

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Zásobování výrobní linky v nejmenovaném podniku

Bc. Tomáš Johec

Diplomová práce
2019

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš Johec**
Osobní číslo: **D17341**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**
Název tématu: **Zásobování výrobní linky v nejmenovaném podniku**
Zadávací katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

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

Úvod

1. Zásobování výrobní linky a její prvky
2. Analýza současného stavu zásobování výrobní linky
3. Návrhy na zlepšení zásobování výrobní linky
4. Zhodnocení navržených opatření

Závěr


Rozsah grafických prací: dle doporučení vedoucí/ho
Rozsah pracovní zprávy: 50 - 60 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:
dle pokynů vedoucí/ho práce

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jindřich Ježek, Ph.D.**
Katedra dopravního managementu, marketingu
a logistiky

Datum zadání diplomové práce: **31. října 2018**
Termín odevzdání diplomové práce: **17. května 2019**


doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

L.S.


doc. Ing. Jaroslava Hyršlová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 12. dubna 2019

Prohlašuji:

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

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

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

V Pardubicích dne 17. 5. 2019

Bc. Tomáš Johec

Rád bych velmi poděkoval vedoucímu práce Ing. Jindřichu Ježkovi, Ph.D. za vstřícný přístup a cenné rady při zpracovávání diplomové práce. Rád bych také poděkoval zaměstnancům nejmenovaného podniku za odborné rady a podklady důležité pro zpracování práce.

ANOTACE

Práce se zaměřuje na problematiku procesu zásobování výrobní linky v nejmenovaném podniku. Konkrétně se jedná o sledování současných postupů a metod práce ve skladu a na výrobní lince s cílem jejich zlepšení, a tak i zvýšení celkové produktivity práce jednotlivých zaměstnanců zapojených v procesu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Zásobování, výroba, kanban, sekvence, sklad, regál

TITLE

Material delivery to the production in unnamed company

ANNOTATION

The thesis focuses on problematics of the production material delivery process in unnamed company. Specially, it is about monitoring of the current procedures and methods in the warehouse and the production. The objective is to improve these procedures and methods and rise total productivity of each employee who is participated in this process.

KEYWORDS

Supply, production, kanban, sequencing, warehouse, shelf

OBSAH

ÚVOD	10
1 ZÁSOBOVÁNÍ VÝROBNÍ LINKY A JEJÍ PRVKY	11
1.1 Skladování.....	11
1.2 Sklad.....	11
1.3 Regály	12
1.3.1 Paletový regál.....	13
1.3.2 Hřebenový regál	13
1.3.3 Policový regál.....	13
1.3.4 Gravitační regál.....	14
1.4 Zásobování	14
1.5 Zásoby	15
1.6 Druhy zásob	16
1.6.1 Dělení podle stupně zpracování	16
1.6.2 Dělení podle účetních předpisů.....	16
1.6.3 Dělení podle funkčního hlediska.....	16
1.6.4 Dělení podle použitelnosti.....	17
1.7 Vychystávání zásob.....	18
1.8 Manipulace.....	18
1.8.1 Manipulační zařízení.....	18
1.8.2 Dopravníky.....	20
1.8.3 Manipulační jednotky.....	20
1.9 Kanban	22
1.10 Výroba.....	23
1.10.1 Výrobní proces	23
1.10.2 Standardizace výroby	24
1.10.3 Kusovník	24
1.11 Informační systémy	24
1.12 Systémy automatické identifikace.....	25
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU ZÁSOBOVÁNÍ VÝROBNÍ LINKY	27
2.1 Představení společnosti	27
2.2 Sklad.....	28
2.2.1 Malý sklad.....	28

2.2.2	Velký sklad.....	29
2.2.3	Naskladnění.....	30
2.2.4	Vyskladnění.....	31
2.3	Výrobní linka	34
2.3.1	Díly na výrobní lince.....	35
2.3.2	Montáž	36
2.4	Časté chyby	38
2.4.1	Chyba operátora	39
2.4.2	Chyba kusovníku.....	39
2.4.3	Chyba dodavatele	40
2.4.4	Diskrepance.....	40
2.4.5	Shrnutí chyb	41
2.5	Cena hodiny linky	42
2.6	Shrnutí analýzy současného stavu.....	43
3	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ ZÁSOBOVÁNÍ VÝROBNÍ LINKY	45
3.1	Představení navrženého řešení	45
3.1.1	Návrh toku materiálu.....	46
3.1.2	Návrh potřebných bodů.....	47
3.2	Výběr materiálu pro sekvencování.....	47
3.2.1	Velké díly	48
3.2.2	Spojovací materiál.....	49
3.3	Návrh sekvenčního boxu.....	50
3.4	Návrh sekvenčního vozíku.....	51
3.5	Návrh rozmístění materiálu ve skladu A.....	52
3.6	Návrh rozmístění materiálu ve skladu B.....	53
3.7	Návrh postupu vyskladnění.....	53
3.8	Montáž výrobku	54
3.8.1	Návrh nového layoutu výrobní linky	54
3.8.2	Vybalancování výrobních časů	55
3.9	Standardní čas pro vychystání materiálu.....	56
3.10	Shrnutí navrženého řešení	57
4	ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ	59
4.1	Finanční přínosy.....	59

4.1.1	Zlepšení kvality	59
4.1.2	Rychlost výroby	60
4.1.3	Celkové finanční přínosy	62
4.2	Finanční náklady	62
4.2.1	Vybavení	62
4.2.2	Nároky na personální obsazení	63
4.3	Rozdíl měsíčních finančních přínosů a nákladů.....	64
4.4	Výpočet finanční návratnosti vybavení.....	65
4.5	Plocha.....	65
4.6	Celkové zjednodušení procesu	66
4.7	Celkové porovnání současného a navrženého řešení	67
ZÁVĚR		68
POUŽITÁ LITERATURA.....		70
SEZNAM TABULEK.....		72
SEZNAM OBRÁZKŮ		73
SEZNAM ZKRATEK.....		74
SEZNAM PŘÍLOH.....		75

ÚVOD

Zásobování materiálem je ve výrobním průmyslu jedním z nejdůležitějších prvků logistického řetězce. Řada podniků však materiálovému hospodářství nevěnuje dostatečnou pozornost, čímž snižuje svou konkurenceschopnost, kdy nedokáže v konečném důsledku dodávat zákazníkovi výrobky v odpovídající kvalitě či ve sjednaném termínu. Konkrétním případem je přímo zásobování ze skladu do výroby přímo v podniku. Takové zásobování nelze brát pouze jakou nutnou součást procesu nepřidávající konečnému výrobku žádnou hodnotu. Zásobování materiálu sice není činností přidávající výrobku hodnotu, nicméně při špatně nastaveném procesu zásobování může výrobku hodnotu odebírat.

V této diplomové práci bude pozornost věnována právě zásobování výrobní linky ve vybraném podniku. Cílem práce je navrhnout řešení na zlepšení procesu zásobování výrobní linky a dosáhnout tak zvýšení celkové produktivity výrobní linky.

Diplomová práce bude rozčleněna celkem na čtyři části, a to část teoretickou, analytickou, návrhovou a hodnotící. V teoretické části budou popsány jednotlivé důležité pojmy, ze kterých následně diplomová práce vychází.

Analytická část bude dále popisovat současné procesy zásobování výrobní linky, používané postupy, metody či vybavení, které je pro práci potřebné. Zanalyzován bude také prostor obětovaný pro systém zásobování výrobní linky. Tato část bude také zkoumat vlivy současného procesu zásobování materiálu na chybovost operátorů obsluhující výrobní linku či na celkovou produktivitu výrobní linky.

V návrhové části bude na základě poznatků získaných z části analytické navrženo řešení zlepšující současný proces zásobování výrobní linky s důrazem na výslednou výrobní produktivitu.

Poslední část bude určena pro hodnocení klíčových ukazatelů současného i navrženého řešení. Na základě těchto ukazatelů bude stanovena vhodná varianta nastavení procesu zásobování výrobní linky materiálem.

1 ZÁSOBOVÁNÍ VÝROBNÍ LINKY A JEJÍ PRVKY

Pro to, aby mohl podnik vyrábět výrobky v co nejvyšší kvalitě, za co nejnižší náklady a za co nejrychlejší čas, je mimo jiné nutné, aby kvalitně fungovalo zásobování výrobní linky materiálem. Do tohoto procesu se zapojuje několik důležitých prvků, bez kterých by celý systém nefungoval. Mezi tyto prvky se řadí sklady, ze kterých se materiál vydává, aktivní či pasivní prvky, dopravníky, systém kanban, sekvencování nebo informační systémy řídicí sklad a výrobu. Tyto jednotlivé prvky jsou dále popsány v této kapitole.

1.1 Skladování

Pernica (2005) uvádí, že skladování je důležité pro každý podnik, který udržuje v jakékoliv formě zásoby. Autor popisuje, a shoduje se tak s tvrzením Sixty a Mačáta (2005), že skladování lze chápat jako jednu z částí logistického systému, díky které je umožněno uskladnění výrobků v místě, kde vznikly nebo mezi místem vzniku a místem konečné spotřeby.

Hýblová (2006) vyzdvihuje, že díky skladování je možno vyrovnat časový a místní rozdíl mezi poptávkou a nabídkou, kde výroba vyrábí výrobek v době, kdy je to pro ni výhodné a zákazník by rád výrobek nakoupil v době a místě, kde je to výhodné pro něj. S tímto tvrzením Hýblové se shoduje i Daněk (2006), který kromě vyrovnávací funkce skladování uvádí i funkci technologickou a spekulativní. Technologická funkce se dle něj využívá často v procesu výroby, kde díky uskladnění dostává zásoba či výrobek správné vlastnosti pro další zpracování (stabilizace chemických látek, zrání sýrů apod.). Spekulativní funkci Daněk vysvětluje jako uskladnění nakoupené zásoby provozovatelem skladu z důvodu očekávání dalšího možného nárůstu ceny této zásoby, z níž by mohl při budoucím prodeji profitovat.

1.2 Sklad

Samotné skladování může probíhat například ve výrobní hale, na příjmových plochách, volných skládkách či přímo ve skladech. Sklady se podle použití dělí do mnoha kategorií podle skladovaného materiálu či podle jeho použití. Lukšů (2001) definuje sklad jako uzel v logistické síti, ve kterém jsou na přechodnou dobu uloženy zásoby, které mohou být dále v tomto uzlu tříděny a kompletovány pro přepravu do dalších bodech logistického řetězce.

Jak již bylo zmíněno, sklady se mohou dělit podle několika hledisek. Hýblová (2006) dělí sklady z funkčního hlediska na sklady konsolidační či rozdělovací, kde se zásilky

sdužují podle požadavků zákazníků, a sklady podporující výrobu. Ke zmíněným druhům skladů přidává Lukšů (2001) také sklad překládkový, který se využívá pro časové překlenutí mezi překládkou zásilky mezi různými druhy dopravních prostředků. Z hlediska zaměření práce však bude detailně popsán jen výrobní sklad.

Dle Řezníčka (2002) se sklady orientované na výrobu zařizují v blízkosti či uvnitř výrobních závodů, které jsou závislé na časté dodávce velkého množství surovin či materiálu do výroby. Lukšů (2001) dodává, že výrobní neboli zásobovací sklady existují především z důvodu překlenutí časové nesrovnalosti mezi dodávkou materiálu a potřebou výroby. Snižuje se tak dle něj riziko zastavení výrobní linky.

Výrobní sklady mohou být podle Daňka (2006) buď podlažní nebo regálové. V podlažních skladech se dle něj skladuje sypký materiál, manipulační jednotky bez možnosti stohování v jedné úrovni nebo stohovatelné manipulační jednotky ve více řadách nad sebou. V definování regálových skladů se k Daňkovi (2006) přidává i Lukšů (2001), který jednotlivé druhy regálových budov uvádí. Mezi tyto budovy patří především vysokoregálové sklady s výškou až do 45 metrů, vysokoplošné sklady pro skladování palet v regálech do 12 metrů, poschod'ové sklady vhodné pro ruční manipulaci s drobným materiálem v boxech atd.

1.3 Regály

Regály jsou základním vybavením téměř všech skladů či výrobních hal. Regálem se rozumí vícepodlažní zařízení pro uskladnění zásob, které umožňuje výběr těchto zásob z jakéhokoliv podlaží (Lukšů, 2001). Daněk (2006) přidává, že police těchto regálů mohou být děleny na jednotlivé buňky, díky kterým se regály stávají organizovanější a přehlednější.

Skladových regálů existuje mnoho, základní dělení dle Lukšů (2001) je následující:

- nepřemístitelné,
 - kotvené,
 - nekotvené.
- přemístitelné,
 - přenosné,
 - pojízdné,
 - přesuvné.

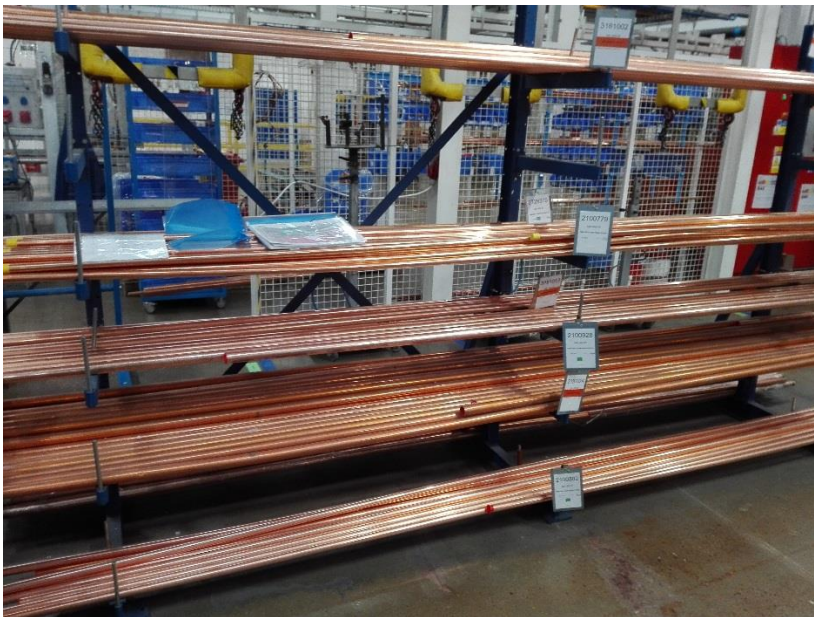
Pro účely práce jsou níže popsány především regály nepřemístitelné, konkrétně regály paletové, policové, gravitační či hřebenové.

1.3.1 Paletový regál

Pro uskladnění zboží, které je uloženo na paletách, se využívají paletové regály (Lukšů, 2001). Lukšů definuje paletové regály jako kovovou konstrukci bez podlahy tvořenou traverzami, které tvoří jednotlivé buňky, do kterých se palety ukládají. Jako vhodnou manipulační techniku pro obsluhu těchto skladů i ve výškách uvádí Cempírek (2007) vidlicové vozíky, které se pohybují v uličkách mezi regály, jejichž šířka je manipulačním zařízením uzpůsobena. Jako výhodu uvádí Cempírek možnost poměrně snadného zavedení systému FIFO či možnost přímého přístupu ke všem druhům skladovaného materiálu.

1.3.2 Hřebenový regál

Hřebenové neboli stromečkové regály se využívají především pro uskladnění dlouhých předmětů, rour, tyčí či desek (Gros a kolektiv, 2016). Konstrukce regálů se skládá ze středového nosníku, ke kterému jsou připevněny konzole, na které se dlouhý materiál ukládá (Lukšů, 2001). Podle Grose a kolektivu se nejčastěji tento typ regálů vyrábí do skladů a výrobních hal na zakázku upraven tak, aby vyhovoval konkrétnímu skladovanému materiálu.



Obrázek 1 Hřebenový regál (autor)

1.3.3 Policový regál

Policové neboli příhradové regály Lukšů (2001) definuje jako konstrukci složenou z bočních podpěr, mezi kterými jsou upevněny jednotlivé police. Podle Cempírka (2007) mohou tyto police být od sebe uživatelsky výškově nastaveny tak, aby v nich mohl být uložen různý materiál. Cempírek však dodává, že by regály neměly být vyšší než 2 m a police by

neměly být hlubší než 80 cm, aby mohli pracovníci snadno s materiálem manipulovat. Autor dále popisuje policové regály jako vhodné spíše pro drobný materiál, se kterým může být lehce manipulováno ručně.

1.3.4 Gravitační regál

Cempírek (2007) popisuje spádové regály jako konstrukci, která umožňuje separátní uskladňování a vyskladňování skladovaných palet, které se pohybují gravitační silou či externím pohonem. Gros a kolektiv (2016) doplňuje Cempírka o možnost skladování nejen palet, ale i v jiných manipulačních prostředcích. Kolektiv autorů popisuje regál jako konstrukci dostupnou jak ze zadní strany, odkud se materiál naskladňuje, tak i ze strany přední, odkud se materiál odebírá. Podle Grose a kolektivu se tyto regály často využívají pro zásobování výrobních linek.



Obrázek 2 Gravitační regál (autor)

1.4 Zásobování

Aby však mohl podnik plynule fungovat, je potřeba zajistit kvalitní zásobování skladu či výrobní linky. Podle Daňka (2006) lze chápat zásobování jako soubor činností, které je možno nalézt spíše v úvodní části logistického řetězce, což znamená, že je zaměřeno na optimální získávání zdrojů do výrobního procesu. Drahotský a Řezníček (2003) vysvětlují zásobování jako jednu z nejdůležitějších podnikových aktivit, kdy podnik zajišťuje suroviny či materiál pro potřeby výroby.

Drahotský s Řezníčkem dále dodávají, že zásoby mohou mít jak pozitivní, tak i negativní charakter. Pokud jde o pozitivní charakter, zásoby napomáhají podniku překonat časový, kapacitní, místní či sortimentní rozpor mezi výrobcem a spotřebitelem. Negativní charakter autoři chápou jako plýtvání prací, riziko znehodnocení či vázanost kapitálu. Aby se však minimalizovaly negativní stránky, radí Hýblová (2006), musí se podnik snažit minimalizovat doby, kdy jsou zásoby v nečinnosti či odstraňovat procesy, kdy se sice zásoby pohybují, ale nepřidávají žádnou přidanou hodnotu ke konečnému výrobku. Takové jednání lze chápat jako plýtvání.

Lukšů (2001) však nechápe zásobování jen jako získávání materiálu z externích zdrojů, naopak rozšiřuje pojem zásobování na související pojmy jako jsou nákup, skladování, plánování či řízení výroby. Autor popisuje zásobování jako činnosti zabývající se nejen materiály, ale také na cestu k jejich pořízení, přípravu a zajištění zařízení, kapitálu, zajištění potřebné práce či přenosem informací mezi jednotlivými články logistického řetězce.

Aby zásobování fungovalo správně, podnik by se měl podle Daňka (2006) držet několika cílů. Mezi ty patří především:

- snižování nákladů na obstarání zásoby,
- zlepšování výkonů celého oddělení zásobování,
- zajistit možnost zásobování z více zdrojů.

1.5 Zásoby

Výsledkem zásobování jsou zásoby. Sixta a Žižka (2009) tvrdí, že v současné době se zásobám v praxi věnuje čím dál větší pozornost kvůli tomu, že váží velké množství kapitálu, který poté podniku může chybět na financování investic do technického rozvoje, nebo to snižuje schopnost podniku platit včas své závazky.

Sixta a Žižka (2009) obecně definují funkce zásob v podniku následovně:

- geografická funkce,
- vyrovnávací a technologická funkce,
- spekulativní funkce.

Geografická funkce podle autorů vychází z potřeby překlenutí místního rozdílu výroby a spotřeby, kde při existenci zásob může podnik optimalizovat své výrobní procesy.

Vyrovnávací a technologickou funkci Sixta se Žižkou (2009) vysvětlují jako vyrovnání kapacitního nesouladu znovu mezi výrobou a spotřebou, kde podnik díky existenci zásob eliminuje nepředvídatelné vlivy, zlevňuje dopravu či odstraňuje časový nesoulad.

Spekulativní funkci definují jako očekávání podniku, který drží jistou zásobu, u které očekává její cenový růst.

1.6 Druhy zásob

Podle druhu podniku či uzlu na logistickém řetězci existují různé druhy zásob, které lze členit podle několika kritérií. Podle Sixty a Žižky (2009) mohou být zásoby členěny podle následujících kritérií:

- podle stupně zpracování,
- účetních předpisů,
- funkčního hlediska,
- použitelnosti.

1.6.1 Dělení podle stupně zpracování

Sixtou a Žižkou (2009) rozděluje podle tohoto kritéria zásoby na zásoby výrobní, mezi které lze řadit suroviny, materiál, paliva či obaly důležité pro zhotovení konkrétního výrobku.

Další možností podle autorů existují zásoby rozpracované výroby, které nelze považovat za hotové výrobky, nicméně jsou nezbytné pro další výrobní činnost.

Poslední možností, kterou Sixta a Žižka (2009) dodávají, je takzvaná distribuční zásoba neboli zásoba hotových výrobků. K tomuto dělení dodává tento kolektiv autorů i zásobu zboží, která se liší od zásoby hotových výrobků tím, že ji podnik nevytvořil, jen nakoupil z důvodu dalšího prodeje.

1.6.2 Dělení podle účetních předpisů

Autoři Sixta se Žižkou (2009) zde zásoby dělí podobným způsobem jako v předchozím případě. Znovu se zaměřují na nakupovaný materiál a materiál, který byl již nějakým způsobem zpracováván ve výrobě. Konkrétně autoři dělí zásoby na nakupované zásoby, které jsou základními vstupy při výrobě výrobků, a zásoby vlastní výroby, které jsou výsledkem sestav nakupovaných zásob.

1.6.3 Dělení podle funkčního hlediska

Podle Lamberta, Stocka a Ellram (2005) se podle tohoto hlediska dělí zásoby následovně:

- běžná zásoba,
- zásoba na cestě,
- pojistná či vyrovnávací zásoba,

- spekulativní zásoba,
- sezónní zásoba,
- mrtvá zásoba.

Lambert, Stock a Ellram (2005) definují běžnou zásobu jako zásobu, která se obstarává pro standartní fungování prodejního či výrobního podniku. Grant s kolektivem autorů (2006) dodává, že běžnou zásobu podnik udržuje v takovém množství, které odpovídá poptávce za standartních podmínek a dodává se v takových intervalech, aby podnik nemusel využít pojistnou zásobu. Zásobu na cestě je možno chápat jako běžnou zásobu, která je však ještě na cestě od dodavatele do podniku, a podnik ji tak nemůže využít pro výrobní či prodejní proces (Grant et al, 2006).

Zásobu pojistnou popisuje Sixta a Žižka (2009) jako část zásob, díky kterým při nepředvídatelných situacích dokáže podnik pokrýt poptávku zákazníků tak, že bude schopen prodávat zboží či výrobky. Mezi nepředvídatelné situace řadí autoři například opožděné dodávky či nižší dodávky, než bylo očekáváno. Podle Průši a kolektivu (2013) se spekulativní zásoba nepořizuje přímo pro výrobní účely či pro okamžitý prodej, naopak se pořizuje za účelem dosažení mimořádného zisku prodejem ve vhodném okamžiku. Lambert, Stock a Ellram (2005) doplňují, že spekulativní zásobou může být i hotový výrobek, který podnik drží a předpokládá budoucí poptávku po něm.

Sezónní zásoba je formou spekulativní zásoby, která se pořizuje vždy před započatím určitého období, ve kterém se předpokládá zvýšení poptávky po tomto zboží či výrobku, který se z ní skládá (Grant et al., 2006). Mrtvou zásobu lze chápat jako zásobu, po které není v dlouhém období poptávka a žádná se ani v budoucnosti nepředpokládá (Lambert, Stock, Ellram, 2005).

1.6.4 Dělení podle použitelnosti

Průša se svým kolektivem (2013) dělí tuto skupinu zásob na zásoby použitelné a nepoužitelné. Použitelné jsou podle něj a kolektivu autorů takové zásoby, které se běžně využívají při výrobě výrobků či dalším prodeji zákazníkům. Pokud jde o nepoužitelné zásoby, Sixtou a Žižkou (2009) je definují jako zásoby, pro které podnik nemá další využití. Podle zmíněných autorů takové zásoby vznikají často z důvodu změny výrobního programu, modifikaci výrobku či špatným rozhodnutím při nákupu.

1.7 Vychystávání zásob

Zásoby, které podnik drží na skladě následně vychystává do výroby či k prodeji. Podle Lamberta, Stocka a Ellram (2005) může podnik vychystávat zásoby systémem FIFO či LIFO. Web AMI Plus (2016) zaměřený na řízení výroby dodává k výše zmíněným také systémem FEFO.

Podle Sixty a Žižky (2009) je systém FIFO (first in, first out) systémem, který zohledňuje pořadí jednotek. Pokud jde o zásoby, podnik je vyskladňuje přesně v takovém pořadí, v jakém byly do skladu naskladněny (Lambert, Stock a Ellram, 2005). Gros a kolektiv (2016) uvádějí jako příklad pro dodržování systému FIFO gravitační regály, které fungují právě na principu systému FIFO, kde se vždy nejdříve odebírá jednotka, která byla do regálu vložena jako první.

Metoda FEFO (first expiration, first out) funguje podobně jako metoda FIFO, nicméně klíč pro vyskladňování není pořadí, ve kterém podnik zásobu získal, nýbrž pořadí, ve kterém daná zásoba expiruje (AMI Plus, 2016).

Podle Granta a kolektivu (2006) je systém LIFO (last in, first out) opakem systému FIFO. Zmínění autoři LIFO popisují tak, že podnik svou výrobu či prodeje realizuje ze zásob, které nabyl nejpozději. Zásoby, které podnik nabyl nejdříve, se využívají minimálně a zůstávají na skladě (Grant et al, 2006)

1.8 Manipulace

Dle Drahotského a Řezníčka (2003) je manipulace s materiálem důležitý článek logistických řetězců. Podle Lukšů (2001) lze manipulaci pochopit jako přemístění materiálu, zásob či hotových výrobků na krátké vzdálenosti. Lukšů dodává, že samotná manipulace je skryta téměř v každém procesu logistického řetězce. Udává, že například z celkové délky výrobního procesu je 20 až 90 % manipulace nebo že na jednu výrobní operaci připadá 2 až 6 manipulací s materiálem.

Jen zřídka je manipulováno s materiálem ručně aniž by byl uložen na manipulační jednotce (Lukšů, 2001). Materiál bývá ve většině případů uložen na standardizované manipulační jednotce, aby s ním mohlo být manipulováno specializovaným manipulačním zařízením (Lukšů, 2001).

1.8.1 Manipulační zařízení

Pro snadnou a nenáročnou manipulaci se v podnicích využívají různá zdvihací či dopravní zařízení, mezi které mohou patřit jednoduchá zdvihadla a vozíky, jeřáby, dopravníky či samotné dopravní prostředky (Pernica, 1994).

Mezi základní vnitropodniková manipulační zařízení, důležité pro tuto práci, patří především vysokozdvizné vozíky, nízkozdvizné vozíky a tahače. Podle Cempírka (2007) jsou vysokozdvizné vozíky (vlevo na obrázku 3) manipulačními prostředky vhodné pro široké použití, především však pro ukládání palet do výšky až několika metrů nad zemí. Autor dodává, že tyto vozíky se vyrábějí motorové, kde pohonem může být elektromotor či spalovací motor, a nemotorové, s hydraulickým zdvihem. Nejčastějším typem těchto vozíků jsou vozíky čelní, které mají vidlice pro manipulaci umístěny z čelní strany vozíku (Cempírek, 2007).

Nízkozdvizné vozíky (prostřední na obrázku 3) se podle Lukšů (2001) využívají především pro přemístění paletových jednotek na krátké vzdálenosti bez možnosti stohování. Podle společnosti Jungheinrich (2018) existuje několik druhů nízkozdvizných vozíků, které se mohou lišit podle typu pohonu na ruční a elektrický nebo podle nosnosti a délky vidlic. Délka vidlic u nízkozdvizných vozíků se pohybuje kolem 1 000 mm a jejich nosnost kolem 1 500 kg (Jungheinrich, 2018). Vozíky mohou být ručně vedeny pocházejícím personálem nebo mohou být vybaveny kabinou pro řidiče (Lukšů, 2001).



Obrázek 3 Vysokozdvizný, nízkozdvizný a tažný vozík (Jungheinrich, 2018)

Pro přemístění materiálu, který není uložen na paletách lze využít tahač s taženým vozíkem. Tyto tahače bývají poháněny elektrickým či spalovacím motorem a umožňují v krátkých časech manipulovat velké množství materiálu do místa potřeby (Toyota Material Handling, 2018). Tahač lze vidět na pravé straně obrázku 3. Podle společnosti Toyota Material Handling (2018) nemají samy tahače žádný úložný prostor pro manipulaci materiálu a je nutné za ně připojovat vozíky, které se liší podle manipulovaného materiálu například na plošinové, ohradové či policové.

1.8.2 Dopravníky

Dopravníky jsou zařízení různé konstrukce pro kontinuální manipulaci s materiálem (Cempírek, 2007). Podle manipulovaného a okolního prostředí se využívají různé konstrukční varianty dopravníků, mezi které patří například dopravníky válečkové, pásové, vozíkové či závěsné (Lukšů, 2001).

Podle Daňka (2006) jsou válečkové dopravníky manipulační zařízení, kde manipulovaný materiál pojíždí na dopravní ploše, která je tvořená z válečků umístěných těsně vedle sebe nebo kuliček. Autor dodává, že tyto dopravníky se nejčastěji využívají ve skladech či výrobních halách a podle nutnosti přemístování dopravníku mohou být mobilní nebo pevně spojené s podlahou. Materiál se na těchto tratích pohybuje pomocí otočných válečků, které se mohou otáčet buď pomocí gravitace, pomocí ruční manipulace nebo pomocí elektrických válečků (Lukšů, 2001).



Obrázek 4 Válečkový dopravník (autor)

Vozíkové a závěsné dopravníky se používají k mezioperační manipulaci rozpracovaných výrobků, na kterých se během manipulace provádí technologický proces (Cempírek, 2007). Podle autora se vozíky či kladky pohybují po pevné dráze a umožňují na jednotlivých stanovištích přístup k výrobku.

1.8.3 Manipulační jednotky

Protože se manipulace se zásobami vyskytuje ve všech částech logistického řetězce, je nutné zabezpečit, aby byl pro tyto zásoby zvolen ideální obal, který bude sdružovat určitý počet zásob do manipulační jednotky, se kterou bude možno manipulovat jako s celkem (Lukoszová et al, 2012). Podle Lukoszové a kolektivu (2012) lze obecně manipulační

jednotku definovat jako náklad, který může být balený či volně ložený, ale uzpůsobený pro manipulaci tak, aby zásoba nebyla během manipulace znehodnocena.

Manipulační jednotky lze rozdělit do 4 řádů podle toho, jak složitý způsob manipulace je zvolen (Pernica, 2005). Jednotlivé řády jsou znázorněny v tabulce 1.

Tabulka 1 Rozdělení manipulačních jednotek dle tříd

Manipulační jednotka	1. řád	2. řád	3. řád	4. řád
Způsob manipulace	Ruční	Manipulační vozíky	Jeřáby	Portálové jeřáby
Typ manipulační jednotky	Přepravky, bedny	Palety	Kontejnery	Lichtery

Zdroj: Lukoszová et al (2012)

Manipulační jednotky prvního řádu jsou nejčastěji přepravky, bedny či lepenkové krabice, které jsou uzpůsobeny pro ruční manipulaci či pro manipulaci s jednoduchými manipulačními zařízeními (Pernica, 2005).

Pro potřeby práce je nutné charakterizovat především ukládací bedny. Lukšů (2001) popisuje ukládací bedny jako manipulační jednotky vhodné pro skladování materiálu a pro mezioperační manipulaci především ve výrobních podnicích. Ukládací bedny jsou vyráběny především z plastových materiálů v několika různých standardizovaných velikostech a jsou uzpůsobeny tak, aby se jednotlivé velikostní varianty mohly stohovat na sebe (TBA Plastové obaly, 2016). Tyto bedny jsou tvořeny čtyřmi bočními stěnami, kde jedna z čelních stěn je zkosená a vyplněná jen do poloviny tak, aby z ní bylo možné odebírat materiál i v případě, že se stohuje několik beden na sobě (TBA Plastové obaly, 2016).



Obrázek 5 Ukládací bedny (TBA Plastové obaly, 2016)

Mezi přepravní jednotky druhého řádu patří především palety. Palety jsou manipulační jednotky tvořené ložnou podlahou určené pro manipulaci vidlicovými vozíky (Lukšů, 2001). Lukšů dodává, že palety jsou využitelné pro skladové operace, výrobní manipulaci či

přepravu. Autor dělí palety na několik typů podle manipulovaného materiálu či podle prostředí ve kterém se využívají. Pro potřeby práce je však popsána především prostá dřevěná paleta.

Prosté palety je možné využít pro různé druhy materiálu, který tvoří na paletě kompaktní celek a je s ní fixně spojen například smrštitelnou fólií (Lukoszová et al, 2012). Prostá paleta se vyrábí v několika různých velikostech. Nejčastěji používaná paleta je vrátná dřevěná evropská paleta EUR s rozměry 1 200 x 800 mm či paleta ISO, která má rozměr 1 200 x 800 mm (Lukšů, 2001).

1.9 Kanban

Systém kanban byl vyvinut ve 20. století společností Toyota Motor Company a je jednou ze součástí TPS (Liker, 2007). V češtině symbolizuje slovo kanban štítek či kartu, která je smyslem celého systému (Lukoszová et al, 2012). Podle Lukoszové a kolektivu (2012) může být tato karta či štítek s informacemi připevněna na manipulační bedně, paletě, podlaze výrobní haly či přímo na regálu.

Podle Tomka a Vávrové (2000) je cílem tohoto systému schopnost dodávat pohotově na výrobní pracoviště za účelem standardizování výrobního programu a vyrovnání výrobního cyklu. Pro plnění tohoto cíle musí nést karta nezbytné informace, které podle Tomka a Vávrové (2000) jsou především číslo dílu či materiálu a množství kusů nebo výrobní dávky.

Systém kanban lze využít především ve výrobních podnicích, které jsou orientovány na velkosériovou či hromadnou výrobu, kde existuje nízký počet druhů či variací výrobků nebo se většina výrobků skládá ze stejných nebo podobných dílů, které se využívají opakovaně (Tomek a Vávrová, 2000).

Principem kanbanu je tedy dodávání dílů či materiálu na pracoviště přesně podle objednávky nakupujícího, který žádá o konkrétní číslo dílu v určitém množství od prodávajícího na předchozí operaci, který je povinen objednávku vyrobit (Sixta a Žižka, 2009). Podle Sixty a Žižky (2009) vychází systém kanban z několika dalších principů:

- dvojice článků fungují na základě tažného principu,
- objednacím množstvím je obsah jednoho či několika konstantně naplněných přepravních prostředků,
- dodavatel ani odběratel nevytváří žádné zásoby,
- spotřeba materiálu je vyrovnaná,
- činnosti dodavatele a odběratele jsou synchronizované.

Mezi přínosy, které přináší systém kanban patří podle Lukoszové a kolektivu autorů (2012) hlavně snížení stavu zásob, zajištění systémového toku informací či zvýšení plynulosti celého výrobního procesu.

1.10 Výroba

Výrobou lze rozumět proces zhotovování výrobku nacházející se ve střední části logistického řetězce (Daněk, 2006). Podle Daňka (2006) se samotná výroba skládá z velké řady procesů, které jsou logisticky koordinovány a synchronizovány (tok materiálu, informační tok, montáž atd.). Daněk dále dodává, že nejdůležitější úlohou logistiky ve výrobě je najít způsob, jak za co nejnižší náklady a nejrychlejší čas přemístit díly a materiál přes všechny výrobní procesy k výrobě hotového výrobku.

1.10.1 Výrobní proces

Výrobní proces lze chápat jako realizační část hodnototvorného procesu výroby, kde pomocí cílevědomého použití výrobních faktorů lze dosáhnout transformace vstupů ve výstup s co nejvyšší přidanou hodnotou (Tomek a Vávrová, 2014). Podle Tomka a Vávrové (2014) lze řadit mezi vstupní faktory:

- pracovní sílu a výrobní zařízení,
- spotřební faktory:
 - materiály tvořící podstatu produktu,
 - pomocné materiály,
 - režijní materiály.
- řídicí složky (management).

Pomocí těchto vstupních faktorů je možno při jednotlivých výrobních operacích přeměňovat nakupované díly ve vyráběné sestavy či podsestavy, ze kterých je následně tvořen finální produkt (Tomek a Vávrová, 2014).

Podle Rothera (2017) by měla každá z těchto operací přidávat výrobku hodnotu, protože každá operace, která hodnotu nepřidává je plýtváním a ztrátou. Pro hodnotové analýzy výrobních procesů se využívá mapování hodnotových toků (VSM), které umožňuje sledování toku materiálu či informací a související průběžné doby mezi jednotlivými procesy (Rother, 2017). Pomocí této analýzy lze identifikovat procesy, které jsou plýtváním a nepřinášejí výrobku žádnou přidanou hodnotu (Rother, 2017).

1.10.2 Standardizace výroby

Podle Tomka a Vávrové (2000) lze standardizaci chápat jako systematický proces výběru, sjednocování a účelné stabilizace jednotlivých možností řešení, vstupních faktorů, výstupních faktorů, výrobních postupů, činností a informací v procesech nebo jejich dílčích částech.

Podle těchto autorů je cílem standardizace snížení odlišností či nahodilostí v určitém procesu, který by po standardizačním procesu měl fungovat podle určitých pravidel a měl by vyhovovat všem možným vstupním prvkům, postupům či zařízením. Výsledkem standardizačního procesu je norma či standard, které nesou jednoznačné kvalitativní i kvantitativní formulování závěrů (Tomek a Vávrová, 2000).

1.10.3 Kusovník

Základním normativním prvkem standardizace je kusovník. Kusovník slouží jako přehled jednotlivých dílů v konkrétním množství, ze kterých se skládají jednotlivé podsestavy a sestavy a následně i finální produkt (Tomek a Vávrová, 2014).

Nejčastějším typem kusovníku je kusovník strukturovaný, který vyjadřuje vazbu mezi jednotlivými výrobními úrovněmi a lze v něm snadno vysledovat, která podsestava se skládá z jakých dílů a jakého množství (Tomek a Vávrová, 2014). Podle těchto autorů je díky strukturovanému kusovníku možné jednotlivé kusovníky sestav a podsestav vkládat do kusovníků různých hotových výrobků.

Podle Tomka a Vávrové (2014) nemá kusovník využití jen přímo ve výrobě při konstrukci výrobku, ale může být využit také pro nákup, který dokáže z předpovědi výroby finálních výrobků nakupovat materiál. Také je využitelný pro marketing, který představuje výrobek zákazníkovi nebo dokáže nabídnout podsestavu jako náhradní díl, nebo je vhodný pro účetnictví, které díky kusovníku dokáže zkalkulovat cenu výrobku na základě nákupních cen nakupovaného materiálu a prodejní marže.

1.11 Informační systémy

Pro správnou funkčnost celého podniku i celého logistického řetězce je nutné, aby v podniku kvalitně fungovala výměna informací. Pro výměnu informací se ve většině podniků využívají informační systémy. Prvním impulsem a vstupem, který nastartuje činnost celého logistického řetězce a také potřebu výměny dat je zákaznická objednávka (Hýblová, 2006). Podle Lukoszové a kolektivu autorů (2012) jsou informační systémy určeny pro podporu všech hlavních podnikových procesů, mezi které patří výroba, logistika, personalistika nebo účetnictví.

Pro každou tuto část podniku může existovat oddělený modul informačního systému, který je uživatelsky upraven přímo podle potřeb podniku a nastaven tak, aby mezi sebou jednotlivé moduly komunikovaly a vyměňovaly si v reálném čase potřebná data (Oracle, 2018). Podle webu Oracle (2018) lze pomocí vstupů zadávaných do informačních systémů plánovat výrobu ve vztahu ke kapacitním možnostem a k dostupnému materiálu, vyrábět pomocí zadaných kusovníků výrobků, řídit kvalitu výrobků či nakupovat materiál od dodavatelů.

1.12 Systémy automatické identifikace

Aby mohly správně a bezchybně fungovat informační systémy, je nutné, aby vstupy ve formě dat, které jsou do nich zadávány, byly také bezchybné. Pro zajištění správného sběru dat existují různé systémy automatické identifikace, které dokáží uchovat různý objem dat v různé grafické či technické podobě (Lukšů, 2001). Mezi nejpoužívanější systémy automatické identifikace se řadí čárové kódy, které mohou vystupovat v jednorozměrné či dvourozměrné podobě, a radiofrekvenční systémy (Lukšů, 2001).

Lineární neboli jednorozměrné čárové kódy se využívají v celém logistickém řetězci pro identifikaci materiálu, dílu, boxu, palety, regálu či výrobku (GS1, 2017a). Tyto čárové kódy fungují na základě tmavých a světlých ploch, které dokáží nést pouze omezenou informaci o konkrétním skenovaném dílu, nicméně slouží jako unikátní vstupní klíč do databází informačních systémů, které mohou být zobrazovány na výstupních zařízeních v jakémkoli objemu (GS1, 2017a).



Obrázek 6 Lineární kódy (Leonardo technology, 2018)

Dvourozměrné kódy se čím dál více využívají pro značení různých věcí z důvodu možnosti zakódování mnohem většího objemu dat (téměř 7 000 numerických znaků) a dosažení vyšší rychlosti čtení (GS1, 2017b). Podle webu GS1 (2017b) je vyšší rychlost a snadnost skenování zajištěna díky možnosti skenování kódu z jakékoli strany a možnosti skenování i při částečném poškození kódu.



Obrázek 7 Dvourozměrné kódy (Leonardo technology, 2018)

Nejmodernější technologií automatické identifikace je radiofrekvenční systém. RFID funguje na základě odesílání a přijímání radiofrekvenčního signálu, kde RFID snímač vytvoří elektromagnetické pole, které probudí tagy v dosahu, které zpět odesílají uchovanou informaci do snímače (ESP, 2014). Výhodou RDID je možnost čtení dat z několika tagů v krátkém časovém úseku bez nutnosti vizuálního kontaktu snímače s tagem (ESP, 2014).

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU ZÁSBOVÁNÍ VÝROBNÍ LINKY

Náplní této kapitoly je popis současného stavu zásobování vybrané výrobní linky v nejmenované společnosti. Kapitola je strukturována postupně podle toku materiálu, který je nejprve přijat na sklad, zaskladněn na pozici, vyskladněn podle výrobní objednávky a manipulován do výroby, kde je uložen v regálech u linky. Popisovány nejsou pouze prvky a zařízení skladu a výrobní linky, ale také jednotlivé použité postupy a jejich přidaná hodnota celému procesu.

2.1 Představení společnosti

Z důvodu přání společnosti nebude název společnosti v této práci zmiňován a podnik bude vystupovat jako nejmenovaný podnik. Tento nejmenovaný podnik je americkou korporátní společností, která má po celém světě celkem 210 výrobních závodů, ve kterých je zaměstnáno zhruba 77 000 zaměstnanců. V Evropě se nachází několik poboček, kde dvě z nich jsou postaveny přímo v České republice.

Tím, že společnost skupuje velké množství podniků po celém světě, dostává se tak pod svým jménem na trh s širokým rozsahem služeb a výrobků. Společnost vlastní závody zabývající se výpočetní technikou, průmyslovými zabezpečovacími systémy, průmyslovými automatizačními systémy či v neposlední řadě strojírenskou výrobou pro použití v průmyslu i domácnosti.

Konkrétní vybraná pobočka této společnosti, která bude dále popisována v práci se zabývá právě výrobou strojírenských výrobků pro použití v průmyslu i domácnosti. Areál tohoto závodu má celkem 49 400 m². V tomto areálu se nachází 5 360 m² velká výrobní hala, která je rozdělena na několik linek, 1 980 m² velký sklad s manipulační plochou a rampou pro nakládku a vykládku dopravních prostředků, 2 600 m² velká inženýrská testovací budova a zhruba 772 m² kanceláří.

Podnik zde na šesti výrobních linkách produkuje deset různých druhů produktů, které dále vyrábí v různých modelech či variacích. Celkem tak podnik eviduje zhruba 3 800 modelů výrobků, které je schopen na zmíněných šesti linkách kdykoliv vyrábět. Pro všechny tyto modely má podnik materiál uložen ve svých skladech. Drobný materiál, který je možno vložit do manipulačních beden, včetně spojovacího materiálu, se ukládá do malého skladu. Pro větší díly, se kterými je nutné manipulovat s manipulačními vozíky se naopak využívá velký

paletový sklad. Podnik má také možnost využívat externí sklad, kde ukládá svůj materiál, pokud je sklad v areálu podniku příliš vytížený.

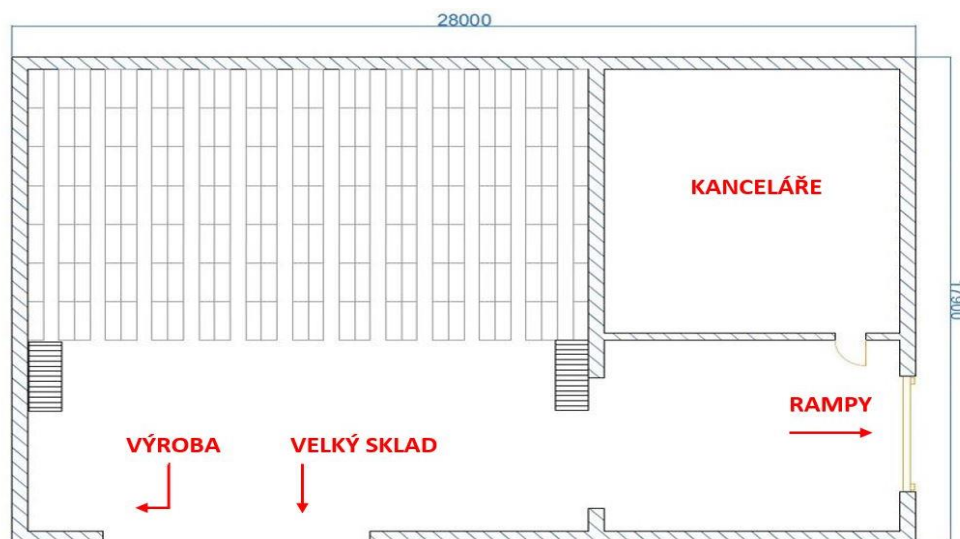
2.2 Sklad

Jak bylo zmíněno v úvodu kapitoly, podnik disponuje třemi sklady. V každém skladě se uskladňuje různý druh materiálu a také se využívá jiný princip vychystávání. Podnik může svůj materiál uložit ve skladu externím nebo přímo ve skladu, který je součástí areálu podniku a je z něj přístup přímo na výrobní linku. Tento interní sklad se dále dělí na malý a velký, kde je rozdíl v konstrukci skladu či skladovaném materiálu. Pro analýzu jsou důležité především sklady interní.

2.2.1 Malý sklad

Malý sklad neboli sklad B, je určen převážně pro drobný spojovací materiál, dráty, kabely, čidla, ventily a podobně. Tedy pro materiál, který je možno uložit ve větším množství do ukládací bedny. Právě v ukládacích bednách či lepenkových krabicích je materiál ve skladu uložen v regálových pozicích. S materiálem se v tomto skladu manipuluje ručně, čemuž jsou i upraveny výšky a hloubky jednotlivých regálů. Sklad je vyobrazen na obrázku 8 a detailně v příloze B.

Jedná se o patrový sklad, kde jsou v přízemí i patře umístěny policové regály s materiálem. Přístup do patra je zajištěn schody a výtahem, který je využíván při manipulaci s větším množstvím materiálu na policovém ručním vozíku.



Obrázek 8 Layout malého skladu (Nejmenovaný podnik, upraveno autorem)

Celkem se v každém patře nachází 24 policových regálů. 22 regálu je rozmístěno v prostoru tak, že stojí vždy po dvou zády k sobě, čímž tvoří 11 řad regálů, mezi kterými je

manipulační ulička. Zbylé dva regály jsou umístěny u bočních stěn skladu. Každý regál je vysoký 2 m a je rozdělen na 5 pater, které mají stejnou výšku 0,4 m. Délka regálu činí 10,5 m a je rozdělena příčkami na 7 dílčích buněk o velikosti 1,5 m. V každé buňce se nachází 3 skladové pozice, kde na každé pozici může být uskladněna ukládací bedna či lepenková krabice o maximálních rozměrech 0,5 * 0,5 * 0,4 m (š*h*v).

Tabulka 2 Přehled kapacity jednotlivých regálů a celého skladu

Regál			Sklad	
Počet pater	Počet buněk	Počet pozic	Počet regálů	Počet pozic
5	35	105	48	5 040

Zdroj: autor

Z tabulky vyplývá, že je v malém skladu k dispozici celkem 5 040 skladových pozic. Jak již bylo uvedeno, podnik eviduje ve svém závodě téměř 3 800 modelů produktů. V tomto malém skladu pro toto množství produktů uchovává přibližně 3 500 různých druhů materiálu, který nemusí být vždy uložen jen na jedné skladové pozici.

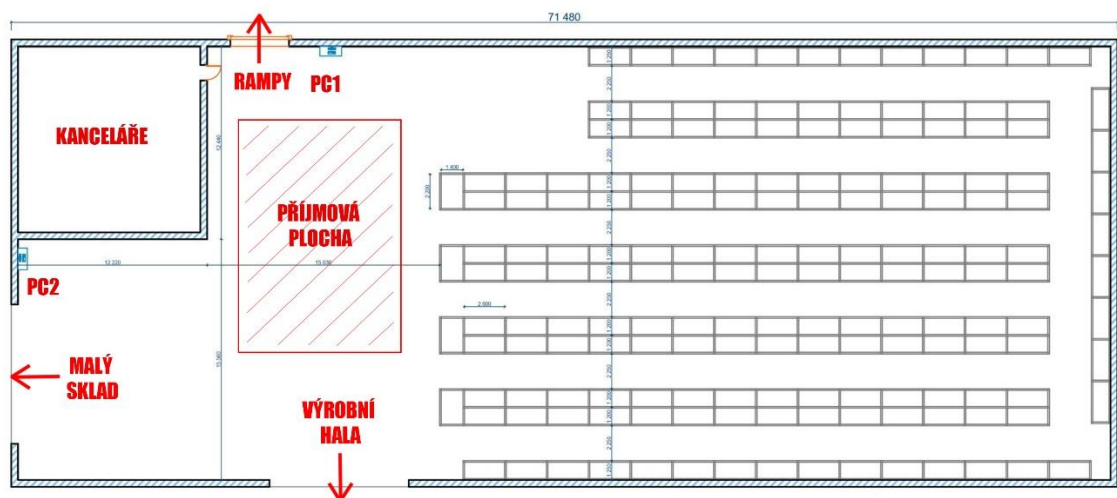
2.2.2 Velký sklad

Oproti malému skladu se ve skladu velkém neboli skladu A, neskladují drobné materiály, ale materiály objemné s vysokou hmotností. Pro tyto materiály nelze využít ruční manipulace a musí se zde využívat manipulační technika. Pro obsluhu tohoto skladu se využívají dva vysokozdvizné vozíky Bendi B313, které se jako jedny z mála vozíků na trhu dokáží pohybovat a zakládat palety v uličkách širokých jen 1,6 m.

Ve velkém skladu se, stejně jako v malém, skladuje velké množství různých materiálů, mezi které patří těsnění, odlitky, trubky, kartony apod. Protože se materiál dodává ze zemí celého světa, není možné jej držet v malé zásobě. Pro každý materiál tedy ve skladu připadá rovnou několik pozic, které však nemusejí být přímo u sebe.

Půdorys velkého skladu společně s příjmovou plochou, manipulačními prostory a kanceláří má rozměry zhruba 72 x 28 m. Na obrázku 9 a v příloze A lze vidět, že je ve skladě umístěno 13 řad regálů, které jsou vždy složeny z pěti pater. Z obrázku 9 také vyplývá, že všechny regály nejsou stejně dlouhé, takže neobsahují stejný počet buněk. Celkem je však ve skladě 845 regálových buněk, kde každá buňka je dále rozdělena na 3 paletová místa o rozměrech 1 200 x 800 x 1 000 mm. Ve velkém skladě je tedy možno uskladnit až 2 535 EUR palet. Kromě pozice pro EUR palety je sklad vybaven i pozicemi pro nestandardní

palety. Tyto pozice jsou místěny na koncích čtyřech dvojic nejdelších regálů. Pozic je celkem 20.



Obrázek 9 Layout velkého skladu (Nejmenovaný podnik, upraveno autorem)

Důležitou součástí velkého skladu je příjmová plocha, kde se primárně skládá materiál, který byl zrovna dodán. Prostor je však používán i pro odkládání palet při kompletaci výrobní objednávky při vyskladňování materiálu, který je následně manipulován do výroby. Kromě manipulačního prostoru se nachází ve skladě i dva počítače pro tisk vychystávacích listů a pro kontrolu aktuálních pozic při vyskladňování materiálu.

2.2.3 Naskladnění

Ve všech krocích pohybu materiálu v podniku i mimo něj je jeden z nejdůležitějších prvků informační systém. Podnik využívá informační systém od společnosti IBM. Tento systém obsahuje velké množství modulů (objednávkový systém, plánování výrobních objednávek, kusovníky, monitorování výroby apod.), které spolu na základě klíčových proměnných spolupracují. Výhodou tohoto systému je velká variabilita, díky které dokáže podnikový programátor jednotlivé moduly uživatelsky modifikovat.

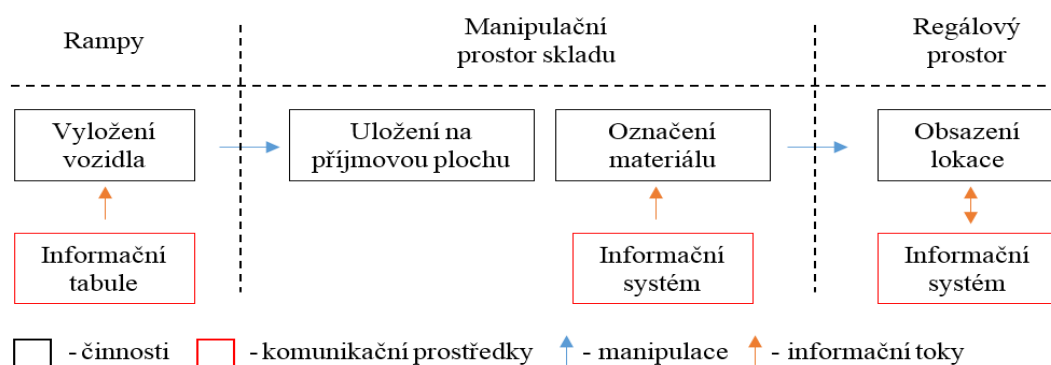
Na základě tohoto systému je také naskladňován materiál. V blízkosti příjmové plochy je umístěna informační tabule, která nese informace o očekávaných dodávkách v daný den. U každé dodávky je udáván předpokládaný čas příjezdu, materiál, počet kusů a status dodávky (čekající, v procesu a naskladněno). Díky tomuto systému je možno přesně rozdělovat a plánovat práci jednotlivých skladníků.

Po příjezdu nákladního automobilu s materiálem k rampě je materiál uložený na paletě manipulován vysokozdvížným vozíkem Jungheinrich 115 na příjmovou plochu (viz. obrázek 8). Až je materiál úspěšně složen, je opatřen identifikačními skladovými kartami, které nesou

informace o kódu materiálu s čárovým kódem, počtu kusů v balení, váhu či datum naskladnění.

Po označení palet skladovými kartami přichází na řadu fyzické zaskladnění do regálových pozic. Skladník se pomocí skeneru spojí s informačním systémem, který má přehled o aktuálním rozložení palet ve skladě, a naskenuje čárový kód materiálu. V případě skladu A skladník následně vidlicemi vozíku Bendi nabere paletu a vybere náhodnou volnou skladovou pozici. Tuto pozici také naskenuje a informační systém otestuje, zda je pozice volná také systémově. Pokud je pozice k dispozici, skladník paletu uloží do příslušné pozice a na skeneru potvrdí skenovanou lokaci. Díky tomuto systému je možno kdykoliv dohledat na jaké pozici se nachází jaký materiál a v jakém počtu.

Stejný princip funguje i ve skladu B, tedy v malém skladu. Jen je materiál místo vidlicovým vozíkem manipulován na ručních policových vozících a zakládán do regálů ručně. Celý proces je shrnut na obrázku 10.



Obrázek 10 Schéma naskladnění materiálu (autor)

2.2.4 Vyskladnění

Aby se mohlo plynule vyrábět a materiál byl včas na výrobní lince, je nutné materiál vyskladnit z regálů a zajistit manipulaci. Do výroby se manipuluje jak materiál ze skladu B, tak i ze skladu A, nicméně z obou skladů se dodává jiným způsobem, pomocí jiných dokumentů a na základě jiných signálů.

Impuls pro vychystávání z malého skladu funguje na základě systému dvou zásobníků. Každá výrobní linka je vybavena několika spádovými regály, ve kterých jsou na kolejnicích uloženy plastové boxy s materiálem. Vždy jsou za sebou uloženy dva boxy se stejným materiálem tak, že když se jeden box vyprázdní, přesune se do nejvyššího patra regálu, který má spád na opačnou stranu než patra ostatní. Boxy v horním patře sesbírávají výrobou projíždějící skladníci s tahačem a přívěsným vozíkem na boxy. Na tento vozík je možno naložit v závislosti na velikosti boxu zhruba 10 až 20 plastových boxů.

Aby skladníci zabezpečili dostatečné množství materiálu na lince, je nutné, aby výrobou pojížděli minimálně pětkrát denně, kde jedna zpáteční cesta na linku může trvat 10 až 20 minut z důvodu různého počtu sbíraných boxů a nemožnosti zajetí vozíkem přímo ke všem regálům.

Po příjezdu zpět do skladu s prázdnými boxy, je nutné postupně každou ukládací bednu doplnit. Skladník přemístí boxy z přípojného vozíku na ruční policový vozík a oskenuje první box. Informační systém zjistí, co se jedná za materiál a na jakém místě je materiál uložen. Na skeneru se zobrazí lokace skladu, na které je uložen konkrétní materiál s nejstarším datem zaskladnění, a to z toho důvodu, aby bylo dodrženo FIFO. Po příjezdu k pozici skladník pozici oskenuje, naplní box a zadá do skeneru počet kusů, které na lokaci zůstaly. Pokud je lokace prázdná a box stále není plný, skladník zadá, že na lokaci zbylo nula kusů a potvrdí možnost, že chce navigovat na další pozici s tímto materiálem.

Takto je nutné vyskladnit všech přibližně 15 dílů. Skladník vyskladněním jednoho dílu ztratí zhruba 1 až 3 minuty v závislosti na vzdálenosti lokací a nutnosti doplňování boxu z více pozic. Až jsou naplněny všechny boxy, skladník je přesune na přívěsný vozík a odevzdá ve výrobě do gravitačních regálů.

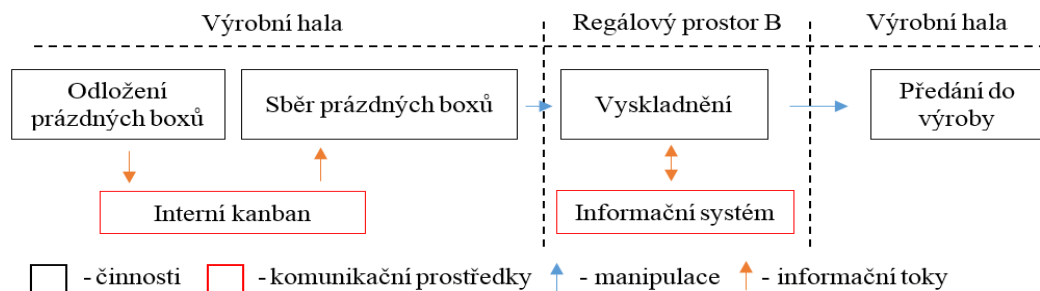
Pro konkrétní popisovanou linku je za den měněno zhruba 30 boxů, což skladníkovi vyjde na 2 jízdy.

Tabulka 3 Vytížení skladníka při vychystávání materiálu ze skladu B

Doba jedné jízdy	Počet jízd	Doba vyskladnění boxu	Počet vyskladněných boxů	Celková doba věnovaná lince za den	Celková doba věnovaná lince za měsíc
0,25 hod	2	2 min	30	1,5 hod	30 hod

Zdroj: autor

Z tabulky 3 vyplývá, že skladníkovi zabere vyskladňování z malého skladu pro konkrétní linku zhruba 1,5 hodin za den, kde dále musí vyskladňovat materiál z velkého skladu, vykládat příchozí materiál z dopravních prostředků a zakládat jej na pozice. Za měsíc o 20 pracovních dnech je to v přepočtu 30 hodin, které skladník konkrétní lince věnuje při vyskladňování z malého skladu. I při počtu 8 skladníků na směně se tak stává, že není možno v některých chvílích stabilně zásobovat výrobní linky materiálem.



Obrázek 11 Schéma vyskladnění ze skladu B (autor)

Ve skladě A je však systém pro vyskladnění složitější. Impulsem pro vyskladnění není prázdný box, ale výrobní objednávka, kterou vydá několik dní dopředu plánovač výroby z kanceláře na základě zákaznických objednávek. Díky tomu, že plánovač zadá výrobu, systém uvolní materiál do výroby a skladníci vědí, který materiál musí na který den vyskladnit.

Každé ráno je tedy vedoucím skladníků tištěn jednotlivým skladníkům vychystávací list, na kterém je zobrazen kód výrobní objednávky (MANORD), název vyráběného produktu (MODEL), kód (IDENT) a popis (DESCRIPTION) vyskladňovaného dílu, a hlavně počet kusů na konkrétní lokaci (LOCATION), kde materiál leží. Pokud materiál leží na více pozicích, jsou zobrazeny všechny.

PICK# PL65464845 PICKING LIST STD PAGE 1 3/3/2019 08:42:13

005 COVER

MANORD	MODEL	IDENT	DESCRIPTION	QTY	LOCATION	LOCATION	LOCATION	LOCATION	LOCATION
M842330	MCLE - 0284E - TEU - 302	8542319	CAP X21	1	AL1005 - 7 PC	AK4040 - 23 PC	AM2039 - 23 PC		
M842310	RRC - 0418E - TEU - 303	8458975	L COVER STD	1	AL1018 - 14 PC				
M842320	MXU - 0284E - TEU - 304	4897854	PLATE SE-CONT. #65485	2	AL1013 - 7 PC	AL3019 - 16 PC	AM3035 - 16 PC	AM3020 - 16 PC	AM3024 - 16 PC
M836360	MCLE - 0884E - TEU - 304	5154895	TUBE TUS49652	1	AL1004 - 13 PC	AK5022 - 16 PC	AM4018 - 16 PC	AM5036 - 16 PC	AM4031 - 16 PC
M836410	ZV6 - 0241E - TEU - 428	8456785	INSULATION SQUARE 551	1	AL1012 - 5 PC	AM2042 - 12 PC			
				TOTAL	5				

Obrázek 12 Vychystávací list (Nejmenovaný podnik)

Protože je vychystávací list tištěn ráno a skladníci vychystávají materiál v průběhu celého dne, nemohou se řídit pozicemi a počtem kusů na vychystávacím listu, protože z této pozice mohl materiál vyskladnit už jiný skladník. Musejí tedy materiál pokaždé kontrolovat v systému, což je v práci zdržuje. V praxi to vypadá tak, že skladník musí vystoupit z vozíku Bendi, jít k jednomu z počítačů, zkontrolovat pozici materiálu a jít zpět. Jedna taková kontrola mu zabere dle pozorování zhruba 55 sekund, což je za měsíc při průměrném počtu vychystávání 1 235 zhruba 19 hodin. Pro konkrétní sledovanou linku připadá přibližně 198 vyskladnění, kde doba kontrol činí zhruba 3 hodiny. Skladník má také volnost v tom, kterou

pozici s daným materiálem vybere, nemusí tedy dodržovat FIFO a často se tak stává, že na různých pozicích zůstává materiál v počtu jednoho nebo dvou kusů, který zbytečně zabírá místo ve skladu a v době, kdy se dostane na výrobní linku se zjistí, že materiál exspiroval a musí se vyhodit nebo v horším případě se na vadu přijde až při reklamaci produktu. Kvůli exspirovanému materiálu nastává na lince prostoj. Tyto vady systému jsou způsobeny neaktuálností vychystávacích listů a systémové volnosti pro skladníky.

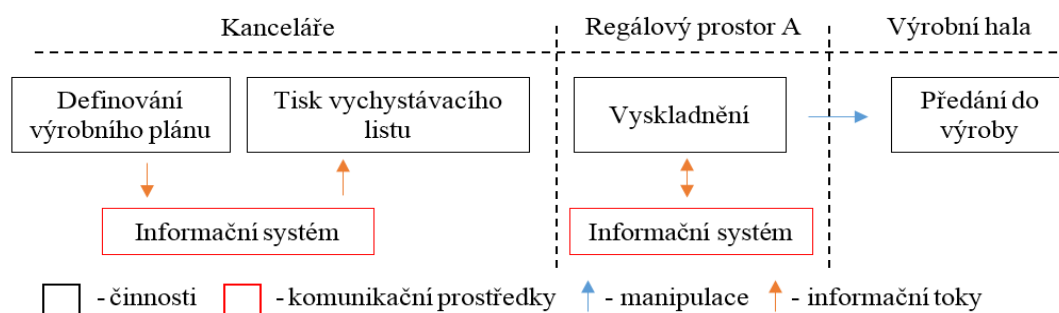
Potom co skladník zjistí pozici materiálu, přijede k dané pozici, oskenuje pozici, vyskladní materiál, oskenuje kartu materiálu a zadá počet kusů, kolik na paletě nechává. Materiál je dále ukládán do velkých beden na vozíky či palety, které jsou vidlicovými vozíky dále manipulovány do výroby. Jedno takové vyskladnění zabere skladníkovi zhruba 15 minut, což za měsíc dělá pro konkrétní linku téměř 49,5 hod.

Tabulka 4 Vytížení skladníka při vychystávání materiálu ze skladu A

Doba kontrol za měsíc	Doba vychystávání za měsíc	Celková doba věnovaná lince za měsíc
3 hod	49,5 hod	52,5 hod

Zdroj: autor

Z tabulky 4 vyplývá, že skladníkům zabere zhruba 52,5 hodin za měsíc vyskladňováním materiálu pro konkrétní zvolenou linku. Celkově tak skladníci vyskladňováním z malého i velkého skladu stráví 82,5 hodin za měsíc.



Obrázek 13 Schéma vyskladnění materiálu ze skladu A (autor)

2.3 Výrobní linka

Popisovaná výrobní linka je jednou z nejkompexnějších výrobních linek ve vybraném závodu. Na výrobní lince se totiž standartně vyrábí celkem 391 různých variant produktu, které se dále mohou modifikovat dle přání zákazníků.

I při vysoké komplexitě a složité montáži, kde se každý výrobek montuje jiným způsobem a s jinými díly, dokáží operátoři vyrobit denně průměrně 45 výrobků, což znamená, že každých 10,5 minut je zabalen jeden výrobek.

Linka se skládá postupně z 9 pracovišť, které podle potřeby obsluhuje až 8 operátorů. Konkrétně se jedná o 5 montážních pracovišť, dvě pracoviště zapojení elektřiny, jedno testovací pracoviště a konečné pracoviště balení výrobku. Po celé délce linky je veden válečkový dopravník, po kterém pojíždí paleta, na které operátoři přímo výrobek montují. Za zády operátorů se nachází řada spádových regálů, která vede také od začátku až do konce linky s několika mezerami pro ukládání palet. Současný layout je vyobrazen na obrázku 14 a detailněji v příloze C.



Obrázek 14 Layout výrobní linky (autor)

2.3.1 Díly na výrobní lince

Ve zmíněných regálech je umístěno 384 unikátních druhů materiálu, kde každý díl je označen jedinečným kódem. Tento materiál je umístěn celkem v 625 boxech. Dohromady je na lince umístěno 27 476 kusů materiálu. Tyto regály zabírají až 20,5 % prostoru linky, což konkrétně vychází 26,875 m².

Jeden výrobek se skládá průměrně ze 63 dílů a pokud se tedy plánovači povede kvalitně nastavit výrobu tak, že se vyrábí za den jen několik velmi podobných výrobků, využívá se jen jedna šestina z dílů uložených na lince, ostatní jsou zde v danou chvíli uloženy zbytečně.

Analýzou výrobních plánů bylo zjištěno, že průměrný počet druhů dílů za den je 81. Při průměrném počtu 63 dílů na výrobek se za den spotřebuje zhruba 2835 kusů materiálu. Pokud by byly všechny druhy materiálu spotřebovávány rovnoměrně, zásoba v regálech by vydržela asi 10 dní. Nicméně z pozorování vyplynulo, že jedna třetina materiálu je dodávána i jednou za dva dny a na druhou stranu nepoužívané díly leží v regálech nedotčené i několik měsíců. Sledování je znázorněno v tabulce 5, ze které vyplývá, že za den je využito jen 20,98 % boxů s materiálem.

Tabulka 5 Využití dílů v regálech

Měsíc	Unikátních dílů	Denně použitých dílů	Procentuální využití regálů
Říjen 2018	381	76	19,95 %
Listopad 2018	381	85	22,31 %
Prosinec 2018	385	88	22,86 %
Leden 2019	388	74	19,07 %
Průměr	386	81	20,98 %

Zdroj: autor

Tento stav je zapříčiněn převážně velkou komplexitou výrobní linky, na které se však některé modely vyrábějí pouze jedenkrát či dvakrát za rok. Specifický materiál pro jejich výrobu však musí být uložen i tak v regálech pro případ, že by se model vyráběl.

2.3.2 Montáž

Samotný proces a styl zásobování výrobní linky má velký dopad i na konečnou montáž výrobku. Protože se každý výrobek skládá průměrně ze 63 dílů, je nutné každý z těchto dílů vybrat z regálu za zády operátora.

Práce na každém pracovišti je složena z několika činností. Operátor na svém pracovišti naskenuje rozpracovaný produkt, tím se načtou veškerá potřebná data z výrobní objednávky na monitor umístěný na montážním pracovišti. Díky spojení pracoviště s potřebnými daty se na obrazovce zobrazí kusovník s díly, které jsou potřeba namontovat na konkrétním pracovišti. Každý řádek s dílem obsahuje informaci o kódu dílu, který je také umístěn na boxech v regálu, o názvu dílu a také o potřebném počtu kusů.

Nyní musí operátor každý díl vyskladnit z regálů. Musí si tedy přečíst informaci na obrazovce, jít k regálu, který díky velkému počtu dílů nemusí být ihned za operátorem, jít zpět k pracovišti, některé díly pro kontrolu oskenovat a odložit. Následně pracovník tyto díly namontuje a posílá paletu s výrobkem na další pracoviště.

Jak již bylo zmíněno, na lince je celkem 9 pracovišť. Materiál se však montuje pouze na 7 z nich, protože jedno z pracovišť je pouze testovací a další slouží k zapojení kabelů, které byly vychystány na předchozím pracovišti. Průměrně se tedy při celkovém počtu 63 dílů vybírá na každé pozici 9 dílů. Aby operátor nemusel pro každý díl jít samostatně, vybírá z regálů 2 díly najednou.

Tabulka 6 Sekvence úkonů na montážním pracovišti

Pořadí úkonu	Popis úkonu	Počet opakování
1	Oskenování rozpracovaného produktu	1
2	Kontrola kusovníku na obrazovce	4
3	Chůze k regálu	4
4	Výběr z regálu	9
5	Chůze k pracovišti	4
6	Montáž	9

Zdroj: autor

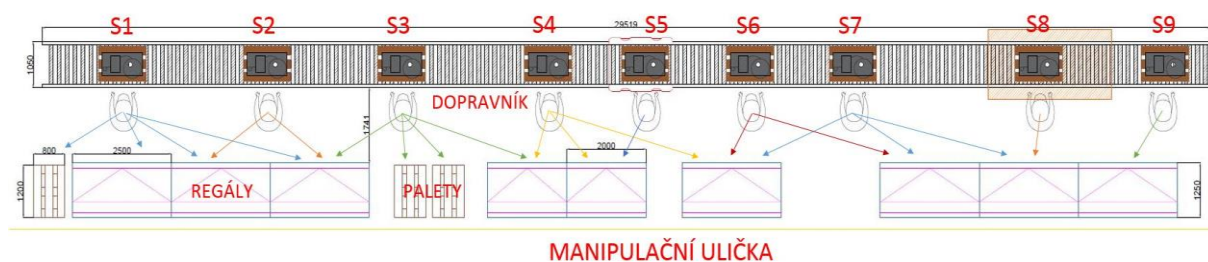
Pro měření konkrétních standartních časů byl vybrán záměrně výrobek, který se skládá přesně ze 63 dílů, aby bylo možné brát výsledek měření jako průměrný pro celou výrobní linku. Měřeny byly výrobní časy jednotlivých stanovišť zahrnující samotnou montáž, chůzi k regálům, výběr materiálu a chůzi zpět.

Tabulka 7 Standartní časy pro výrobu produktu

Činnost	S1		S2		S3		S4		S5		S6		S7		S8		S9		Celkem	
	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
Montáž	7	21	8	44	10	52	8	52	6	41	9	1	9	10	7	48	3	29	70	57
Vychystání	0	57	0	14	0	39	0	48	0	33	0	0	0	51	0	14	0	49	5	5
Celkem	8	18	8	58	10	31	9	40	7	14	9	1	10	1	8	2	4	18	76	2

Zdroj: autor

V tabulce 7 lze vidět konkrétní časy pro zhotovení výrobku XYZ. Časy jsou v tabulce rozděleny na montáž a vychystávání, kde montáž operátorům zabrala 70 minut a 57 sekund a obsluha regálů mu trvala celkem 5 minut a 5 sekund.

**Obrázek 15** Znáznornění obsluhovaných regálů jednotlivými pracovišti (autor)

Vychystáno bylo celkem 63 dílů, kvůli kterým museli operátoři jít celkem 28krát k regálu, který mají za zády. Jak již bylo uvedeno, na lince je uskladněno velké množství dílů pro velké množství výrobků. Materiál tak vždy není dostupný přímo za zády operátora, ale někdy i několik metrů daleko. Podle měření tedy průměrná cesta k regálu měřila 2,3 metru. Pokud je brána v úvahu i cesta zpět, operátoři při výrobě jednoho výrobku nachodí 56krát

2,3 metru, což je 128,8 metru. Kromě času ztraceného při chůzi, ztrácí operátor čas také při hledání materiálu v regálu, jeho vyjmutí z beden a případně rozbalení z plastového či papírového obalu.

Všechny tyto výše popsané úkony lze chápat jako plýtvání se zdroji, které nepřináší konečnému výrobku žádnou přidanou hodnotu, naopak podnik díky plýtvání přichází o další volnou kapacitu na výrobní lince.

Tabulka 8 Přehled vzdálenosti a času obsluhy regálů

	Jeden výrobek	Den	Měsíc
Počet výrobků	1 ks	45 ks	900 ks
Vzdálenost chůze k regálům	128, 8 m	5 796 m	115 920 m
Doba chůze k regálům a jejich obsluha	5 min 5 s	3 hod 49 min	76 hod 15 min

Zdroj: autor

Jak již bylo zmíněno v tabulce 7, obsluha regálů zabere operátorům při výrobě jednoho výrobku průměrně 5 minut a 5 sekund. Tato hodnota by se mohla zdát jako zanedbatelná k celkovému času sestavení, nicméně pokud je hodnota promítnuta do produkce jednoho dne, kde se vyrobí průměrně 45 kusů výrobků, zjistíme, že se doba obsluhy regálů vyšplhá celkem na 3 hodiny a 49 minut. Měsíční hodnota obsluhy regálů pak činí 76 hodin a 15 minut. Pro zajímavost, v tomto čase, kdy není generována žádná přidaná hodnota výrobku, ujdou operátoři měsíčně téměř 116 kilometrů.

2.4 Časté chyby

Protože se na této výrobní lince vyrábí velké množství různých produktů, je zde také prostor pro mnoho chyb. Kvůli těmto chybám mohou vznikat časové prostoje, kvůli kterým v mnoha případech nelze dodržet denní plán výroby a není možno dodat zákazníkům výrobek včas. Prostoje způsobené chybami lze chápat jako další formu plýtvání.

Tyto chyby mohou být objeveny ještě před zabalením výrobku buď vizuální kontrolou dalších pracovišť, technikem kvality či špatným testem na testovacím stroji. Tyto chyby způsobují prostoje ve výrobě. Další chyby v některých případech není možno odhalit v závodě a jsou odhaleny až u zákazníka, který produkt reklamuje. Ať už se jedná o chybu odhalenou nebo neodhalenou, vždy způsobuje podniku dodatečné náklady na čas a pracovní sílu, z čehož plynou i náklady finanční.

Všechny tyto chyby si zaznamenává oddělení kvality, které si k nim zaznamenává do databáze i časový prostoje, aby bylo dohledatelné, proč se výrobní linka v určité době zastavila a proč nebyl plněn výrobní plán. Mezi nejčastější chyby omezující správný chod

výrobní linky patří hlavně chyba operátora, chyby v informačním systému, speciálně v kusovníku, chyby dodavatele či nesoulad informačního systému s realitou.

2.4.1 Chyba operátora

Jednou z častých chyb je chyba operátora. Nejčastější chyba operátora nastává právě při manipulaci s materiálem z regálů. Protože pracovník skenuje pouze zlomek dílů, které montuje k výrobku, je velmi snadné namontovat na výrobek díl, který sice může rozměrově pasovat, nicméně nespĺňuje dané technické parametry. Výrobek poté nemusí mít správnou funkčnost či garantovanou životnost.

Z toho důvodu, že popisovaná výrobní linka není vybavena testovacím zařízením, které otestuje kompletně funkčnost celého produktu, tak jako na vedlejších linkách, ale pouze jeho zjednodušenou verzi, často se stává, že chyba operátora není zastižena ještě ve výrobním závodě, ale až po instalaci produktu u zákazníka.

Pokud se však tato chyba zjistí již na výrobní lince, například na dalším pracovišti, je nutné výrobek přepracovat, což je další činnost, která není standardní a prodlužuje tak dobu výroby daného kusu. Jak bylo zmíněno výše, oddělení kvality zapisuje jednotlivé chyby, které se dějí na výrobní lince. Chyba operátora má označení „PROD-002_Chyba operátora“ a její průměrná měsíční hodnota se při čtyřměsíčním pozorování pohybovala okolo 34 minut za měsíc.

2.4.2 Chyba kusovníku

Každý výrobek je v systému přesně definován díly, ze kterých se skládá v podobě strukturovaného kusovníku. Kusovník je rozdělen na několik úrovní, kde nejnižší úroveň tvoří díly nakupované od dodavatele, vyšší úrovně jsou vyráběné sestavy z nakupovaných dílů a nejvyšší úroveň zastupuje samotný produkt. Jedná se tedy o strukturu stromu.

Každý díl poté musí mít ve svých vlastnostech zakódovaný písmenný kód, díky kterému se díl zobrazí na obrazovce na konkrétním výrobním stanovišti při naskenování sériového čísla výrobku.

Pokud je vše nastaveno správně a systém se nemění, vše funguje bez chyb. Nicméně vývojové oddělení podniku neustále jednotlivé produkty vylepšuje a obměňuje díly, ze kterých se skládají, z důvodu zákaznických připomínek, zvýšení životnosti produktu, obměny designu a podobně. Kvůli tomu je téměř každý týden nutné změnit kusovník minimálně jednoho z téměř 400 produktů na výrobní lince.

Pracovník materiálového oddělení zodpovědný za kusovníky tedy musí v kusovníku ukončit doposud používaný díl a nahradit jej dílem novým. Dále je nutné k dílu zakódovat

správný kód výrobního stanoviště, aby se díl zobrazoval na obrazovkách a operátor jej mohl z regálu vychystat a namontovat na výrobek. Často se však stává, že při velkém množství změn zapomene pracovník díly zakódovat a nezobrazí se tak na obrazovkách. Operátor tedy nemá žádnou informaci o tom, který díl z regálu vychystat. V některých případech operátor nevychystá žádný díl, což se zjišťuje na dalších pracovištích a nastává prostoj při opravách, anebo operátor vychystá chybný díl, který se následně na dalších pracovištích musí také demontovat a nahradit se správným dílem.

Oddělení kvality vede tuto chybu pod kódem „MAT-007_Chýba kusovníku“ a v rámci sledování vývoje hodnoty této chyby bylo zjištěno, že průměrná hodnota se pohybuje okolo 55 minut za měsíc.

2.4.3 Chýba dodavatele

Chýbu dodavatele vede oddělení kvality pod dvěma různými kódy. Chýba může nastat, pokud dodavatel odešle materiál, který nesplňuje technické parametry, je vadný a není možno jej použít s ohledem na kvalitu pro konstrukci výrobku. Na vadný materiál se ve většině případů přijde až po vybrání materiálu z regálu operátorem. To znamená, že byl materiál zbytečně manipulován ze skladu do výroby a zaskladněn do regálu a poté znovu vyskladněn výrobním operátorem, který vadu zjistil. Problém u této chyby je dvojitá manipulace a zdržení při výrobě. Oddělení kvality toto chybě přiřazuje kód „Q-003_Vadný díl“ a jeho průměrná hodnota činí 69 minut za měsíc.

Další možností je, že dodavatel zašle pod kódem určitého dílu úplně jiný díl nebo díl stejný, avšak v jiné revizi. Na to, že díl je jiný, než standartní přijde znovu až operátor na lince, který jednotlivé díly zná a dokáže rozeznat rozdíl. Znovu je zde tedy problém dvojitá manipulace, kdy se materiál zbytečně manipuluje ze skladu do výroby a také zdržení ve výrobním procesu, kdy se musí dodat celá nová bedna s materiálem. Tento prostoj je veden pod kódem „MAT-003_Chýba dodavatele“ a jeho měsíční hodnota je průměrně 58 minut.

2.4.4 Diskrepance

Slovo diskrepance se používá v podniku jako pojem pro nesoulad systému s realitou. Jedná se především o materiálový nesoulad, který vzniká v případě, pokud informační systém ukazuje jinou hodnotu zásoby, než je v realitě ve skladu či výrobní lince.

Diskrepance může být kladná či záporná. Záporná nastává v případě, kdy je reálně k dispozici menší počet kusů materiálu, než uvádí systém. Kladná diskrepance nastává v opačném případě.

Diskrepance je specifická chyba v tom, že může vzniknout díky všem předchozím vyjmenovaným chybám, ale v momentě příčiny je zatím skryta a objevuje se až časem. Nesoulad může pramenit z chyby operátora, kdy operátor namontuje na výrobek díl, který na něj nepatří, ale systémově se odepíše díl z kusovníku. Reálně se tedy spotřebuje jiný díl, než který je odepsán systémově. Pokud se to bude pravidelně u konkrétního dílu opakovat, nastane za určité období situace, že určitý materiál fyzicky nebude na skladě, i když systém hlásí vysokou zásobu. Poté nastává prostoj výrobní linky a není možno dál vyrábět.

Protože je materiál uložen v boxech za zády operátora ve velkém množství a není přesně napočítaný na kusy, často se také stává, že se materiál ztrácí, aniž by se namontoval na nějaký výrobek. Díky tomu také vzniká diskrepance.

Podobný nesoulad může nastat i při změně kusovníku. Pracovník materiálového oddělení zodpovědný za úpravu kusovníků upraví kusovník, ale nezakóduje správně díl a operátor bude stále vyrábět se starým postupem. Znovu se po čase objeví situace, kdy budou dva díly v nesouladu a bude se muset zastavit výrobní linka a expresně shánět potřebný díl.

Stejně tak může být nesoulad způsoben chybou dodavatele, kdy dodavatel dodá reálně menší počet kusů, než uvádí.

Pro tuto chybu nelze ve většině případů dohledat kořenovou příčinu a není jasné, jak chybu evidovat. Oddělením kvality má tedy přiřazeno označení „MAT-001_Nepřesnost systému“ a její průměrná měsíční hodnota se pohybuje okolo 39 minut.

2.4.5 Shrnutí chyb

Všechny výše jmenované chyby jsou spojeny s dodáváním a výběrem materiálu a jsou příčinou k časovým prostojům v montáži. Chyby jsou zapříčiněny současným nastavením systému zásobování výrobní linky, kdy není možno chyby eliminovat pomocí poka-yoke prvků.

Tabulka 9 Měsíční hodnoty chyb spojených s materiálem na výrobní lince

Měsíc	Říjen 2018	Listopad 2018	Prosinec 2018	Leden 2019	Průměr
Q-003 Vadný díl [min]	49	70	52	104	68,75
MAT-007 Chyba kusovníku [min]	100	64	43	12	54,75
PROD-002 Chyba operátora [min]	4	40	38	53	33,75
MAT-001 Nepřesnost systému [min]	38	51	26	41	39
MAT-003 Chyba dodavatele [min]	49	72	67	44	58
Suma [min]	240	297	226	254	254,25

Zdroj: Nejmenovaný podnik

Z tabulky 9 vyplývá, že kvůli chybám spojených se zásobováním výrobní linky se výrobní linka každý měsíc zastaví průměrně na 4 hodiny a 15 minut. V této době mohlo být na výrobní lince vyrobeno dalších 24 produktů. Tento čas je poté nutno nadpracovat v podobě přesčasů, aby byly splněny termíny zákaznických objednávek produktů, které plánovač výroby zákazníkovi potvrdil.

2.5 Cena hodiny linky

Aby mohl podnik fungovat a vyrábět produkty, je nutné zabezpečit potřebné zdroje pro jeho fungování. Mezi tyto zdroje patří na výrobní lince především práce, materiál, spotřebovaná energie či stroje v podobě odpisů. Hodnoty všech těchto položek se promítají do konečné ceny výrobku, která je ještě navýšena o prodejní marži.

Jak již bylo uvedeno, na výrobní lince se vyrábí téměř 400 různých druhů výrobků, které se skládají z různých druhů materiálů v různém počtu. Jejich konečná cena je tedy také odlišná. Pro zjednodušení dalších výpočtů byla vypočítána průměrná cena z těchto 391 produktů, která činí 56 217,43 Kč.

Pokud se na výrobní lince pracuje bez prostojů a plýtvání, každý vynaložený zdroj v tuto chvíli přidává vyráběném produktu hodnotu. Pokud se však na lince generují časové ztráty z prostojů a plýtvání, zdroje jsou spotřebovávány zbytečně a bez přidané hodnoty k výrobku. Jedná se o zdroje spotřebovávané v čase, jako jsou mzdy operátorů, energie, odpisy a podobně. Nejedná se však o materiál, který v daný moment prostojů spotřebováván není.

Mimo možnosti využití těchto zdrojů pro přidanou hodnotu ztrácí podnik prostřednictvím prostojů také produktivitu, kvůli čemuž vyrobí méně výrobků. Další ztrátou je tedy přidaná prodejní marže, kterou podnik mohl za dobu prostoje vyprodukovat. Odečtením pořizovací ceny materiálu od konečné prodejní ceny bez DPH lze tedy získat cenu spotřebovaných výrobních zdrojů navýšenou o prodejní marži. Výsledek tohoto výpočtu je možno chápat jako možnou ztrátu za dobu taktu výstupu výrobku z výrobní linky, který je v současnosti průměrně 10,5 minuty.

Pořizovací cena materiálu montujícího se do jednoho produktu byla pro potřeby výpočtu také zprůměrována ze všech variant produktů a jedná se o hodnotu 44 913,19 Kč.

$$\begin{aligned} Z_1 &= PrC - M \quad [\text{Kč}] \\ Z_1 &= 56\,217,43 - 44\,913,19 \\ Z_1 &= 11\,304,24 \text{ Kč} \end{aligned} \quad (1)$$

kde:

Z_1 ... průměrná ztráta z jednoho výrobku za dobu výrobního cyklu [Kč]

PrC ... průměrná prodejní cena výrobku [Kč]
 M ... průměrná pořizovací cena materiálu [Kč]

Pomocí výpočtu 1 bylo zjištěno, že po odečtení materiálu z prodejní ceny výrobku zůstane hodnota 11 304,24 Kč, která jak již bylo uvedeno hradí náklady na energii, operátory či opotřebení strojů. Velká část této hodnoty je však prodejní marže, kterou podnik díky svému postavení na trhu dokáže držet poměrně vysoko.

Tato vypočtená hodnota se v případě prostoje mění ve ztrátu. Ztráta nabývá této hodnoty vždy za dobu jednoho cyklu, tedy za dobu, která je mezi zabalením dvěma po sobě jedoucími produkty. Čas tohoto cyklu záleží na složitosti naplánovaných produktů. Jedná se však o hodnotu zhruba 10,5 minuty. Stejně tak na složitosti montáže záleží i počet výrobků za den. Při průměrném výrobním cyklu 10,5 minuty je možno vyrobit za 8hodinovou pracovní směnu až 45 výrobků. Vynásobením ztráty a počtem výrobků lze získat ztrátu, která by nastala v situaci, že by se celý den nevyrábělo. Pokud se tato hodnota vydělí hodinovou pracovní dobou, vychází možná hodinová ztráta.

$$\begin{aligned} CL &= (Q * Z_1) / T_H \quad [\text{Kč}] \\ CL &= (45 * 11\,304,24) / 8 \\ CL &= 63\,586 \text{ Kč} \end{aligned} \quad (2)$$

kde:

CL ... průměrná hodinová cena výrobní linky [Kč]
 Z_1 ... průměrná ztráta z jednoho výrobku za dobu výrobního cyklu [Kč]
 Q ... denní výstup [ks]
 T_H ... pracovní doba [hod]

Z výsledku vzorce 2 vyplývá, že pokud by byla výrobní linka zastavena na 1 hodinu z důvodu prostojů a operátoři by neměli práci, podnik by přišel o 63 586 Kč v podobě ušlé marže a neaktivních výrobních zdrojů.

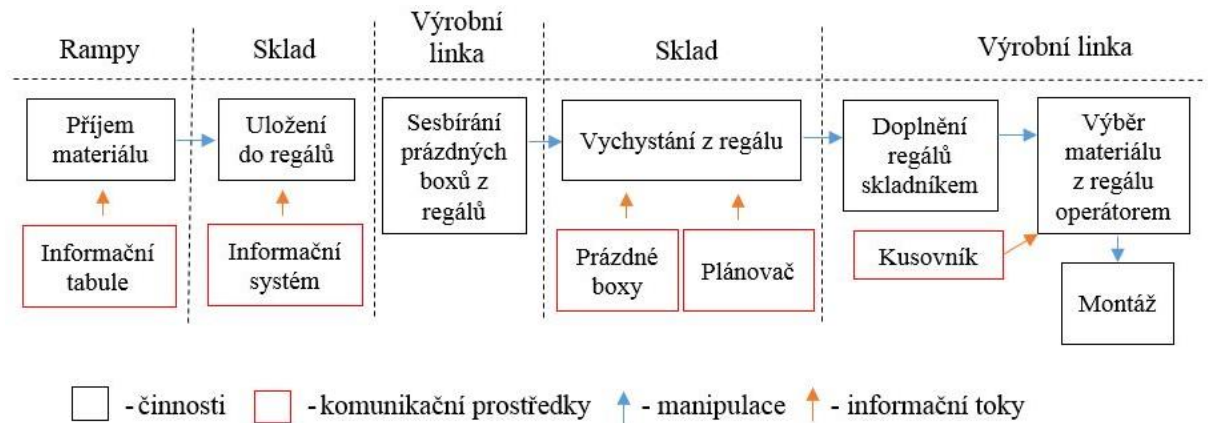
2.6 Shrnutí analýzy současného stavu

Pomocí analýzy byl zjištěn současný proces zásobování výrobní linky od dodání zboží dodavatelem do závodu přes uskladnění, vyskladnění, doplnění na výrobní lince až po konkrétní vychystání dílů pro montáž výrobku.

Konkrétně bylo zjištěno několik nedostatků současného procesu. Jedním z nedostatků je chaotické vedení obou skladů a rozdílné řešení při vychystávání materiálu v nich. Jako další nedostatek byla zjištěna zbytečná dvojitá manipulace s materiálem a zbytečné pohyby s ní spjaté. Pomocí analýzy bylo také objeveno poměrně nízké procento využitelnosti dílů uložených na výrobní lince, kdy je denně použito průměrně pouze 21 % z nich. Objeveny

byly také příčiny řady kvalitativních chyb, kvůli kterým se výrobní linka několikrát do měsíce zastavuje a podnik v tomto čase nemůže vyrábět další výrobky.

Schéma současného procesu popisující úkony od příjmu materiálu po montáž je znázorněno na obrázku 16.



Obrázek 16 Schéma postupu zásobování výrobní linky (autor)

3 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ ZÁSOBOVÁNÍ VÝROBNÍ LINKY

V následující kapitole je popsán návrh na řešení problémů a možných příležitostí ke zlepšení toku výrobní linky vycházejících z analýzy současného stavu z kapitoly 2.

Konkrétně se jedná o problémy kvality výrobku, kdy je namontován vadný nebo chybný materiál a výrobek je buď reklamován nebo přepracovávána na lince. S těmito chybami jsou spojeny i časové prostoje, které snižují denní výstup linky. Dále se jedná o příležitost zkrácení času výrobního cyklu, a tím i zvýšení možného denního výstupu. Nebo se jedná o příležitost vytvoření volného prostoru v místě stávajících regálů pro další možné výrobní linky, které se v podniku plánují budovat z důvodu zavádění dalších nových produktových řad.

3.1 Představení navrženého řešení

Každý výše jmenovaný problém má jinou příčinu. Příčina kvalitativních chyb je špatně nastavený systém výběru materiálu a jeho kvalitativní kontroly, kde operátor dělá chybu při výběru z velkého množství boxů, kde se může snadno přehlédnout nebo není díl zakódovaný na obrazovce, což operátor nedokáže zjistit.

Výrobní čas je možno zkrátit o zbytečné procesy, kterými jsou výběry materiálu z regálů, které již skladník jednou ze skladu vyskladnil. Většina regálů ve výrobě je tedy jen zbytečným prostředníkem mezi skladem a výrobou. Díky odstranění regálů by se odstranila práce při doplňování regálů na výrobní lince skladníky a práce při jejich vyprazdňování výrobními operátory. Potřebné místo pro zavádění dalších produktů by bylo možné vytvořit právě odstraněním regálů.

Je tedy nutné navrhnout řešení, díky kterému dokáží skladníci dodávat ze skladu materiál na výrobní linku tak, aby jej nemuseli zakládat do regálů. Zároveň je nutné, aby výrobní operátoři díky tomuto řešení nemuseli odcházet ze svého pracoviště a mohli se plně věnovat montáži přidávající hodnotu. Vše by mělo být také uzpůsobeno tak, aby operátoři neměli možnost namontovat na výrobek chybný díl, a aby nebylo možné, že na výrobní linku dostane ze skladu vadný díl dodaný dodavatelem.

Návrhem je sekvencování materiálu ze skladu na linku tak, že by operátoři na prvním stanovišti linky obdrželi vždy jen box s materiálem, který potřebují pro složení konkrétního výrobku zadaného plánovačem výroby. Díky tomuto boxu, ve kterém by se nacházel pouze materiál v přesném počtu kusů, by bylo možné odstranit kvalitativní chyby, protože by výrobní operátor neměl možnost namontovat jiný díl, než mu box umožňuje. Jako kontrola

správné montáže by také sloužil prázdný box na konci linky, ve kterém kdyby zbyl nějaký díl, bylo by jasné, že některý z kroků montáže byl přeskočen.

Materiál by se pohyboval společně s výrobkem po válečkovém dopravníku a zastupoval by funkci regálu. Byl by tedy vždy v blízkosti operátora, který by nemusel k regálům chodit a materiál vybírat. Protože by bylo možné sekvencovat téměř všechny materiál, regály by byly z výrobní linky odstraněny.

3.1.1 Návrh toku materiálu

Celý tok materiálu v podniku začíná příjezdem nákladního automobilu dodávající jednotlivé díly. Materiál je ve většině případů uložen v lepenkových krabicích na paletách, které se umístí do příjmové zóny.

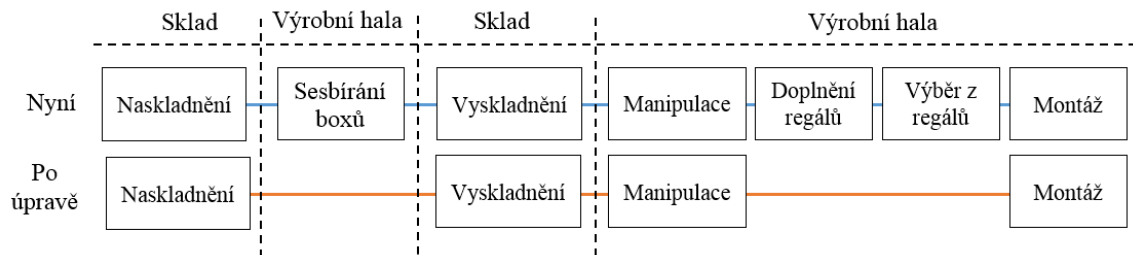
Pokud je na paletě uložen materiál určený do skladu B, je nutné jednotlivé lepenkové krabice přeskládat na vozík a odvézt do skladu, kde budou naskladněny na pozice. S novým řešením již nebude možno ukládat materiál ve skladu chaoticky kvůli následnému zjednodušení vyskladňování. Cílem je zabezpečit, aby mohli vyskladňující pracovníci pracovat rychleji a aby netvořili zbytečné prostoje či plýtvání chůzí mezi pozicemi.

V případě, že je na paletě pouze jeden kód materiálu, který je určen pro velký sklad, bude do skladu uložena celá paleta. Pokud se však na paletě nachází vícero druhů materiálu, je nutné přeskládat je na počet palet odpovídající počtu unikátních kódů materiálu. Stejně jako ve skladě malém, je nutné zavést systematické naskladnění oproti nynějšímu chaotickému z důvodu rychlejšímu a pohodlnějšímu vyskladnění.

Při obdržení výrobní objednávky ve skladu je potřeba materiál z jednotlivých pozic vyskladnit. Jak bylo uvedeno v kapitole analýzy současného stavu, nyní se na základě výrobní objednávky vyskladňuje pouze materiál ze skladu A, tedy skladu velkého. Aby bylo možné zrušit regály na výrobní lince, je nutné, aby byl nyní na základě výrobní objednávky vyskladňován i materiál ze skladu malého. V ideálním případě by skladník či operátor vychystávající materiál obdržel určitou formou seznam dílů potřebných pro montáž konkrétního jednoho výrobku. Tento seznam by byl rozdělen na díly ze skladu A a ze skladu B. Skladník si vezme sekvenční box, opatří jej štítkem s čárovým kódem, uloží jej na policový vozík a jede s ním vyskladňovat do regálů. Protože by byly jednotlivé potřebné skladové pozice u sebe, skladník by se pohyboval jen v malém počtu uliček.

Po naplnění boxu by jej operátor uložil na sekvenční vozík a pracoval dál v přípravě boxů do doby, než by byl sekvenční vozík plný nebo by byl materiál potřeba na výrobní lince. Poté by byl vozík manipulován do výroby a uložen na vybraném místě. Pracovníci na výrobní

lince následně vyberou box a naskenují jeho čárový kód, aby se zaznamenávaly informace do informačního systému. Každý operátor by na své pracovní pozici namontoval na výrobek vždy díly, které dané pozici přísluší a poté by paletu s výrobkem i boxem poslal na další pracoviště. Na dalším pracovišti by se systém opakoval až do doby, kdy by byl box prázdný po montáži na posledním pracovišti a byl by uložen znovu do speciálního sekvenčního vozíku, kterým by se boxy manipulovaly zpět do skladu.



Obrázek 17 Porovnání současného toku materiálu s navrhovaným (autor)

3.1.2 Návrh potřebných bodů

Aby však systém fungoval, nestačí pouze odstranit regály z výrobní linky. Pro vytvoření nového systému zásobování výrobní linky je nutno definovat několik dalších bodů, které je nutné zabezpečit. Především se jedná o:

- identifikaci materiálu vhodného pro sekvencování,
- návrh sekvenčního boxu,
- návrh sekvenčního vozíku,
- úpravy postupů a vybavení ve skladě A,
- úpravy postupů a vybavení ve skladu B,
- postup vyskladnění,
- proces dodání boxů na výrobní linku.

Tyto konkrétní body budou dále detailně popsány v dalších oddílech a pododdílech práce.

3.2 Výběr materiálu pro sekvencování

V ideálním případě by měl být dovážený na výrobní linku v boxech všechen materiál. Nicméně z důvodu povahy některých dílů je složité tohoto stavu dosáhnout. Jedná se především o pár velkých dílů, které kdyby se sekvencovaly do boxu s ostatními díly, musel by být box velmi velký, což by dále ztěžovalo jeho manipulaci. Další problematické díly jsou naopak velmi malé díly. Jedná se především o spojovací materiál, kterého se u konkrétního

výrobku používá více druhů v různém množství. A proto by bylo složité za prvé jeho počítání skladníkem a také jeho identifikace v boxu operátorem na výrobní lince.

Fyzickou identifikací jednotlivých dílů, kterých je na výrobní lince v současné době 388, bylo zjištěno, že za velké díly lze považovat celkem 73 unikátních druhů materiálu. Druhů spojovacího materiálu se na výrobní lince nachází relativně málo. Je to zapříčiněno jeho univerzálností, tedy širokými možnostmi použití. Nachází se jej na lince celkem 62. Materiálu, který by byl vhodný pro sekvencování se na výrobní lince nyní nachází 253.

Jak již bylo uvedeno v předchozí kapitole, průměrný výrobek se skládá ze 63 unikátních dílů. Velkých dílů, které není z výše uvedených důvodů možné sekvencovat, je ve většině výrobků stejný počet, jen se jedná o různé variace. Tyto díly se montují na prvním pracovním stanovišti a tvoří kostru pro konečný výrobek. Těchto dílů je v převážné většině výrobků 6.

Spojovacího materiálu je však v každém výrobku jiný počet. Vždy záleží na celkovém počtu dílů, složitosti produktu, počtu spojů a podobně. Nicméně v jednom výrobku se nachází průměrně 11 unikátních dílů, které byly identifikovány jako spojovací materiál.

Dalších 46 dílů je díky svým rozměrům a vlastnostem možno dodávat v sekvenčním boxu bez problémů.

Tabulka 10 Rozdělení dílů podle velikosti a možnosti sekvencování

	Celá výrobní linka		Průměrný výrobek	
	Kusy	Procentuálně	Kusy	Procentuálně
Velké díly	73	19 %	6	10 %
Drobné díly	62	16 %	11	17 %
Díly vhodné pro sekvencování	253	65 %	46	73 %

Zdroj: autor

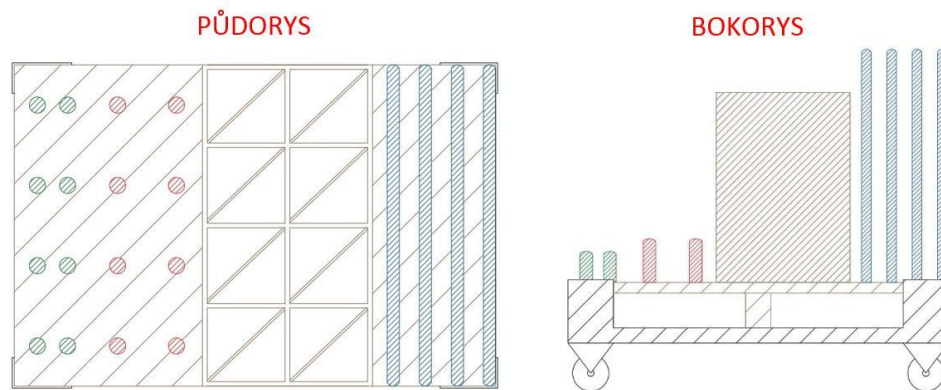
3.2.1 Velké díly

Jak již bylo uvedeno, velké díly není možno uložit do boxu a manipulovat do výroby. Nicméně i tak lze tyto velké díly dodávat do výroby přesně podle výrobního plánu a bez nutnosti držení velkých zásob na výrobní lince.

Tyto velké díly jsou určeny pouze pro pracoviště 1 a určitým způsobem je lze také sekvencovat. Díly lze uložit na speciální paletu či vozík, viz obrázek 18, který bude pro tyto díly uzpůsoben. Protože by díly na jeden výrobek nezaplňovaly celou paletu, lze na jednu paletu sekvencovat díly pro několik po sobě jdoucích výrobků. V reálu by to vypadalo tak, že by

skladník podle výrobní objednávky vychystal velké díly například pro pět až osm po sobě jdoucích výrobků na jednu paletu a manipuloval by ji do výroby k pracovišti číslo 1.

Sekvenční vozík na obrázku 18 by pro podnik mohla vyrobit na zakázku zámečnický podnik, který pobočku pravidelně jednou za týden navštěvuje a instaluje ve výrobě uživatelsky navržené přípravky. Po konzultaci bylo zjištěno, že jeden sekvenční vozík společně s upravenou paletou by bylo možné vyrobit přibližně za 20 000 Kč. Vozíky by bylo potřeba celkem 4. Celková cena by se tedy pohybovala okolo 80 000 Kč.



Obrázek 18 Návrh sekvenčního vozíku pro velké díly (autor)

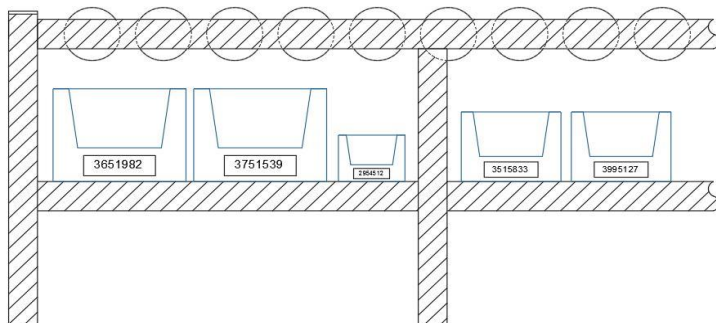
3.2.2 Spojovací materiál

Spojovací materiály jsou specifické díly. Speciální jsou hlavně svou poruchovostí, kdy při šroubování vrutu či šroubu se běžně stává, že se poškodí závit a je nutné materiál vyměnit. V případě sekvencování těchto dílů by při poruše vznikaly prostoje v podobě nutnosti dovážení nového materiálu.

Jednou z možností tedy je doplňovat spojovací materiál jako doposud, tedy pomocí interního kanbanu. Boxy však již nemohou být uloženy v nynějších regálech, které budou odstraněny. Boxy je možno uložit přímo pod dopravník, který lze pro tento účel uzpůsobit. Dopravník má po celé délce zpevňující profil, na který je možno vyrobit kovové pláty. Na tyto kovové pláty lze poté uložit jednotlivé boxy se spojovacím materiálem. Operátoři se tedy nebudou moci otáčet do regálů a materiál budou mít přímo po ruce. Kovových plátů by bylo potřeba celkem 9, tedy 1 na každé pracoviště. Na základě konzultace se zámečnickým podnikem bylo zjištěno, že výroba a instalace přípravku na jedno pracoviště by vyšlo zhruba na 2 000 Kč. Při počtu 9 pracovišť by se jednalo o částku 18 000 Kč (Nejmenovaný podnik, 2018).

Aby však zůstala výrobní linka soběstačná a nebylo potřeba interního kanbanu, lze výše uvedený způsob kombinovat se sekvencováním dílů. Spojovací materiál by byl společně

s ostatními díly sekvencován v sekvenčním boxu, avšak byl by také uložen pod dopravníkem, kde by byla uložena pojistná zásoba, kterou by operátor využíval v případě poškození či špatného napočítání dílů. Při nízké zásobě v boxu by operátor boxy ve skladu doplnil.



Obrázek 19 Návrh uložení spojovacího materiálu pod dopravníkem (autor)

3.3 Návrh sekvenčního boxu

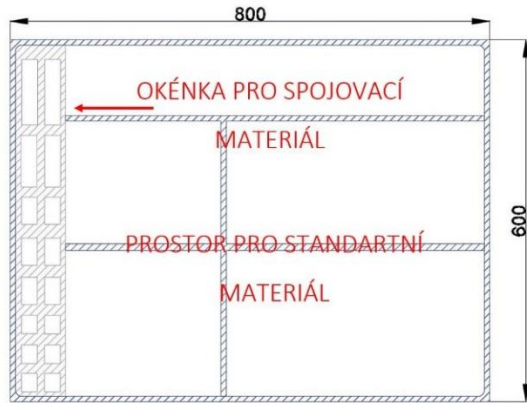
Sekvenční box musí být dostatečně velký, aby se do něj mohl uložit veškerý materiál, který je pro montáž výroku potřebný, krom velkých dílů. Box musí být také uzpůsoben tak, aby vyhovoval všem výrobkům, které se na výrobní lince vyrábí. Nelze tedy tvořit přesné přepážky na jednotlivé díly. I tak by bylo vhodné v boxu vytvořit alespoň dvě přepážky, které mohou oddělovat podobný materiál jako jsou ventily, trubky či kabely. Díly, které byly identifikovány jako nejvhodnější pro sekvencování lze uložit volně do boxu mezi tyto přepážky.

Pokud by byl do bedny vychystáván i spojovací materiál, je nutné jej spolehlivě oddělit od ostatního materiálu, aby jej operátor nehledal po celém boxu. Jako vhodné řešení by mohla sloužit na míru vytvořená pěna či molitan, ve kterém by byly vyraženy okénka pro uložení šroubů, matek, vrtů a podobně. Nejsložitější výrobek má v kusovníku až 16 unikátních druhů spojovacího materiálu. Sekvenční bedna by tedy musela mít minimálně 16 výřezů na tento typ materiálu.

Aby se s boxem snadněji manipulovalo jakýmkoli manipulačním prostředkem, je zapotřebí, aby byla dodržena standartní rozměrová návaznost EUR palety. Zároveň by měla bedna mít takový rozměr, aby se s ní snadno manipulovalo. Ideální rozměr ve vztahu k velikosti materiálu, rozměrové návaznosti a jednoduchosti manipulace je tedy 800 x 600 mm.

Tyto standartní boxy prodává několik podniků zabývajících se skladováním a systémovým řešením pro podniky. Například podnik BITO nabízí stohovací přepravku požadovaných rozměrů za 1 038 Kč (BITO, 2017a). Těchto boxů by podnik nakoupil alespoň

35, kde 10 by bylo naplněných a připravených k výrobě, 10 by procházelo výrobní linkou a maximálně dalších 10 prázdných by bylo odloženo na konci linky. Další boxy by bylo vhodné pořídit jako rezervu v případě poškození stávajících. Rezervních boxů by mělo být alespoň 5. Celkově by nákup všech boxů stál 36 330 Kč.

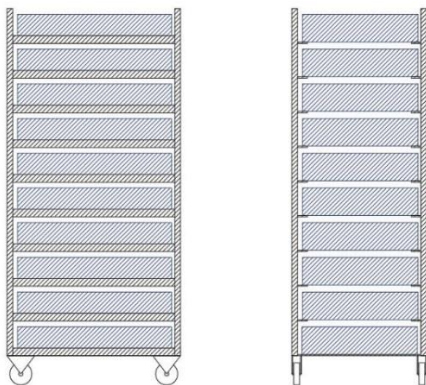


Obrázek 20 Návrh půdorysu sekvenčního boxu (autor)

3.4 Návrh sekvenčního vozíku

Pro manipulaci plných beden do výroby a prázdných beden do skladu by byl využit speciální vozík, který by byl přesně uzpůsoben boxům. Boxy by v tomto vozíku nebyly naskládány na sobě, ale každý by měl přiděleno své patro tak, aby bylo možné vybrat jakýkoliv box bez nutnosti jejich přehazování. Díky tomu se lze snadno přizpůsobovat změnám v pořadí výrobního plánu.

Příklad vozíku lze vidět na obrázku 21. Vozík je uzpůsoben pro 10 boxů a je navržen jako tlačný ruční silou. Aby nebyla výroba absencí materiálu, výměna vozíků by fungovala na základě systému dvou zásobníků. Reálně by byly v oběhu 4 identické vozíky. 2 vozíky by byly pro plné boxy a měnily by se po vybrání všech beden a 2 by sloužily pro příjem prázdných boxů. Vozíky by se tedy pohybovaly v kruhu.



Obrázek 21 Návrh vozíku pro manipulaci se sekvenčními boxy (autor)

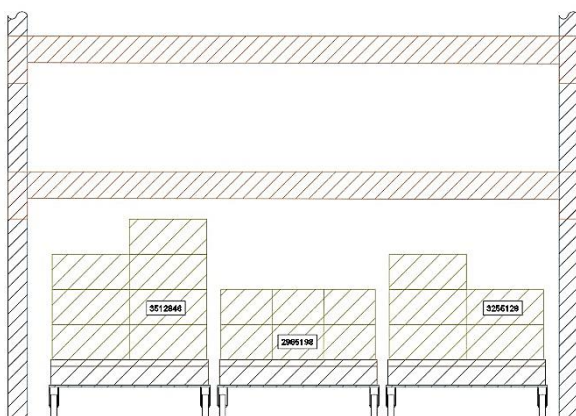
Navržený vozík pro 10 ukládacích beden by dokázal zámečnický podnik vyrobit za nižší cenu než sekvenční vozík na velké díly z důvodu jednodušší konstrukce. Jeden vozík pro boxy by mohl být vyroben za 15 000 Kč. Při počtu 4 vozíků by byla cena 60 000 Kč (Nejmenovaný podnik, 2019).

3.5 Návrh rozmístění materiálu ve skladu A

Aby byla výrobní linka kompletně soběstačná v dodávání materiálu na výrobní linku, je zapotřebí uzpůsobit prostory skladu tak, aby nebylo nutné použít vysokozdvizný vozík při vyskladnění. Proto aby systém fungoval a operátor při vychystávání strávil co nejmenší čas a zbytečně nechodil mezi vzdálenými buňkami, musí vyskladňování fungovat na stejném principu jako v malém skladu, tedy že operátor dokáže veškerý materiál vychystat ručně.

V tomto velkém paletovém skladu se tedy musí uzpůsobit rozmístění materiálu tak, aby každému konkrétnímu kódu materiálu byl v systému přidělen určitý rozsah pozic, do kterých se může ukládat. Skladníkovi by tedy skener vždy při naskladnění materiálu napověděl, do které pozice materiál zaskladnit. Zároveň by tato pozice měla být přízemní, aby z ní bylo možné vychystávat materiál ručně.

Operátor by si vzal sekvenční vozík pro velké díly, jel by s ním do prostoru velkého skladu, kde by se pohyboval v ideálním případě pouze v jedné uličce a podle pokynů z informačního systému by materiál do sekvenčního vozíku vychystával. Problémem je však vybírání materiálu v zadní části skladových buněk. Proto by bylo vhodné každou takovou paletu s materiálem ukládat na speciální paletový vozík, viz obrázek 22), se který by mohl operátor vyjet z buňky, odebrat materiál a vozík zpátky do buňky zaparkovat. Společnost BITO takové vozíky prodává za 3 550 Kč. Při počtu 73 palet s velkými díly by vozíky stály 259 150 Kč. Kapacita spodního patra nejdelších regálů je 42 palet, což znamená, že by byly využity maximálně 2 sousední regály a operátor by se pohyboval pouze v jedné uličce.



Obrázek 22 Návrh umístění materiálu na vozících ve spodních patrech regálů (autor)

3.6 Návrh rozmístění materiálu ve skladu B

V malém skladu by nebylo potřeba žádné úpravy ve vybavení, protože sklad je již přizpůsoben k ruční manipulaci s materiálem a uličky jsou dostatečně široké na to, aby se v nich operátor pohyboval s ručním policovým vozíkem, na kterém by měl box uložen.

Důležitá úprava je však nutná v informačním systému, ve kterém se pro každý materiál zarezervuje rozsah pozic, do kterých je možno materiál zaskladnit. Skener by tedy skladníka při naskladnění vedl přímo ke konkrétní buňce, do které by byl materiál uložen. Tento krok je důležitý pro následné jednodušší vychystávání. Dva protější regály v malém skladu mají kapacitu 210 boxů, nicméně unikátních materiálů pro konkrétní výrobní linku je v tomto skladu 315, kde některé díly obsazují i 2 pozice. Znamenalo by to tak, že by tímto materiálem byly obsazeny celkem 3 až 4 regály a operátor by se pohyboval ve dvou uličkách. Pořád by se však jednalo o efektivnější řešení než nyní, kdy skladník musí obsluhovat až 48 regálů ve dvou patrech z důvodu

3.7 Návrh postupu vyskladnění

Jak již bylo uvedeno, dosud je materiál v každém skladu vychystáván jiným způsobem. Ve skladu B pomocí interního kanbanu a ve skladu A na základě vychystávacích listů z výrobní objednávky. Protože budou ve výrobě zrušeny regály, není možné dál využívat interní kanban. Zároveň však operátor musí vychystávat materiál pro každý výrobek odděleně, a tak je nutné, aby vychystávací list pro tuto konkrétní linku obsahoval vždy jen jeden výrobek.

Reálně by plánovač výroby zadal výrobní příkaz pro 5 výrobků a operátorovi by se zobrazilo 5 oddělených vychystávacích listů. Proto aby nemusel operátor tisknout jednotlivé vychystávací listy a zároveň je měl všechny pohromadě, bylo by vhodné využít při vyskladňování tablet, který by v sobě měl nainstalovaný informační systém. Tablety podnik vlastní, nicméně nejsou vytížené a využívají se momentálně jen při inventuře materiálu.

Jak již bylo uvedeno výše, v tabletu by byl nainstalovaný informační systém od IBM a pracovník by v něm měl všechny vychystávací listy pohromadě. Po rozkliknutí vychystávacího listu by operátor viděl, který materiál má vychystat, v jakém počtu a z jaké pozice. Protože je tablet vybaven fotoaparátem, bylo by možné jednotlivé výběry materiálu pro kontrolu skenovat. To znamená, že by nebylo možné ukončit práci, pokud by nebyl všechn materiál opravdu vyskladněn do sekvenčního boxu.

Vychystávací list by však byl rozdělen do dvou sekcí na malý sklad, ve kterém by se kompletoval box a na velký sklad, ze kterého by byl plněn sekvenční vozík pro velké díly.

Operátor by tedy přišel k počítači, zarezervoval by si několik konkrétních výrobků, které chce kompletovat, aby se nestalo, že je vychystá jiný pracovník, a vytiskne si k těmto výrobkům štítky s čárovými kódy, které budou nést informaci o názvu modelu, kódu modelu či sériovém čísle modelu. Tyto štítky nalepí na boxy v místě, odkud se budou snadno odstraňovat a začne vychystávat ve skladu B.

Na ruční policový vozík si umístí 3 sekvenční boxy, které bude z důvodu úspory času vychystávat souběžně. Pokud plánovač výroby nastaví výrobu podobných modelů za sebe, modely se budou skládat z podobných dílů. Proto když bude operátor vyskladňovat několik boxů záraz, usnadní si velké množství času a cest. Při tomto systému je však nutné zajistit takové řešení, aby se operátor při vychystávání nespletl a vždy umístil materiál ve správném počtu do správného boxu. Tyto chyby budou zamezeny skenováním čárových kódů na boxech při vložení materiálu, aby se materiál v systému odepsal. Pomocí barevného podbarvení pracovník uvidí, jaký materiál již vyskladnil (zelená) a jaký mu ještě chybí vyskladnit (červená) pro konkrétní model. Dokud nevyskladní poslední díl daného výrobku, nebude možné vychystávat další box. Materiál bude seřazen podle skladových pozic tak, aby operátor při vyskladnění ušel co nejméně kroků. Po naplnění budou bedny manipulovány vozíkem do výroby a operátor půjde vychystávat materiál do velkého skladu, kde na jeden vozík vychystá díly pro více výrobků (záleží na konstrukci vozíku).

ID	DESCRIPTION	LOCATION	PRODUCT SERIAL NO. (PCS)		
			XU532518	XU532520	XU532522
3254658	BOLT HEX 52	B-B-1-1	5	5	5
3557952	VALVE 645 S	B-C-2-3	1	1	0
2954833	CABLE D65	B-C-4-1	0	1	1
3515879	T-VALVE	B-C-4-2	0	0	1
3125899	SCREW 1x4	B-C-5-1	4	4	4

Obrázek 23 Ukázka vychystávací aplikace informačního systému od IBM (autor)

3.8 Montáž výrobku

Díky odstranění regálů vznikne několik výhod. Jednou z výhod je vytvoření nového prostoru, který je možno použít pro další výrobní linku. Další výhodou je možnost rozložení výrobních časů mezi jednotlivá stanoviště a zkrácení tak času mezi dvěma zabalenými výrobky.

3.8.1 Návrh nového layoutu výrobní linky

Díky zavedení nového řešení bude možno odstranit regály, které nyní stojí za zády operátorů. Dopravník výrobní linky je široký 1 050 mm a pracovní prostor pro operátory je

dalších 1 100 mm. Pomocí odstranění zmíněných regálů vznikne mezi pracovním prostorem operátora a manipulační uličkou prostor o šíři 2 180 mm, který je dokonce větší, než na kterém by fungovala popisovaná výrobní linka po úpravě.

Podnik dlouhodobě řeší problémy s plochou ve výrobní hale pro nové produkty. Tímto řešením by bylo možné zavézt do výroby jeden z produktů, který by se jinak musel přenechat k výrobě jiné pobočce v zahraničí. Nově navržený layout lze vidět na obrázku 24 a detailněji v příloze D.



Obrázek 24 Nový layout výrobní linky (autor)

3.8.2 Vybalancování výrobních časů

Díky tomu, že by byly odstraněny pevné regály, bylo by možné také lépe vybalancovat jednotlivé časy stanovišť. Dosud z důvodu pevných regálů se na některých stanovištích přidávaly určité díly z toho důvodu, že byly v regálech za zády operátora na dané pozici. Po změně by však box putoval celou linkou, takže by se díly nemusely vázat přímo na konkrétní pozici a bylo by možné jednotlivé časy rozložit a snížit tak i čas za který opustí hotový výrobek linku.

Celkový čas výroby, nyní bez vychystávání z regálů, by se tedy vydělil 9. Na výrobní lince sice pracuje 8 pracovníků, nicméně jedno pracoviště je vybaveno testovacím strojem, který běží bez obsluhy 6 minut a 30 sekund.

$$\begin{aligned}
 V\check{C}_{PO} &= V\check{C}_{CLK}/N \quad [\text{min}] \\
 V\check{C}_{PO} &= 70,95/9 \\
 V\check{C}_{PO} &= 7,88 \text{ min}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

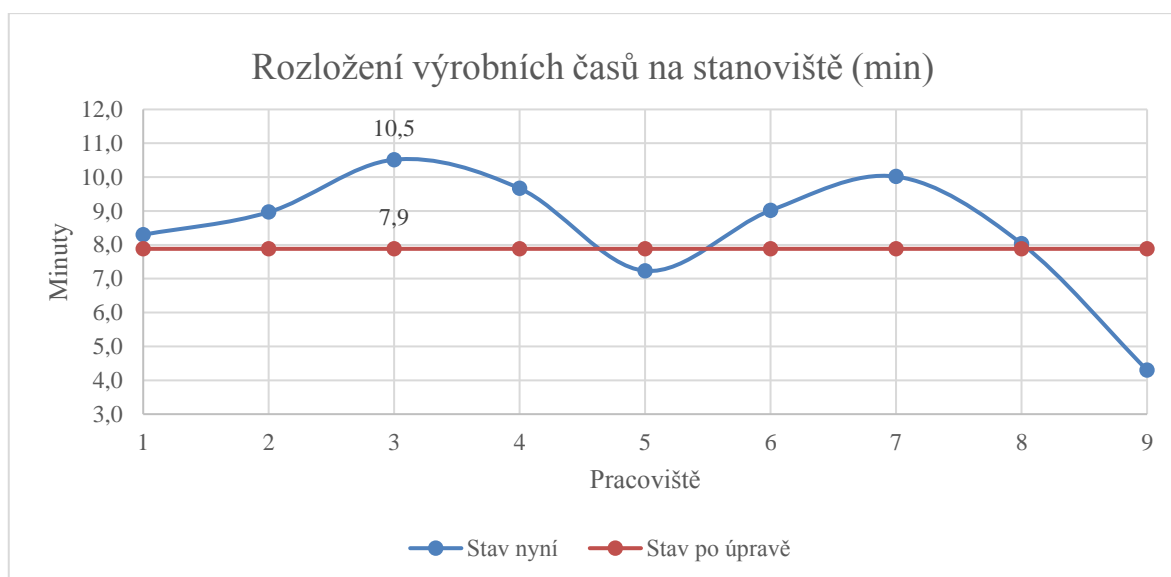
kde:

$V\check{C}_{PO}$... průměrný výrobní čas pracoviště po úpravě [min]

$V\check{C}_{CLK}$... průměrný celkový výrobní čas [min]

N ... počet pracovišť [ks]

Pomocí vzorce 3 bylo tedy zjištěno, po rozložení práce na jednotlivá pracoviště by bylo možné dosáhnout výrobního času na jedno stanoviště 7 minut a 53 sekund. Současně by se zkrátil čas mezi zabalením dvěma po sobě jdoucími výrobky z 10 minut a 30 sekund na 7 minut a 53 sekund. Výstup by se tedy snížil o 2 minuty a 37 sekund.



Obrázek 25 Graf porovnání rozložení výrobních časů na stanoviště (autor)

3.9 Standardní čas pro vychystání materiálu

Doposud byl materiál pomocí interního kanbanu a vychystávacích listů vyskladňován pro konkrétní linku celkem 72,5 hodiny. Novým řešením bude sice zabezpečena vyšší efektivita výrobní linky, nicméně bude zapotřebí věnovat více času vyskladňováním.

Protože bude materiál z malého i velkého skladu dodáván na linku separátně, je potřeba prověřit časy vychystávání z obou těchto skladů z důvodu stanovení potřeby počtu zaměstnanců na pracovní směně.

Ve velkém skladu vychystává operátor velké díly do sekvenčního vozíku. Předběžným testem vychystávání ve skladu se předpokládá, že by vychystání jednoho sekvenčního vozíku pro 8 výrobků trvalo celkem 10 minut. V čase je zahrnuta manipulace s vozíkem do skladu, komunikace s informačním systémem, vyskladnění a manipulace vozíku do výrobní haly.

V malém skladu je však situace složitější. Pro každý výrobek je nutno vychystat samostatný box. Pokusem v malém skladu bylo zjištěno, že vychystání jednoho boxu zabere operátorovi přibližně 17 minut s tím, že po zaučení operátora a zlepšení jeho orientace ve skladu by se čas podařilo snížit. Nicméně při navrženém řešení, kdy se vychystávají 3 bedny v jednu chvíli je možno tyto bedny vychystat za 29 minut, což činí na jednu bednu čas 9 minut a 40 sekund na jednu bednu.

Výrobní linka však potřebuje vychystat box každých 7 minut a 53 sekund tak, aby se na ni mohlo plynule vyrábět.

Tabulka 11 Porovnání dostupného času výroby s časy pro vychystání dílů

	1 box	1 den	1 měsíc
Počet výrobků [ks]	1	60	1 200
Čas výrobního pracoviště [min]	7,88	480	9 600
Čas vychystání boxu [min]	9,66	579,6	11 592
Čas vychystání velkých dílů [min]	-	75	1 500

Zdroj: autor

Z tabulky 11 tak vyplývá, že čas vychystání velkých dílů a boxů, který je dohromady za měsíc 13 090 minut, převyšuje o 3 492 minut, tedy o zhruba 52 hodin, dostupný měsíční čas pro výrobu. Pro vychystávání dílů a možnosti zefektivnění výrobní linky tedy bude potřeba přijmout dalšího zaměstnance, který bude zodpovědný pouze za tuto činnost. 52 hodin, které by však ve výrobním čase nestihne nový pracovník vykrýt, by vypomáhal s vyskladněním skladník, kterému by díky změně systému zásobování výrobní linky ubyly práce z nynějších 82,5 hodin věnovaných lince o 30,5 hodin.

3.10 Shrnutí navrženého řešení

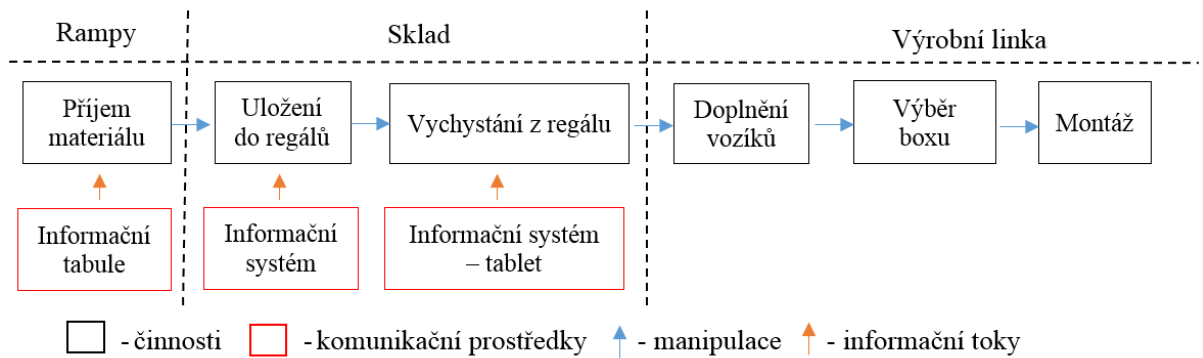
Navrhované řešení spočívá ve změně systému zásobování výrobní linky, které nese zavedení sekvenčního doplňování materiálu na výrobní linku tak, aby se snížil celkový výrobní čas, průměrný výstupní čas, chybovost a počet reklamací a aby se zvýšil prostor pro stavbu dalších výrobních linek pro nové produkty.

Pro navrhované řešení by bylo nutné přijmout nového pracovníka, který by se staral jen o vychystávání boxů a vozíků s velkými díly, které by manipuloval do výroby až v potřebnou dobu. Tím by se zamezilo skladování dílů ve výrobě, které se za den vůbec nepoužijí. Každý box by obsahoval díly jen pro jeden konkrétní výrobek. Operátor by při montáži tedy již nevybíral materiál z regálů, ale z připravených boxů. Regály by mohly být kompletně odstraněny po celé délce výrobní linky.

Návrh nese pouze odstranění regálů, nese také nákup nového vybavení, kterým jsou především boxy, sekvenční vozíky či nové vozíky do velkého skladu pro lepší manipulaci s paletami. Krom toho je také nutné vyvinout nový program podnikovým programátorem, díky kterému bude možno uchovávat vychystávací listy jednotlivě pro konkrétní sériová čísla výrobku. Program musí zároveň operátora kontrolovat a upozorňovat v rámci zamezení chyb výběru pomocí své přehlednosti, barevného podbarvení či nutného skenování.

Obrázek 26 zobrazuje schéma systému zásobování výrobní linky po úpravě. Oproti současnému stavu bude odstraněna nutnost vybírání a doplňování boxů skladníkem ve výrobě

a obsluha regálů výrobním operátorem. Bude tak tedy odstraněna i dvojitá manipulace, kterou lze nyní vnímat jako plýtvání.



Obrázek 26 Schéma toku materiálu po zavedení navrhovaného řešení (autor)

4 ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ

Pomocí navrženého řešení by byly změněny jednotlivé dílčí kroky stávajícího procesu, které v konečném důsledku mění proces zásobování výrobní linky jako celek. V této kapitole jsou hodnoceny jednotlivé ukazatele a postupy, které by byly změnou procesu docíleny.

Hodnoceny jsou ukazatele, které lze promítnout pomocí peněžních jednotek, nicméně i ukazatele a postupy, které na peněžní jednotky přepočítat nelze. Mezi ukazatele, které lze vyjádřit v peněžních jednotkách patří především zvýšení kvality výroby či zvýšení rychlosti výroby. Dále je hodnocena i úspora prostoru či proces jako celek, který ovlivňuje množství plýtvání nebo ergonomii práce.

4.1 Finanční přínosy

Zavedení navrhovaného řešení přinese podniku především finanční přínosy. Mezi tyto přínosy patří snížení prostojů věnovaných odstraněním chyb výrobku snižující kvalitu, a tím zvýšení produktivity výrobní linky. Dále lze mezi tyto přínosy zařadit snížení doby výrobního cyklu, což by zapříčinilo zvýšení denního výstupu.

4.1.1 Zlepšení kvality

Jak již bylo zmíněno při analýze současného stavu, při současném procesu zásobování výrobní linky není možné kompletně odstranit kvalitativní chyby, které se vztahují k materiálu. Jedná se o chybu vadného dílu, kterou dokáže operátor nyní poznat až na výrobní lince při montáži výrobku. Po úpravě procesu by ji však dokázal operátor poznat už ve skladu, které by vadný díl předal přímo pracovníkovi ve skladu, který se zabývá reklamacemi. Nebylo by tedy s dílem zbytečně manipulováno do výroby a výroba by nebyla zastavena.

Odstraněna by byla také chyba kusovníku, kdy při špatném zakódování materiálu v programu se stává, že operátor díl vůbec nenamontuje. Tímto by se zvýšila kvalita výrobků a snížil by se čas prostojů na výrobní lince. Stejně tak by byla odstraněna i chyba operátora, který by se při výběru materiálu nemohl splést, protože by měl na výběr pouze jednu možnou variantu, ne jak nyní, kde jich je v regálu několik.

Další možnou chybou, která by se řešením odstranila by byla chyba dodavatele. Někdy se stává, že dodavatel zašle díl pod určitým kódem, nicméně se jedná o úplně jiný díl. V současnosti, kdy vychystává díly skladník, který nemá přehled o jednotlivých dílech na výrobní lince, se stává, že se tyto díly dostávají na výrobní linku, kde ji zpomalují. Pokud by však materiál vychystával operátor, který díly zná, problém by bylo možné eliminovat a odstranit tak prostoje.

Všechny tyto problémy se však nemusejí objevit v danou chvíli, ale objevují se až po nějakém čase. Objevují se v podobě nesouladu fyzických zásob se zásobami v informačním systému. Díky tomu se stává, že informační systém hlásí, že je materiálu dostatek, nicméně materiál fyzicky ve skladu není.

Všechny tyto problémy oslabují výrobní linku a snižují výstup. Celkem se jedná o 4 hodiny a 15 minut prostojů za měsíc. Cena hodiny výrobní linky byla pomocí vzorců 1 a 2 vypočtena na 63 586 Kč za hodinu. Výpočet 4 popisuje celkovou měsíční ztrátu z důvodu prostojů.

$$\begin{aligned} Z_q &= CL * T_q \quad [\text{Kč}] \\ Z_q &= 63\,586 * 4,25 \\ Z_q &= 270\,240,5 \text{ Kč} \end{aligned} \quad (4)$$

kde:

Z_q ... celková ztráta z prostojů týkajících se materiálu [Kč]

CL ... průměrná hodinová cena výrobní linky [Kč]

T_q ... čas prostojů týkajících se materiálu [hod]

$$\begin{aligned} Z_o &= \frac{T_q * H}{V\check{C}_{P\check{R}ED}} \quad [\text{Ks}] \\ Z_o &= \frac{4,25 * 60}{10,5} \\ Z_o &= 24,3 \text{ Ks} \end{aligned} \quad (5)$$

kde:

Z_o ... celková ztráta výstupu z kvalitativních prostojů týkajících se materiálu [Ks]

$V\check{C}_{P\check{R}ED}$... průměrný výrobní čas pracoviště nyní [min]

T_q ... čas kvalitativních prostojů týkajících se materiálu [hod]

H ... délka hodiny [min]

Z výpočtu 4 vyplývá, že díky prostojům týkajících se zásobování materiálu na výrobní linku ztratí podnik možnost využití zdrojů průměrně v hodnotě 270 240,5 Kč za měsíc. Při přepočtení na ztrátu vyrobené produkce, ze vzorce 5, se jedná celkem o 24 kusů.

4.1.2 Rychlost výroby

Díky tomu, že by se po pracovištích posouval pouze sekvenční box a operátoři by se nemuseli otáčet k regálům, by se znatelně zvýšila rychlost výroby. Výhodou oproti současnému řešení by bylo odstranění zbytečných pohybů, které operátoři vykonávají. Na základě analýzy současného stavu je zjištěno, že tyto pohyby zaberou všem operátorům dohromady průměrně 76 hodin a 15 minut za měsíc. V tomto čase nachodí operátoři celkem 116 km a zároveň netvoří žádnou hodnotu na výrobku.

Další výhodou by byla celková flexibilita výrobní linky. V současnosti jsou jednotlivé úkony vázány na pracoviště z důvodu rozložení materiálu v regálech a z důvodu špatného vybalancování výrobních cyklů. Díky zavedení sekvenčních boxů, které by kopírovaly cestu výrobku po dopravníku, by bylo možné rozložit montáž materiálu na jednotlivá pracoviště tak, aby se výrobní cyklus na pracovištích rovnoměrně rozložil.

Kombinací těchto přínosů lze snížit výrobní cyklus a zvýšit tak denní výstup výrobků se stejným počtem operátorů na výrobní lince. Výpočtem 3 v pododdíle 3.8.2 bylo zjištěno, že výrobní cyklus na pracovišti lze pomocí rozložení času zkrátit ze současných 10,5 minut na 7,88 minut. Současně by se snížil výstupní čas na 7,88 minuty, což by znamenalo, že by operátoři dokázali za den zabalit více výrobků.

Díky snížení výstupních časů by se zvýšila denní produkce výrobků. Nárůst denní produkce je znázorněn výpočtem 6.

$$\Delta_{PR} = T_H \left(\frac{H}{V\check{C}_{PO}} - \frac{H}{V\check{C}_{P\check{R}ED}} \right) \quad [Ks] \quad (6)$$

$$\Delta_{PR} = \left(\frac{60}{7,88} - \frac{60}{10,5} \right)$$

$$\Delta_{PR} = 15,2 \text{ Ks}$$

kde:

Δ_{PR} ... navýšení denního výstupu při vybalancování výrobních časů [Ks]

$V\check{C}_{PO}$... průměrný výrobní čas pracoviště po úpravě [min]

$V\check{C}_{P\check{R}ED}$... průměrný výrobní čas pracoviště nyní [min]

T_H ... délka směny [hod]

H ... délka hodiny [min]

Z výpočtu 6 vyplývá, že díky vybalancování výrobních časů se dokáže zvýšit denní produkce o 15 kusů ze 45 na 60.

$$Z_v = \Delta_{PR} * Z_1 * D \quad [K\check{c}] \quad (7)$$

$$Z_v = 15,2 * 11\,304,24 * 20$$

$$Z_v = 3\,436\,488,96 \text{ K\check{c}}$$

kde:

Z_v ... možný přínos z využití zdrojů při zvýšení denního výstupu [Kč]

Δ_{PR} ... navýšení denního výstupu při vybalancování výrobních časů [Ks]

Z_1 ... průměrná ztráta z jednoho výrobku za dobu výrobního cyklu [Kč]

D ... průměrný počet dní v měsíci [dny]

Z výpočtu 7 lze zjistit, že pokud by se produkce pomocí navrženého řešení opravdu zvýšila na 60 ks za den, znamenalo by to měsíční přínos 3 436 488,96 Kč. Částka vyjadřuje hodnotu, která podnik nyní stojí za to, že nevyužívá efektivně své výrobní zdroje. Započítává

se do ní tedy osobní náklady na operátory, vytížení strojů a převážně marže, kterou by podnik mohl generovat při zvýšení produkce.

Díky zvýšení produkce je však také možné lépe vykrývat urgentní zakázky, které pokud dostane zákazník včas, je spokojený a objednává další výrobky.

4.1.3 Celkové finanční přínosy

Součtem kvalitativních přínosů a přínosů plynoucích ze snížení výrobního cyklu, a tak zvýšení denního výstupu lze docílit celkového měsíčního přínosu, který podnik díky zavedení sekvencování výroby získá. Výpočet popisuje vzorec 8.

$$\begin{aligned} Z &= Z_q + Z_v \quad [\text{Kč}] & (8) \\ Z &= 270\,240,5 + 3\,436\,488,96 \\ Z &= 3\,706\,729,46 \text{ Kč} \end{aligned}$$

kde:

Z ... průměrný měsíční přínos plynoucí z odstranění chyb a zvýšení rychlosti [Kč]

Z_v ... možný přínos z využití zdrojů při zvýšení denního výstupu [Kč]

Z_q ... celková ztráta z prostojů týkajících se materiálu [Kč]

Z výpočtu 8 vyplývá, že pokud by podnik provedl změnu procesů a zavedl by sekvencování materiálu na výrobní linku, mohl by pomocí odstranění kvalitativních chyb a zvýšení produkce průměrně produkovat přínos až 3 706 729,46 Kč za měsíc.

4.2 Finanční náklady

Se zavedením navrženého řešení jsou však spojeny i náklady, které podnik musí obětovat, aby cílového stavu dosáhl. Ke změně procesu bude podnik potřebovat pořídit nové vybavení, a také dalšího pracovníka, který se bude starat o vychystávání materiálu do sekvenčních boxů a o jejich manipulaci do výroby.

4.2.1 Vybavení

Jak již bylo zmíněno, aby bylo možné návrh realizovat, je nutné, aby podnik pořídil potřebné vybavení, které bude celý proces ulehčovat. V návrhové části bylo určeno, že by bylo potřeba pořídit boxy, do kterých se bude vychystávat materiál. Tyto boxy standardizovaných rozměrů podnik dokáže pořídit za cenu 1 038 Kč kus od společnosti BITO (BITO, 2017a). Celkem by bylo pro obrat boxů potřeba 35 kusů.

Aby mohly být boxy manipulovány do výroby, bude potřeba pořídit vozík, do kterého lze boxy vložit. Zámečnickým podnikem navštěvující nejmenovaný podnik byl potřebný vozík naceněn na 15 000 Kč. Aby proces správně fungoval, bylo by potřeba pořídit 4 kusy vozíků.

Boxy však slouží pouze pro materiál malých rozměrů, pro velký materiál je nutné pořídit nové speciální vozíky, kterých by podnik pořídil také 4 kusy, kde jeden by vyšel na 20 000 Kč. Aby mohl vychystávat tyto velké díly jednoduše přímo operátor, bylo by potřeba, aby byly palety opatřeny vozíky pro snadnou manipulaci. Potřeba těchto palet byla v návrhové části stanovena na 73 kusů, kde jeden kus vychází na 3 550 Kč.

Jako poslední by podnik musel pořídit police pod dopravník, díky kterým by dokázal vyrovnat případné kvalitativní nedostatky spojovacích materiálů. Těchto polic by bylo pořízeno 9 v ceně 2 000 Kč za kus. Shrnutí veškerého potřebného vybavení v cenách bez DPH je popsáno tabulkou 12.

Tabulka 12 Shrnutí potřebného vybavení

Položka	Počet [ks]	Cena za kus [Kč]	Cena celkem [Kč]
Sekvenční boxy	35	1 038	36 330
Sekvenční vozík – boxy	4	15 000	60 000
Sekvenční vozík – velký	4	20 000	80 000
Paletový vozík	73	3 550	259 150
Police pod dopravník	9	2 000	18 000
Suma	-	-	453 480

Zdroj: autor

4.2.2 Nároky na personální obsazení

Protože při navrhovaném řešení bude vychystávání materiálu ze skladu věnována větší pozornost, bude potřeba přijmout nového pracovníka do týmu výrobní linky. Porovnání měsíčních časů vychystávání materiálu pro sledovanou výrobní linku je znázorněno v tabulce 13.

Tabulka 13 Porovnání časů vyskladnění stávajícího a navrhovaného řešení

Sklad	Současné řešení zásobování [hod]	Navržené řešení zásobování [hod]
Malý sklad	20	193,2
Velký sklad	52,5	25
Celkem	72,5	218,2

Zdroj: autor

V současnosti tuto práci vykonává pouze skladník. Z porovnání lze vidět, že se celkový čas věnovaný vychystání zvýší zhruba o 146 hodin. Nový pracovník dokáže průměrně pojmout za průměrný měsíc 160 pracovních hodin. Na skladníka tedy bude zbývat už jen 58,2 hodiny, tedy zhruba o 14 méně než doposud. Skladník tedy bude mít více prostoru pro obsluhu ostatních výrobních linek.

Přijmutí pracovníka ale znamená pravidelný měsíční náklad, který bude muset podnik vynaložit, aby mohl řešení zavést.

Osobní náklady závodu zjištěné z výkazu zisku a ztrát za fiskální rok 2017 byly 136 234 000 Kč. Průměrný počet zaměstnanců v tomto roce byl 225. Výpočet 9 znázorňuje průměrné osobní náklady na jednoho pracovníka za měsíc.

$$N_{o1} = \frac{N_o}{M} \text{ [Kč]} \quad (9)$$

$$N_{o1} = \frac{\frac{136\,234\,000}{225}}{12}$$

$$N_{o1} = 50\,457,04 \text{ Kč}$$

kde:

N_{o1} ... průměrné měsíční osobní náklady na jednoho pracovníka [Kč]

N_o ... celkové roční osobní náklady [Kč]

E ... celková ztráta z kvalitativních prostojů týkajících se materiálu [os]

M ... počet měsíců v roce [měs]

Z výpočtu 9 vyplývá, že průměrné osobní náklady na jednoho zaměstnance za měsíc jsou 50 457 Kč. Tuto částku bude muset podnik při zavedení nového řešení vynaložit navíc oproti současnému stavu každý měsíc.

4.3 Rozdíl měsíčních finančních přínosů a nákladů

Přínosy, které by plynuly ze zvýšení rychlosti výrobní linky a snížení kvalitativních chyb bude podnik dosahovat každý měsíc. Pokud jde o náklady, jako pravidelný měsíční náklad lze brát přijmutí nového zaměstnance, který doplní tým na výrobní lince. Nákup potřebného vybavení ke změně procesu je naopak jednorázový náklad a nebude potřeba jej platit každý měsíc.

$$R = Z - N_{o1} \text{ [Kč]} \quad (10)$$

$$R = 3\,706\,729,46 - 50\,457,04$$

$$R = 3\,656\,272,42 \text{ Kč}$$

kde:

R ... rozdíl finančních přínosů a nákladů spojených s novým řešením [Kč]

Z ... průměrný měsíční přínos plynoucí z odstranění chyb a zvýšení rychlosti [Kč]

N_{o1} ... průměrné měsíční osobní náklady na jednoho pracovníka [Kč]

Z výsledku výpočtu 10 vyplývá, že podnik díky zavedení nového řešení bude dosahovat vyšší efektivity výrobní linky, což v promítnutí na peněžní jednotky znamená 3 656 272,42 Kč za měsíc.

4.4 Výpočet finanční návratnosti vybavení

Zmíněný obnos však podnik nebude generovat již od prvního měsíce, protože je nutné nejprve splatit vynaložené jednorázové náklady do nutného vybavení. Pomocí tabulky 12 a výsledku výpočtu 10 lze vypočítat, jaká bude finanční návratnost daného řešení, a to pomocí vztahu 11:

$$FN = \frac{V}{R} \text{ [Kč]} \quad (11)$$
$$FN = \frac{453\,480}{3\,656\,272,42}$$
$$FN = 0,124 \text{ měs}$$

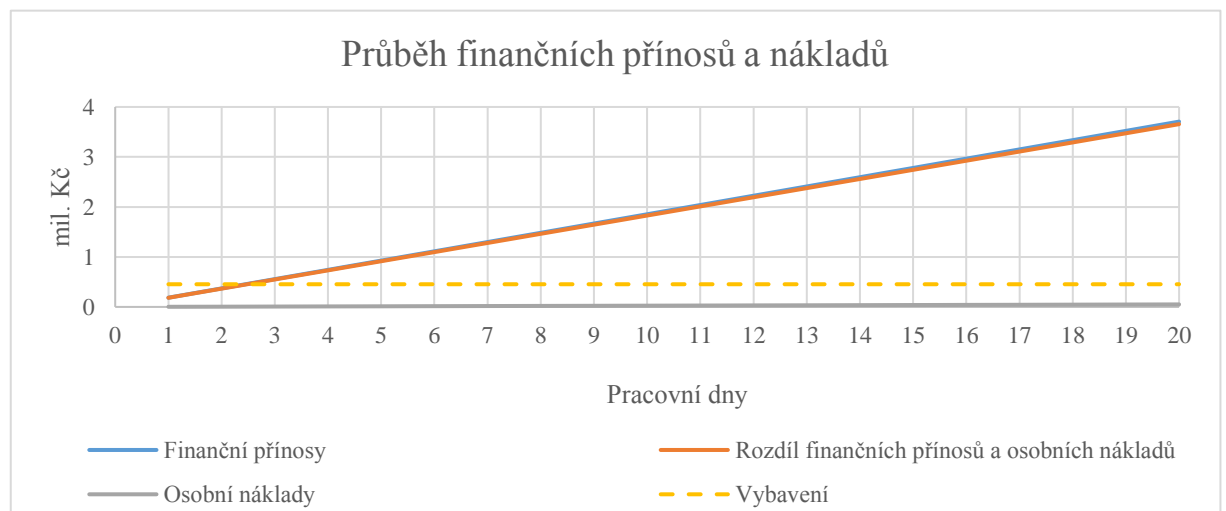
kde:

FN ... finanční návratnost navrženého řešení [měs]

V ... celková cena vybavení [Kč]

R ... rozdíl finančních přínosů a nákladů spojených s novým řešením [Kč]

Nakoupené vybavení v podobě boxů a vozíků bude splaceno za 0,124 měsíce, což je v přepočtu 2,5 pracovního dne. Zde lze vidět, že zlepšení procesu je jen z malé části zapříčiněno nákupem nového vybavení a spíše jde o benefity z úpravy postupů zásobování výrobní linky jako celku. Průběh jednotlivých finančních ukazatelů je znázorněn obrázkem 27, kde lze také vysledovat bod, ve kterém bude splaceno veškeré nakoupené vybavení.



Obrázek 27 Graf průběhu finančních ukazatelů (autor)

4.5 Plocha

Kromě ukazatelů vyjádřených v peněžních jednotkách lze porovnat také plochu, na které celá výrobní linka leží. V současnosti se výrobní linka skládá z dopravníku, pracovního prostoru operátorů a řady regálů s paletami a leží na prostoru 141 m². V současnosti zabírají

regály plochu 26,875 m². Nicméně jsou umístěny ve vzdálenosti 1,7 metru od dopravníku, kde tato plocha také není zcela využita. Pokusy bylo zjištěno, že komfortní pracovní prostor na sledované výrobní lince je 1,1 m. Při odstranění regálů by se tedy uvolnila plocha 71 m², tedy více než polovina plochy, na kterém je nyní umístěna výrobní linka.

I když se tato plocha nedá spolehlivě přepočítat na peněžní ukazatele, je pro podnik velice důležitý. V současné výrobní hale není další místo pro vytvoření výrobní linky. Při pravidelných kontrolách závodu managementem z USA se stává závod perspektivní ve chvíli, pokud disponuje kapacitou pro zavedení nového produktu. Tímto řešením by byl vytvořen prostor pro právě jednu výrobní linku o podobných rozměrech jako je ta popisovaná.

Tabulka 14 Porovnání velikosti zaujímané plochy současného a navrženého řešení

	Současný stav	Navržený stav
Celková plocha výrobní linky [m ²]	141	70
Počet regálů [ks]	9	0

Zdroj: autor

Avšak pouze pro porovnání, kdyby byla na nově vytvořeném místě postavena totožná výrobní linka, jako je ta popisovaná, podnik by díky ní každý měsíc generoval při výstupu 60 výrobků denně výnosy průměrně 67 460 216 Kč. Částka zahrnuje cenu materiálu, pracovní sílu, opotřebení strojů i zisk.

4.6 Celkové zjednodušení procesu

Dalším peněžně nevyčíslitelným ukazatelem je celkové zjednodušení procesu. Navržené řešení odbourává ze současného procesu zásobování výrobní linky mnoho zbytečných pohybů, prostojů a dvojitých manipulací.

System přináší několik dalších malých výhod oproti současnému stavu. Materiál by byl uložen pouze na jednom místě ve skladu a nebyl by rozest i na několika lokacích ve výrobě. Tento fakt by výrazně pomohl také přepočítávání materiálu při nesouladu a při roční inventuře. Další výhodou je zapojení online systému při vychystávání. Doposud skladníci vychystávají pomocí neaktuálních vychystávacích listů, které jim zároveň nezamezí vyskladnit chybný materiál. Nový systém by fungoval online pomocí tabletu s podporou skenování a operátora by tak kontroloval.

Díky přijetí nového pracovníka, který by byl součástí týmu výrobní linky by bylo možné tohoto pracovníka v případě potřeby přeřadit na montáž z důvodu plnění urgentních zakázek. Zároveň by se usnadnila role plánovače, kdy při zavedení řešení by měl plánovač

detailní a nezakreslený přehled o počtu materiálu ve skladu a mohl by tak plánovat výrobu flexibilněji v nižších plánovacích intervalech.

4.7 Celkové porovnání současného a navrženého řešení

Navržené řešení tedy ovlivňuje několik ukazatelů. Jedná se o ukazatele, které lze vyjádřit v peněžních jednotkách, dále plošné ukazatele a ukazatele ovlivňující celkovou jednoduchost a kvalitu procesu zásobování výrobní linky. V následující tabulce 15 lze vidět podrobné porovnání současného a navrženého řešení.

Tabulka 15 Celkové porovnání současného stavu vůči navrhovanému řešení

Ukazatel	Současný stav	Navrhované řešení
Finanční přínos za měsíc [Kč]	0	+3 656 272,42
Zastavěná plocha [m ²]	141	70
Možnost výstavby nové výrobní linky	Ne	Ano
Počet regálů na výrobní lince [ks]	9	0
Zbytečné pohyby při montáži za měsíc [km]	115,9	0
Denní využitelnost materiálu [%]	20,98	100
Denní výstup [ks]	45	60
Měsíční doba vychystávání [hod]	72,5	218,2
Počet operátorů [os]	8	9
Možnost snížení kvalitativních chyb a reklamací	Ne	Ano
Vysoká závislost na přesném vychystávání	Ne	Ano
Online vychystávací systém	Ne	Ano

Zdroj: autor

Z tabulky 15 vyplývá, že ve většině stanovených ukazatelů vykazuje lepší hodnoty nové navrhované řešení, pro které by se měl podnik na základě těchto hodnot rozhodnout. Díky tomuto řešení bude možno zvýšit denní výstup výrobků, postavit novou výrobní linku, odbourat zbytečné pohyby či snížit počet zákaznických reklamací. Na úkor toho je však nutno zabezpečit stoprocentní přesnost vychystávání materiálu, pro což bude potřeba zároveň přijmout nového pracovníka.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo navržení vhodného řešení zásobování výrobní linky, které dokáže vyřešit dílčí problémy procesu zásobování výrobní linky a zároveň dokáže zvýšit produktivitu celé výrobní linky.

V první části byly definovány jednotlivé teoretické termíny, ze kterých práce dále vycházela. Postupně byly postupně sklady, regály, zásoby, výrobní prvky, dopravníky či podnikové informační systémy.

Ve druhé kapitole bylo popsáno současné řešení zásobování výrobní linky vybraným podnikem. Konkrétně se jednalo o analýzu toku materiálu ze skladu materiálu do výroby s důrazem na produktivitu práce a míru plýtvání. Ze začátku kapitoly byly popsány sklady A a B, které podnik pro zásobování do výroby využívá. Popsán byl také rozdílný postup vychystání materiálu z těchto skladů a jeho manipulace do výroby. Následně byly zmíněny časté kvalitativní chyby vznikající při současném procesu. Celá kapitola je proložena měřením časů jednotlivých činností skladníků a operátorů. Z analýzy současného stavu bylo zjištěno, že současný proces zásobování výrobní linky nedokáže reagovat na vznikající kvalitativní chyby, v procesu vzniká dvojitá manipulace a proces obsahuje mnoho činností nepřidávající hodnotu konečnému výrobku.

Na základě analýzy současného stavu bylo navrženo zlepšující řešení. Navržené řešení spočívá ve změně zásobování z interního kanbanu na sekvencování podobné automobilkám, pouze s rozdílem, že by byl materiál dodáván ze skladu, nikoliv přímo od dodavatele. Řešení by spočívalo ve vychystávání sekvenčních boxů, které by byly pomocí vozíků dopravovány na výrobní linku. Boxy by se pohybovaly společně s výrobkem po dopravníku a bylo by tak možné odstranit regály stojící za zády operátorů. Zavedení systému by vyžadovalo úpravu a sjednocení systémů vychystávání obou skladů.

Závěrečná část porovnává současné a navržené řešení. Mezi výhody navrženého řešení patří zvýšení produktivity výrobní linky, a tak i zvýšení denního výstupu. Dále snížení zastavěné plochy výrobní linkou, čímž vzniká prostor pro zavedení úplně nového produktu do výroby. Díky řešení se však sníží i kvalitativní chyby spojené s dodáváním materiálu do výroby a jeho výběrem k montáži. Krom toho bude celý proces fungovat online a bude eliminována většina zbytečných procesů a pohybů operátorů. Nevýhodou řešení je však zvýšení časové náročnosti na vychystávání materiálu, a tak i nutnost přijmutí nového zaměstnance do týmu výrobní linky.

Díky jednotlivým dílčím návrhům nového procesu je cíl práce splněn. Podnik by díky zavedení tohoto řešení zjednodušil a zkvalitnil celý proces zásobování výrobní linky, čímž by dosáhl i vyšší produktivity výroby a vyššího denního výstupu.

POUŽITÁ LITERATURA

- AMI PLUS, 2014. Metódy FIFO, FEFO, HIFO, LIFO pre riadenie materiálu. *AMI plus* [online]. [cit. 2018-12-9]. Dostupné z: <http://www.riadenievyroby.sk/riadenie-materialu-na-sklade-a-vo-vyrobnej-logistike>
- BITO-LAGERTECHNIK BITTMANN, 2017a. Stohovací euro přepravka XL. *BITO-Lagertechnik Bittmann* [online]. [cit. 2019-3-31]. Dostupné z: <https://shop.bito.com/cs-cz/vp/stohovaci-euro-prepravka-xl-sproduct171479/106697/1206172>
- BITO-LAGERTECHNIK BITTMANN, 2017b. Paletové vozíky. *BITO-Lagertechnik Bittmann* [online]. [cit. 2019-3-31]. Dostupné z: <https://shop.bito.com/cs-cz/vp/paletove-voziky-na-mala-zatizeni-sproduct173449/107409/1214850>
- CEMPÍREK, Václav, 2007. *Technologie ložných a skladových operací*. Pardubice: Institut Jana Pernera. ISBN 80-86530-36-1.
- DANĚK, Jan, 2006. *Logistické systémy*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava. ISBN 80-248-1017-4.
- DRAHOTSKÝ, Ivo a Bohumil ŘEZNÍČEK, 2003. *Logistika: procesy a jejich řízení*. Brno: Computer Press. ISBN 80-7226-521-0.
- ESP, 2014. Jak fungují RFID čtečky. *ESP* [online]. [cit. 2018-12-19]. Dostupné z: <https://esp.cz/cs/blog/funguji-rfid-ctecky>
- GRANT, David B et al., 2006. *Fundamentals of logistics management: European edition*. London: McGraw-Hill. ISBN 0-07-710894-9.
- GROS, Ivan et al, 2016. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 978-80-7080-952-5.
- GS1, 2017a. Lineární čárové kódy. *GS1* [online]. [cit. 2018-12-19]. Dostupné z: <https://www.gs1cz.org/standardy-gs1/sber-dat/linearni-carove-kody>
- GS1, 2017b. 2D kódy. *GS1* [online]. [cit. 2018-12-19]. Dostupné z: <https://www.gs1cz.org/standardy-gs1/sber-dat/2d-kody>
- HÝBLOVÁ, Petra, 2006. *Logistika: pro kombinovanou formu studia*. Pardubice: Univerzita Pardubice. ISBN 80-7194-914-0.
- JUNGHEINRICH, 2014. Paletové vozíky. *Jungheinrich* [online]. [cit. 2018-12-9]. Dostupné z: <https://www.jungheinrich-profishop.cz/paletove-voziky/>
- LAMBERT, Douglas M et al, 2005. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. Vyd. 2. Brno: CP Books. ISBN 80-251-0504-0.
- LEONARDO TECHNOLOGY, 2018. 2D dvoudimenzionální kódy. *Leonardo technology* [online]. [cit. 2018-12-20]. Dostupné z: <http://www.lt.cz/e-learning/carove-kody-2d-kody-a-rfid/2d-dvoudimenzionalni-kody>
- LIKER, Jeffrey K, 2007. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, Knihovna světového managementu. ISBN 978-80-7261-173-7.

- LUKOSZOVÁ, Xenie et al, 2012. *Logistické technologie v dodavatelském řetězci*. Praha: Ekopress. ISBN 978-80-86929-89-7.
- LUKŠŮ, Vladimír, 2001. *Logistika 1*. Praha: Vysoká škola ekonomická. ISBN 80-245-0166-X.
- PERNICA, Petr, 1994. *Logistika: aktivní prvky*. Praha: Vysoká škola ekonomická. ISBN 80-7079-808-4.
- PERNICA, Petr, 2005. *Logistika: pasivní prvky*. Praha: Vysoká škola ekonomická. ISBN 80-7079-316-3.
- PRŮŠA, Petr et al, 2013. *Logistický management: cvičebnice: studijní opora*. Pardubice: Univerzita Pardubice. ISBN 978-80-7395-664-6.
- ORACLE, 2018. Process Manufacturing. *Oracle* [online]. [cit. 2018-12-17]. Dostupné z: <https://www.oracle.com/applications/supply-chain-management/solutions/manufacturing/process-manufacturing.html>
- ROTHER, Mike, 2017. *Toyota kata: systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0435-2.
- ŘEZNÍČEK, Bohumil, 2002. *Logistika oběhových procesů*. Pardubice: Univerzita Pardubice. ISBN 80-7194-506-4.
- SIXTA, Josef a Václav MAČÁT, 2005. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: CP Books. ISBN 80-251-0573-3.
- SIXTA, Josef a Miroslav ŽIŽKA, 2009. *Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-2563-2.
- TBA PLASOVÉ OBALY, 2014. Ukládací plastové přepravy, zkosené bedny. *TBA plastové obaly* [online]. [cit. 2018-12-9]. Dostupné z: <https://www.tbaplast.cz/ukladaci-plastove-prepravky-zkosene-bedny>
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2000. *Řízení výroby. 2., rozš. a dopl. vyd.* Praha: Grada, Expert. ISBN 80-7169-955-1.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, Expert. ISBN 978-80-247-4486-5.
- TOYOTA MATERIAL HANDLING, 2014. Přípojné vozíky (roltejnery). *Toyota material handling* [online]. [cit. 2018-12-9]. Dostupné z: <https://toyota-forklifts.cz/nase-nabidka/produktova-rada/pripojne-voziky/>

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	Rozdělení manipulačních jednotek dle tříd.....	21
Tabulka 2	Přehled kapacity jednotlivých regálů a celého skladu	29
Tabulka 3	Vytížení skladníka při vychystávání materiálu ze skladu B	32
Tabulka 4	Vytížení skladníka při vychystávání materiálu ze skladu A	34
Tabulka 5	Využití dílů v regálech	36
Tabulka 6	Sekvence úkonů na montážním pracovišti.....	37
Tabulka 7	Standartní časy pro výrobu produktu	37
Tabulka 8	Přehled vzdálenosti a času obsluhy regálů.....	38
Tabulka 9	Měsíční hodnoty chyb vzpjatých s materiálem na výrobní lince.....	41
Tabulka 10	Rozdělení dílů podle velikosti a možnosti sekvencování	48
Tabulka 11	Porovnání dostupného času výroby s časy pro vychystání dílů.....	57
Tabulka 12	Shrnutí potřebného vybavení	63
Tabulka 13	Porovnání časů vyskladnění stávajícího a navrhovaného řešení	63
Tabulka 14	Porovnání velikosti zaujímané plochy současného a navrženého řešení	66
Tabulka 15	Celkové porovnání současného stavu vůči navrhovanému řešení	67

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1	Hřebenový regál	13
Obrázek 2	Gravitační regál	14
Obrázek 3	Vysokozdvížený, nízkozdvížený a tažený vozík	19
Obrázek 4	Válečkový dopravník	20
Obrázek 5	Ukládací bedny	21
Obrázek 6	Lineární kódy	25
Obrázek 7	Dvourozměrné kódy	26
Obrázek 8	Layout malého skladu	28
Obrázek 9	Layout velkého skladu	30
Obrázek 10	Schéma naskladnění materiálu	31
Obrázek 11	Schéma vyskladnění ze skladu B	33
Obrázek 12	Vychystávací list	33
Obrázek 13	Schéma vyskladnění materiálu ze skladu A	34
Obrázek 14	Layout výrobní linky	35
Obrázek 15	Znázornění obsluhovaných regálů jednotlivými pracovišti	37
Obrázek 16	Schéma postupu zásobování výrobní linky	44
Obrázek 17	Porovnání současného toku materiálu s navrhovaným	47
Obrázek 18	Návrh sekvenčního vozíku pro velké díly	49
Obrázek 19	Návrh uložení spojovacího materiálu pod dopravníkem	50
Obrázek 20	Návrh půdorysu sekvenčního boxu	51
Obrázek 21	Návrh vozíku pro manipulaci se sekvenčními boxy	51
Obrázek 22	Návrh umístění materiálu na vozících ve spodních patrech regálů	52
Obrázek 23	Ukázka vychystávací aplikace informačního systému od IBM	54
Obrázek 24	Nový layout výrobní linky	55
Obrázek 25	Graf porovnání rozložení výrobních časů na stanoviště	56
Obrázek 26	Schéma toku materiálu po zavedení navrhovaného řešení	58
Obrázek 27	Graf průběhu finančních ukazatelů	65

SEZNAM ZKRATEK

DPH	Daň z přidané hodnoty
FIFO	First In, First Out První naskladnit, první vyskladnit
FEFO	First Expiration, First Out První expirace, první vyskladnit
ISO	International Organization for Standardization Mezinárodní organizace pro standardizaci
LIFO	Last In, First Out Poslední naskladnit, první vyskladnit
RFID	Radio Frequency Identification Radiofrekvenční identifikace
TPS	Toyota production systems Produkční systémy Toyoty
VSM	Value-stream mapping Mapování hodnotového toku

SEZNAM PŘÍLOH

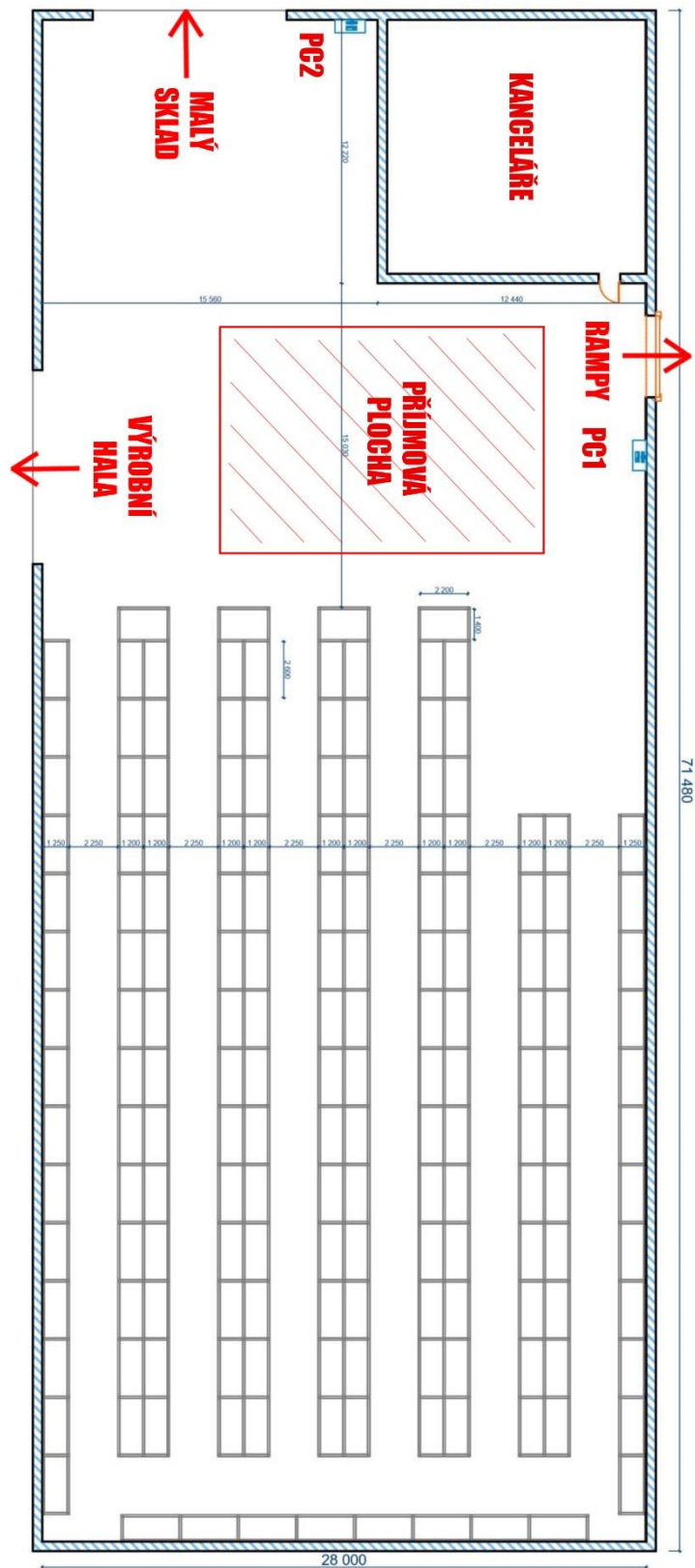
Příloha A Layout skladu A

Příloha B Layout skladu B

Příloha C Současný layout výrobní linky

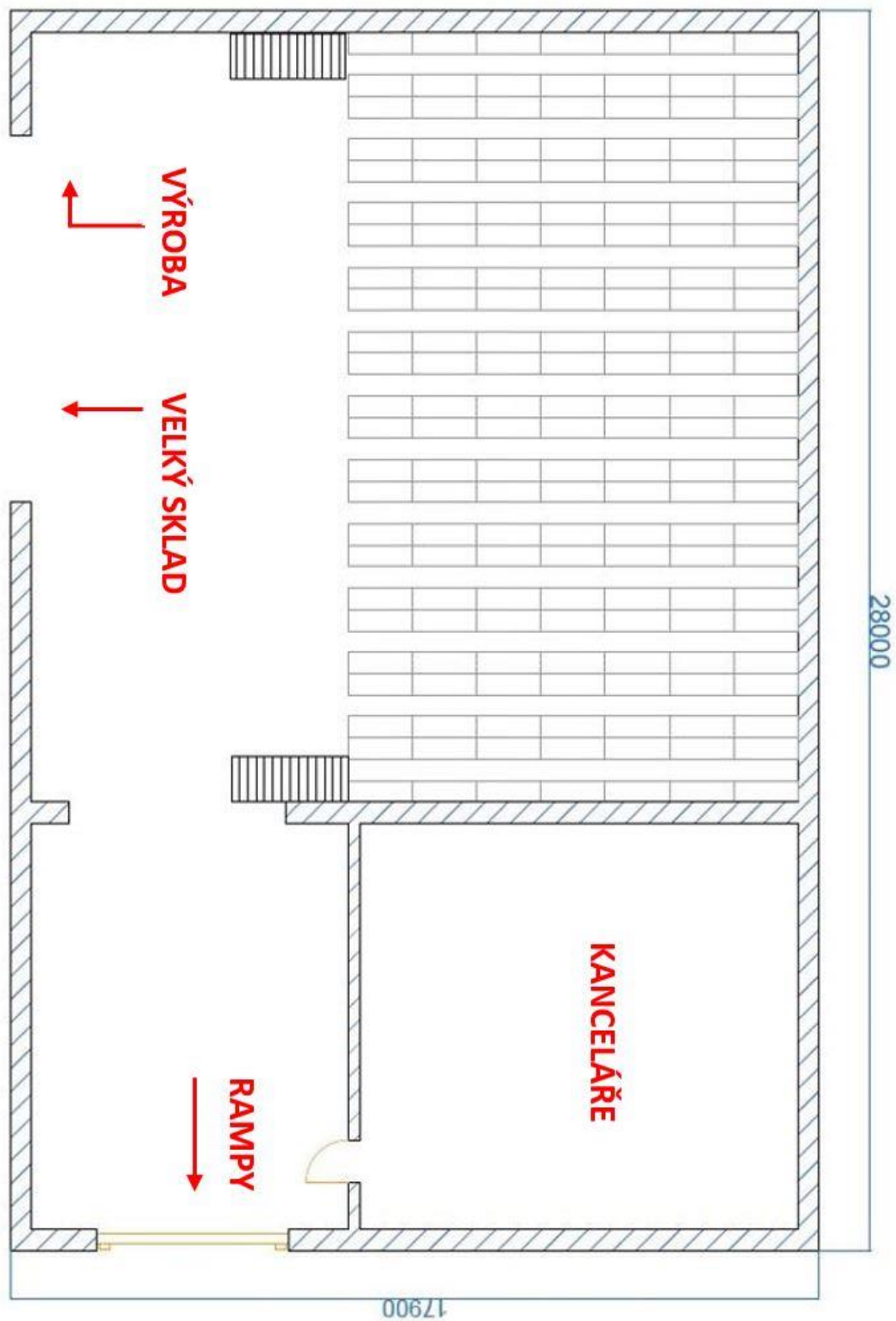
Příloha D Navrhovaný layout výrobní linky

Příloha A Layout skladu A



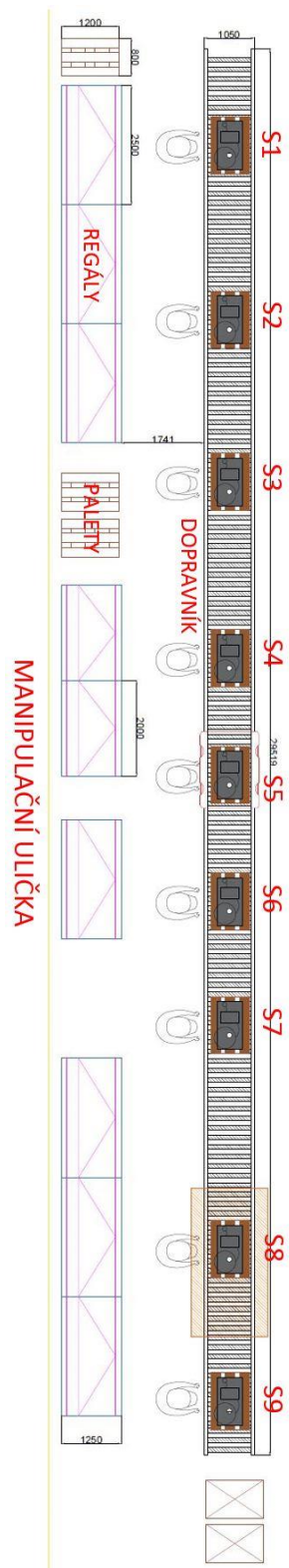
Zdroj: Nejmenovaný podnik, upraveno autorem

Příloha B Layout skladu B



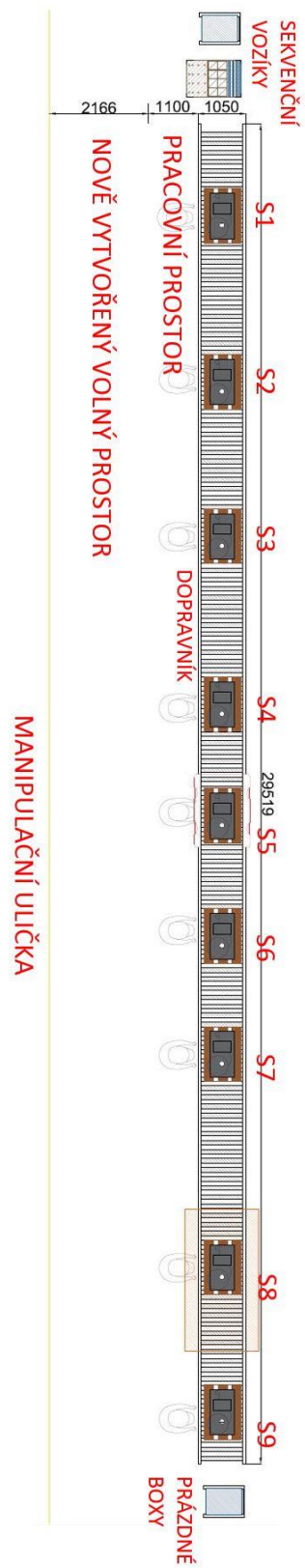
Zdroj: Nejmenovaný podnik, upraveno autorem

Příloha C Současný layout výrobní linky



Zdroj: autor

Příloha D Navrhovaný layout výrobní linky



Zdroj: autor