů v jedné vrstvě tkaniny.

$$200 / 8 = 25 \text{ potřebných kusů na páse}$$

Z nářezového plánu vyplývá, že toto množství je možné vyrobit. První řada obsahuje osm kusů, poté následuje 6 výrobků v druhé řadě a dále osm ve třetí. Z další řady jsou tedy už potřeba jen 3 kusy. Celkově je tedy nutné nařezat délku odpovídající 3,5 řadám.

$$8 + 6 + 8 + 3 = 25 \text{ ks}$$

Délka při tomto počtu kusů je 3,471 m, jak vyplývá z nářezového plánu. Opět se kvůli nepřesnostem ve výrobě bude role řezat na délku 3,475 m.

Konečné množství vyrobených kusů:	400
- při délce pásu:	3,475 [m] (3475 [mm])
- počtu vrstev:	8
- počtu výrobních dávek:	2

Při porovnání těchto dvou možností vychází lépe časově možnost první, a to díky ušetření času potřebného k druhému nastavení nářezového plánu v řídicím systému stroje a také díky absenci druhého řezání role tak, jako v případě druhém. Naproti tomu má však druhé řešení výhodu toho, že první dávka výrobků by již mohla být zpracovávána dále, přesně podle principu druhého stupně optimalizace.

5.5.3. Návrh optimalizace pro díl B6 Přířez zadní Fady Onyx insert pravý

Nářezový plán ukazuje, že při maximální použitelné délce 8,5 m a používané šířce 1,65 m se na pás vejde maximálně 64 dílů. Při největší produktivitě dokáže stroj vyrobit $8 \times 64 = 512$ dílů, což je stejné jako u předchozího typu.

Operativní plán ukazuje, že je potřeba vyrobit 900 ks tohoto výrobku. Kvůli tomu, že na pás se vejde maximálně 512 ks, není již možné toto množství vyrobit najednou. Opět se nabízí dvě možnosti - vyrobit díl ve dvou výrobních dávkách nebo využít třech výrobních dávek.

V prvním případě je nutno vyrobit v každé dávce přibližně $900 / 2$ výrobků, což je 450. Pokud se vydělí 450 počtem vrstev 8 (opět se volí maximální produktivita stroje), vyjde 56,25. To je množství výrobků, které by ideálně mělo být na řezaném páse. Jelikož to ale není možné, je nutné provést interpolaci a podle nářezového plánu určit počet dílů na jednom i druhém páse.

Nejbližším počtem dílů, jež lze vyrobit, podle nářezového plánu, je 56 dílů. Po vynásobení 8 vrstvami se dostane 448. $56 \times 8 = 448$ ks. Po vynásobení dvěma vychází vyrobený počet kusů 896. Při zachování pravidla, že vždy musí být poptávka zcela pokryta a všechny kusy vyrobeny se toho řešení jeví jako nevyhovující.

Dalším nejbližším vyšším počtem kusů, které lze vyrobit je 60. Při počítání celkového množství se dostane: $60 \times 8 = 480$ ks dílu při osmi vrstvách. Nyní je tedy spočítána první dávka. Ta druhá se zjistí podobným způsobem.

Od požadavku 900 ks se odečte předchozí vypočítané množství v první dávce. To znamená $900 - 480 = 420$ ks potřebných v druhé dávce. Po vydělení tohoto množství 8 vrstvami se dostane 52,5 výrobku v druhé dávce. Nejbližším vyšším možným množstvím dle nářezového plánu je 53 ks na páse. Při volbě nižšího čísla by se opět nevyrobilo celé množství. Při vynásobení 53 ks opět osmi vrstvami se dostane množství 424 ks výrobku. Po sečtení obou čísel je počet $480 + 424 = 904$ ks celkově vyrobených.

Délka pásu u první dávky je 7,885 m a u druhé 7,020 m při počtech 60, resp. 53 ks na páse.

Konečné množství vyrobených kusů:	904
- při délce pásu:	7,885 [m] (7885 [mm]) a 7,020 [m] (7020 [mm])
- počtu vrstev:	8
- počtu výrobních dávek:	2

U druhého případu je určení velmi podobné, jako u případu předchozího, pouze se celé množství rozdělí na tři podobně velké dávky. $900 / 3 = 300$. To znamená, že množství dílů v dávkách se musí pohybovat kolem 300. Při obdobném postupu výpočtu, jako v předchozím případě, vyjdou tyto tři dávky v počtech: 42 ks v osmi vrstvách a dvakrát 36 dílů také v osmi vrstvách.

Konečné množství vyrobených kusů:	912
- při délce pásu:	4,595 [m] (7885 [mm]) a 5,435 [m] (5435 [mm])
- počtu vrstev:	8
- počtu výrobních dávek:	3

5.6. Optimalizace pro odpolední směnu

V odpolední směně se mají vyrobit 2 druhy výrobků. Tyto výrobky jsou však stejné, pouze mají opačnou orientaci, tudíž postup při jejich optimalizaci bude totožný.

5.6.1. Návrh optimalizace pro díl B6 Přířez přední Fady Onyx insert levý

U tohoto výrobku se podle nářezového plánu vejde na jednu vrstvu pásu 54 dílů. Maximální počet, který lze vyrobit při osmi vrstvách, je tedy 432 výrobků. Délka pásu při 54 dílech je 8,126 m.

V odpolední směně je v OPV požadavek na výrobu 700 ks tohoto dílu. Výrobek se z důvodu optimálního využití stroje bude vyrábět ve dvou dávkách. Tyto dávky se opět musí blížit polovině ze 700, což je 350.

Pokud by se chtěla zachovat co největší produktivita stroje, je nemožné, z důvodu šesti výrobků v jedné řadě, vypočítat obě výrobní dávky tak, aby byl dodržen počet 700 ks. Nejlépe se tomu blíží počty 48 a 42 ks na páse. $48 \times 8 = 384$, $42 \times 8 = 336$. Výsledný počet je 720 vyrobených kusů. To je při potřebě 700 ks příliš, tudíž je toto řešení nepřijatelné.

Je tedy potřeba sáhnout ke snižování počtu vrstev. Při sedmi vrstvách je maximální počet vyrobených kusů 378. $54 \times 7 = 378$. Při šesti vrstvách, které jsou ještě přijatelné, je to 324. $54 \times 6 = 324$. Při sečtení těchto dvou dávek, $378 + 324 = 702$, vychází nejlepší řešení této situace. Samozřejmě, že stejný počet výrobků by vyšel i po zvolení 8 vrstev v první a 5 vrstev v druhé dávce, ale z hlediska lepší vyváženosti je výhodnější první varianta.

Konečné množství vyrobených kusů:	702
- při délce pásu:	8,130 [m] (8130 [mm])
- počtu vrstev:	7 a 6
- počtu výrobních dávek:	2

5.6.2. Návrh optimalizace pro díl B6 Přířez přední Fady Onyx insert pravý

Díky tomu, že je tento díl shodný s předchozím dílem a že je i požadavek na stejné množství, optimalizace je naprosto totožná.

Konečné množství vyrobených kusů:	702
- při délce pásu:	8,130 [m] (8130 [mm])
- počtu vrstev:	7 a 6
- počtu výrobních dávek:	2

5.7. Konečné řešení

5.7.1. Ranní směna

Podle předchozích výpočtů vychází u ranní směny jako nejlepší dvě možnosti. První možností je výroba celé dávky 400 ks u výrobku B6 Přířez zadní Fady Onyx insert levý, dvou dávek B6 Přířez zadní Fady Onyx insert pravý a jedné dávky B6 Přířez přední Fady Onyx insert levý. Druhou možností je výroba dvou dávek B6 Přířez zadní Fady Onyx insert levý, třech dávek B6 Přířez zadní Fady Onyx insert pravý a jedné dávky B6 Přířez přední Fady Onyx insert levý.

U první z těchto možností by optimalizace, podle druhého stupně s ohledem na měnící se šíři role, u výrobků B6 Přířez přední Fady Onyx insert a B6 Přířez zadní Fady Onyx insert vypadala následovně. Nejprve by se vyrobila první dávka dílu B6 Přířez zadní Fady Onyx insert pravý, následně by se vyrobilo celé množství 400 ks B6 Přířez zadní Fady Onyx insert levý a poté druhá dávka B6 Přířez zadní Fady Onyx insert pravý. Nakonec by došlo ke změně šířky role a nastala by výroba 54 ks B6 Přířez přední Fady Onyx insert levý.

Druhá možnost je již složitější, více demonstruje druhý stupeň optimalizace a lépe ukazuje potřebnou taktovost výroby. Jelikož je zde nejvíce dávek u dílu B6 Přířez zadní Fady Onyx insert pravý, je dobré začít výrobu tímto dílem. Do výroby na cutteru tedy nejprve půjde B6 Přířez zadní Fady Onyx insert pravý v počtu 336, poté bude následovat B6 Přířez zadní Fady Onyx insert levý v počtu 200 ks. Jako poslední se vyrobí díl B6 Přířez přední Fady

Onyx insert levý a to v počtu 54 ks. Následovat bude B6 Přířez zadní Fady Onyx insert pravý, tentokrát s 288 ks a poté dojde k výrobě dalších 200 ks výrobku B6 Přířez zadní Fady Onyx insert levý. Výrobu v ranní směně ukončí díl B6 Přířez zadní Fady Onyx insert pravý, opět v množství 288 ks. Na konci směny bude tedy vyrobeno 400 ks dílu B6 Přířez zadní Fady Onyx insert levý, 912 ks B6 Přířez zadní Fady Onyx insert pravý a 54 ks B6 Přířez přední Fady Onyx insert levý.

Kvůli nářezovým plánům nelze samozřejmě vyrobit přesné požadované množství výrobků, a tudíž se vyrábí, kvůli dané podmínce, nad plán. Aby zde nebyly zbytečné finanční ztráty, bylo by nutné v příští výrobě tyto přebytky vykompenzovat. Například tak, že by se vyrobilo v jedné dávce méně výrobků, než je plán. To znamená, pokud by se vyrobilo v jednom dni více výrobků (např. o 12 více), další plán by se koncipoval tak, aby vyráběného dílu bylo o 12 méně. Tímto by se přebytky vykompenzovaly.

To platí i pro následující odpolední směnu.

5.7.2. Odpolední směna

V odpolední směně je situace jednodušší. Jsou zde dva výrobky, které se vyrobí ve dvou dávkách. První do výroby půjde B6 Přířez přední Fady Onyx insert levý, který bude vyroben v počtu 378 ks. Poté B6 Přířez přední Fady Onyx insert pravý, u něhož je situace naprosto totožná. Po vyrobení 378 ks tohoto dílu se pak vyrobí 324 ks B6 Přířez přední Fady Onyx insert levý a následně také 324 ks B6 Přířez přední Fady Onyx insert pravý. Celkově se tedy za odpolední směnu vyrobí 702 ks každého z těchto dvou dílů.

6. Závěr

Cílem této práce bylo analyzovat a vyhodnotit odpad u současných nářezových plánů, což bylo provedeno napsáním programu na výpočet odpadu, navrhnout 3 stupně optimalizace a aplikovat je na výrobu na cutteru. V literatuře se tyto stupně označují vyvažováním. Bylo zde nutné určit optimální výrobní dávky u vybraných výrobků a co nejlépe využít změnu délky stříhaného materiálu, vše s důrazem na operativní plán výroby.

U realizace programu na výpočet odpadu bylo využito technologií JavaScript, HTML a CSS. Důraz byl kladen na co nejprívětivější uživatelské rozhraní, to znamená co nejlepší ovladatelnost, při zachování co největší jednoduchosti. Hlavní předností programu je možnost zadávání výrobků s různými údaji a jejich následné vyhodnocení, které ukáže technologovi případné nedostatky v navržených nářezových plánech.

Po vyhodnocení odpadu u výrobků B6 Přířez přední a B6 Přířez zadní bylo zjištěno, že u současných nářezových plánů stojí každé 1 % odpadu necelých 69 Kč u výrobku B6 Přířez přední, respektive 75 Kč u dílu B6 Přířez zadní. Při vypočítaném odpadu 17,9 a 22,2 % není tato částka zanedbatelná a je potřeba tuto situaci řešit. Je totiž nesporné, že odpad hraje po ekonomické stránce při výrobě velkou roli, a tudíž by měla být snaha o co nejlepší využití materiálu.

Optimalizace výrobních dávek probíhala pro díly vyráběné 15. týden v pondělí, a to B6 Přířez přední Fady Onyx insert a B6 Přířez zadní Fady Onyx insert. Při tomto navrhnutém postupu je lepší využití času, a to z toho důvodu, že výrobky se již nemusí skladovat v meziskladu (popř. čas skladování je menší) a je možnost je hned po vyrobení zpracovat dalším strojem.

Při vkládání dat do softwaru stroje se vychází z úvahy, že tento program se sestavuje až poté, co je známa výrobní dávka, konto a čas realizace. Tyto informace se zjistí z operativního plánu výroby, na který také navazují nářezové plány.

V paměti softwaru stroje se pak ukládají minulé řešení, ze kterých lze vybrat takové, jež odpovídá požadavkům operativního plánování výroby. To je počet plánovaných kusů pro konkrétní výrobek. Můj přístup je orientován na vystavení nářezových plánů pro druhý stupeň optimalizace.

Seznam literatury:

- [1] HEŘMAN, J. *Řízení výroby*. 1. vyd. Slaný: MELANDRIUM, 2001. 167 s. ISBN 80-86175-15-4
- [2] KEŘKOVSKÝ, M. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 1. vyd. Praha: C. H. Beck, 2001. 115 s. ISBN 80-7179-471-6
- [3] KOŠTURIK, J., FROLÍK, Z. a kol. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 80-86851-38-9
- [4] LIKER, J. K. *Tak to dělá Toyota*. dotisk. Praha: Management Press, 2008. 392 s. ISBN 978-80-7261-173-7
- [5] POLLAK, H. *Jak odstranit neopodstatněné náklady*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2005. 148 s. ISBN 80-247-1047-1
- [6] GERBER TECHNOLOGY, Tolland: Z7TM GERBERcutter® - Návod k použití. [B. r.]. 42 s.
- [7] GERBER TECHNOLOGY, Tolland: XLs GERBERspreader® - Návod k použití. [B. r.]. 83 s.
- [8] GERBER TECHNOLOGY, Tolland: Přehled aplikace CutWorks MPC. [B. r.].
- [9] *Technologie plošného tváření - stříhání* (podklad pro výuku předmětu TECHNOLOGIE II - TVÁŘENÍ KOVŮ, ZPRACOVÁNÍ PLASTŮ). [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci, katedra strojírenské technologie, 2002. [cit. 25. dubna 2010]. Dostupné na: <http://www.kst.tul.cz>
- [10] *Technologičnost součástí vyráběných tváření* (podklad pro výuku předmětu TECHNOLOGIČNOST KONSTRUKCE). [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, katedra mechanické technologie, 2005. [cit. 24. dubna 2010]. Dostupné na: <http://www.345.vsb.cz>
- [11] FLANAGAN, D. *JavaScript - kompletní průvodce*. Překlad Karel Voráček, David Krásenský. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2002. 826 s. ISBN 80-7226-626-8
- [12] CASTRO, E. *HTML, XHTML a CSS*. Překlad Jiří Veselský. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2007. 440 s. ISBN 978-80-251-1531-2