

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Interní logistika v TMMCZ se zaměřením na materiálový tok

Bc. Radek Rus

Diplomová práce

2025

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Radek Rus**
Osobní číslo: **D23500**
Studijní program: **N1041A040008 Technologie a management v dopravě**
Specializace: **Dopravní management, marketing a logistika**
Téma práce: **Interní logistika v TMMCZ se zaměřením na materiálový tok**
Zadávací katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

Zásady pro vypracování

Diplomová práce bude obsahovat:

- charakteristiku interní logistiky se zaměřením na materiálový tok,
- analýzu interní logistiky v TMMCZ se zaměřením na materiálový tok,
- návrhy na zlepšení interní logistiky v TMMCZ se zaměřením na materiálový tok,
- vyhodnocení návrhů na zlepšení interní logistiky v TMMCZ se zaměřením na materiálový tok.

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

Seznam doporučené literatury:
dle pokynů vedoucí/ho práce

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

Datum zadání diplomové práce: **31. října 2024**
Termín odevzdání diplomové práce: **7. května 2025**

L.S.

doc. Ing. Ladislav Řoutil, Ph.D.
děkan

Ing. Pavla Lejsková, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 24. dubna 2025

Prohlašuji:

Práci s názvem „Interní logistika v TMM CZ se zaměřením na materiálový tok“ 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. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 3. 5. 2025

Radek Rus v. r.

Rád bych poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Daliboru Gottwaldovi, Ph.D., za vstřícný přístup při nestandardně brzkém zpracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat za spolupráci off-line týmu logistiky v TMMCZ – „Styborově bandě“, jmenovitě panu Učenému, který se stal v průběhu psaní práce mou oporou a koučem. Mojí přítelkyni opět děkuji za psychickou podporu.

ANOTACE

Tato práce se zabývá optimalizací toku malých dílů v TMMCZ se zaměřením na redukci položek, které se vymykají povaze tohoto toku. Analyzuje současný stav toku dílů a vyhledává abnormality vycházející z nestandardního interního balení. Výsledkem jsou jednotlivé návrhy změn a jejich následné vyhodnocení.

KLÍČOVÁ SLOVA

standardizace, balení, materiálový tok, automobil, interní logistika, TMMCZ.

TITLE

Internal logistics in TMMCZ with a focus on material flow

ANNOTATION

This thesis deals with the optimization of the flow of small parts in the TMMCZ, focusing on the reduction of items that are out of character with this flow. It analyses the current condition of parts flow and looks for abnormalities arising from non-standard internal packaging. This results in individual change proposals and their subsequent evaluation.

KEYWORDS

standardization, packaging, material flow, automotive, internal logistics, TMMCZ.

OBSAH

ÚVOD.....	10
1 CHARAKTERISTIKA INTERNÍ LOGISTIKY SE ZAMĚŘENÍM NA MATERIÁLOVÝ TOK.....	12
1.1 Interní logistika	12
1.2 Materiálový tok	12
1.2.1 Pasivní prvky.....	12
1.2.2 Aktivní prvky	14
1.3 Informační tok	15
1.3.1 Push systém	15
1.3.2 Pull systém	15
1.4 Lean production.....	15
1.5 Toyota production system	17
1.5.1 Just-in-Time.....	18
1.5.2 Kanban.....	18
1.5.3 Takt time.....	18
1.5.4 Jidoka.....	20
1.5.5 Genchi Genbutsu	20
1.5.6 Andon	20
1.5.7 Poka-yoke	21
1.5.8 Heijunka	21
1.5.9 Standardizace.....	22
1.5.10 Kaizen.....	23
2 ANALÝZA INTERNÍ LOGISTIKY V TMMCZ SE ZAMĚŘENÍM NA MATERIÁLOVÝ TOK.....	24
2.1 TMMCZ	24
2.2 Řízení materiálového toku	24
2.2.1 Příjem dílů do TMMCZ	27
2.2.2 Tok malých dílů.....	28

2.2.3	Tok velkých dílů.....	34
2.3	Obaly používané v TMM CZ	36
2.3.1	Plasové boxy.....	37
2.3.2	Ocelové palety (Stillage)	39
2.4	Kritické zhodnocení materiálového toku v současném stavu se zaměřením na používané balení	41
2.5	Specifikace dílů identifikovaných v rámci kritického zhodnocení současného stavu	45
2.5.1	Podrobné specifikace dílu A.....	46
2.5.2	Podrobné specifikace dílu B.....	48
2.5.3	Podrobné specifikace dílu C.....	49
2.5.4	Podrobné specifikace dílu D.....	50
2.5.5	Podrobné specifikace dílu E	52
2.6	Metodologie klasifikačních výpočtů na procesech, u kterých dochází vlivem návrhů ke změně.	53
2.6.1	Metodologie výpočtu workloadu.....	53
2.6.2	Metodologie výpočtu ručně manipulované hmotnosti	60
2.6.3	Metodologie výpočtu provozních nákladů	62
3	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ INTERNÍ LOGISTIKY V TMM CZ SE ZAMĚŘENÍM NA MATERIÁLOVÝ TOK.....	66
3.1	Změna balení vytvořením nového řešení	66
3.1.1	Změna balení dílu A.....	66
3.1.2	Změna balení dílu C	69
3.2	Změna balení využitím existujícího řešení.....	71
3.2.1	Změna balení dílu B	71
3.2.2	Změna balení dílu D	73
3.3	Změna toků dílu E beze změny balení	74
4	VYHODNOCENÍ NÁVRHŮ NA ZLEPŠENÍ INTERNÍ LOGISTIKY V TMM CZ SE ZAMĚŘENÍM NA MATERIÁLOVÝ TOK	78
4.1	Vyhodnocení změn pro jednotlivé díly	78
4.1.1	Vyhodnocení navržených změn pro díl A	78

4.1.2	Vyhodnocení navrhnutých změn pro díl B.....	82
4.1.3	Vyhodnocení navrhnutých změn pro díl C.....	85
4.1.4	Vyhodnocení navrhnutých změn pro díl D	88
4.1.5	Vyhodnocení navrhnutých změn pro díl E.....	92
4.2	Celkové vyhodnocení a scénáře možného budoucího vývoje.....	95
4.2.1	Scénář 1 – Nedostatek pracovní síly na pracovním trhu	96
4.2.2	Scénář 2 – Zpřísnění legislativy manipulované hmotnosti.....	97
4.2.3	Scénář 3 – Přípravná fáze výroby nového modelu.....	97
4.2.4	Scénář 4 – Současné balení na konci životního cyklu.....	98
4.2.5	Scénář 5 – Změna dodavatele dílu.....	98
	ZÁVĚR	99
	POUŽITÁ LITERATURA	100
	SEZNAM TABULEK	103
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	104
	SEZNAM ZKRATEK	106
	SEZNAM PŘÍLOH.....	107

ÚVOD

Téma diplomové práce se zabývá problematikou efektivity toku dílů ve společnosti TMMCZ. Analýza a optimalizace materiálových toků má v automobilovém průmyslu v dnešní době zásadní význam. Konkurenční tlak v automobilovém průmyslu vyžaduje neustálé zlepšování procesů interní logistiky. Tato práce reaguje na rostoucí důraz na rychlost, spolehlivost a technologický pokrok v oblasti zásobování výrobní linky. Standardizace toku malých dílů má potenciál snížit časovou náročnost procesů a zvýšit potenciál pro budoucí automatizaci a tím zajistit konkurenceschopnost podniku.

V automobilovém průmyslu je obecně kladen důraz na zeštíhlení výroby, jehož význam v poslední době ještě více roste, aktuálně třeba například kvůli prudkému rozmachu čínských automobilek, které konkurují tradičním automobilkám zejména díky levnější výrobě a státním pobídkám. Trendy v oblasti efektivní logistiky směřují k automatizaci a zavádění moderních technologií. Tato modernizace logistických operací je zpravidla prováděna u jednokusového materiálového toku skládajícího se ze standardizovaných přepravních jednotek a kontinuálních přepravních proudů.

Diplomová práce je členěna do čtyř kapitol. Obsahem první kapitoly je teoretické vymezení problematiky řízení materiálového toku ve štíhlé logistice. V úvodní části této kapitoly jsou vysvětleny základní pojmy vztahující se k tématům jako je interní logistika nebo logistické toky. Náplň první kapitoly postupně v logické struktuře postupuje k pojmům typickým pro automobilový průmysl jako je štíhlá logistika a její principy. Velká část kapitoly je věnována japonskému pojetí štíhlé logistiky, které se vzhledem k vybrané společnosti významně promítá do analytické části.

Obsahem druhé kapitoly je analýza současného stavu materiálového toku ve společnosti TMMCZ. Po krátkém představení společnosti jsou popsány základní logistické operace a používané obaly při cestě dílů na výrobní linku finální montáže. Stěžejní bod druhé kapitoly je kritická analýza materiálového toku, ve které jsou analyzovány dopady rozdílných rozměrů balení na efektivitu toku malých dílů. V rámci kritické analýzy je uveden výčet dílů, kterých se abnormalita týká a pro které jsou později stanoveny návrhy na zlepšení. V závěru kapitoly je vysvětlena metodologie výpočtu ukazatelů změn na procesech. Tyto ukazatele jsou v rámci stejné kapitoly vyčísleny pro současný stav.

Obsahem třetí kapitoly jsou návrhy na zlepšení interní logistiky v dané společnosti. Změny jsou navrhovány tak, aby došlo k redukci problémů identifikovaných v kritickém

zhodnocení současného stavu. Vzhledem ke specifickým požadavkům jednotlivých dílů, je pro každý díl navrhována změna samostatně.

Obsahem čtvrté kapitoly je zhodnocení návrhů na zlepšení interní logistiky v TMMCZ se zaměřením na materiálový tok.

Cílem diplomové práce je teoreticky vymezit problematiku interní logistiky se zaměřením na materiálový tok. Následně provést analýzu současného stavu interní logistiky v TMMCZ se zaměřením na materiálový tok. Na základě výsledků analýzy budou navrženy změny v materiálovém toku, ve snaze eliminovat zjištěné problémy. Na závěr budou změny vyhodnoceny.

1 CHARAKTERISTIKA INTERNÍ LOGISTIKY SE ZAMĚŘENÍM NA MATERIÁLOVÝ TOK

V této kapitole jsou vymezeny základní teoretické pojmy související s interní logistikou a dále řešenou problematikou. Pro lepší pochopení nastavení procesů Toyoty jsou zde také popsány vybrané systémy a filosofie, které organizace aktivně využívá. U některých zde vymezených termínů s více možnými názvy jsou upřednostněny názvy používané v rámci TMMCZ. Například organizací používaný název interní logistika je častěji v literatuře označována jako vnitropodniková logistika. Pojem zákazník je v práci chápán obecněji, a v kontextu může být brán také jako následující výrobní stupeň.

1.1 Interní logistika

Interní logistika též nazývaná jako výrobní logistika se podle Sixty a Žižky (2009) zabývá efektivním řízením materiálového a informačního toku uvnitř výrobního podniku, tj. od vstupu materiálu do podniku po jeho opuštění ve formě hotových výrobků. Podle Lukšů (2001) se výrobní logistika nezabývá výrobními činnostmi, tudíž samotná přeměna materiálu na polotovary a hotové výrobky, není náplní výrobní logistiky. Interní logistika je významným článkem dodavatelského řetězce. Interní logistika se nezabývá pouze přesunem materiálu, ale v závislosti na typu výroby může poskytovat i další služby jako skladování, přebalování, označování, sekvencování...

1.2 Materiálový tok

Pernica (1995) popisuje materiálový tok jako cílevědomý přesun materiálu v procesu výroby a v oběhu pomocí dopravních a manipulačních prostředků, tak aby byl materiál na správném místě, v požadovaném množství, v přesně stanoveném čase a v očekávané kvalitě. Prvky v materiálovém toku se člení na aktivní a pasivní.

1.2.1 Pasivní prvky

Pernica (1994b) vysvětluje, že pasivní prvky jsou předmětem hmotné stránky materiálového toku neschopné samostatného pohybu. Jedná se zejména o materiál, obaly a odpady. Pasivní prvky jsou materiálovým tokem přesouvány v prostoru a čase a během toho jsou na nich prováděny netechnologické operace, které nemění jejich podstatu, fyzické ani chemické vlastnosti. Mezi tyto operace patří přeprava, manipulace, skladování, balení atd.

V automobilovém průmyslu se využívají jako vstup zejména díly, které bývají v české terminologii někdy spolu se surovinami, dokončenými a nedokončenými výrobky označovány

souhrnně za materiál. Pernica (1994b) u dílů dále určuje parametry jako například množství, rozměry, hmotnost, spotřebu, a materiál z jakého jsou zhotoveny.

Díly se za účelem lepší efektivity a lepší manipulovatelnosti sdružují do manipulačních jednotek. Lukšů (2001) definuje manipulační jednotku jako libovolný materiál, ať už je zabalený či nezabalený, který tvoří samostatnou jednotku schopnou manipulace, aniž by bylo potřeba ji dále upravovat. Manipulační jednotky vznikají seskupením více jednotek nižšího řádu.

Základní manipulační jednotka prvního řádu se podle Pernici (1995) vyznačuje uzpůsobením pro ruční manipulaci, maximální váhou do 15 kg a nedělitelností na menší jednotky, proto často představuje minimální objednávací množství. Jako přepravní prostředek se využívají přepravky, bedny, pytle a další. Jirsák, Mervart a Vinš (2012) definují přepravku jako stohovatelný prvek nejčastěji z plastu nebo dřeva uzpůsobený k přepravě materiálu. Podle Normy ISO 77 1002-3 vydané Českým normalizačním institutem (2001) je základní velikost modulu 600×400 mm ale ve skutečnosti se využívá velké množství různých rozměrových kombinací a variant, většinou ze základního modulu odvozených.

Manipulační jednotka druhého řádu je podle Pernici (1995) tvořena 16 až 64 jednotkami prvního řádu. Tato jednotka je uzpůsobena k automatizovanému a mechanizovanému manipulování. Její váha se může pohybovat od 250 do 1000 kg. Jako přepravní prostředek se využívají palety, roltejnery nebo malé kontejnery. Jirsák, Mervart a Vinš (2012) definují paletu jako univerzální stohovatelný přepravní prostředek vyráběný ze dřeva či plastu sloužící jak k manipulaci a skladování, tak i k přepravě na různé vzdálenosti. Oudová (2013) konstatuje, že v zemích evropské unie je nejrozšířenějším typem palety dřevěná europaleta o rozměrech 1200×800 mm.

Obal slouží podle Pernici (1995) jako prostředek nebo kombinace prostředků, které slouží k ochraně materiálu před možnou ztrátou a poškozením způsobeným manipulací, přepravou, skladováním nebo při prodeji. Logistika klade důraz na to, aby obal spoluvytvářel manipulační jednotky a byl nosičem informací určených pro expedici, dopravce, spotřebitele a další články materiálového toku. Současně vhodně designovaný obal může motivovat zákazníka ke koupi produktu. Z předchozího textu vyplývají základní funkce obalu:

- ochranná funkce
- manipulační funkce
- informační funkce
- prodejní funkce

Při návrhu nového obalu musí být zohledněna veškerá rizika spojená s druhem baleného materiálu. Těmito riziky může být riziko poškození při manipulaci nebo přepravě, riziko vzniku škod při skladování a stohování, riziko nepříznivých klimatických, chemických a biologických vlivů. Obaly se dle Cempírka (2000) dělí podle použitelnosti v jednotlivých stupních logistického řetězce na spotřebitelské obaly, manipulační a přepravní obaly. Dále se člení na recyklovatelné a nerecyklovatelné, vratné a nevratné.

1.2.2 Aktivní prvky

Oudová (2013) sděluje, že aktivní prvky fyzicky provádí logistické funkce uváděním pasivních prvků do pohybu. Jde o technické prostředky určené pro přepravu, manipulaci, skladování či balení.

Paletové vozíky nízkozdvížné řadí Pernica (1994a) do skupiny manipulačních prostředků a zařízení s přetržitým pohybem určených pro pojezd. Nízkozdvížné vozíky mohou být jak ruční, tak i motorové. U ručních se využívá hydraulický zdvih s užitečnou hmotností až tři tuny. Nízkozdvížné ruční vozíky jsou vhodné pro operace uvnitř kontejneru.

Vysokozdvížné vozíky jsou podle Pernici (1994a) manipulační prostředky s univerzální použitelností, uzpůsobené především pro paletizaci a kontejnerizaci. Řadí se do prostředků s přetržitým pohybem určeným pro stohování. Vysokozdvížné vozíky mohou využívat jak spalovací motor, tak i akumulátorem poháněný elektromotor. Důležitými parametry vysokozdvížných vozíků jsou rychlost jízdy, maximální výška stohu a možnost měnit rozteč vidlic.

Podle Pernici (1994a) se vlečné plošinové vozíky řadí do prostředků s přetržitým pohybem určených pro pojezd. Bývají osazeny rukojetí pro lepší ruční manipulaci. Jejich nákladem může být široká škála manipulačních jednotek včetně palet. Pohyb bezmotorových vozíků na delší vzdálenosti zajišťují motorové tahače.

Motorové tahače Pernica (1994a) opět klasifikuje jako prostředky s přetržitým pohybem určené pro pojezd. Pohonné ústrojí může tvořit spalovací motor nebo uvnitř objektů používanější elektromotor. Motorové tahače se vyznačují velkou tažnou silou při vlastní nízké hmotnosti. Automatické tahače (AGV) používají elektromotor a směrové vedení pomocí infračervených paprsků, radiofrekvenčních signálů nebo magnetických pásek. Jejich rychlost je oproti tahačům s lidskou obsluhou kvůli bezpečnosti významně redukována.

Zapojování tahačů a vozíků pomocí ojí do souprav se využívá v systému Milk Run. Ten se podle Lean Technology CZ (b. r.) vyznačuje přepravou materiálu z meziskladu po předem definovaných trasách s dodržáním časového harmonogramu a konstantní dávky.

1.3 Informační tok

Aby bylo možné realizovat materiálový tok, musí podle Oudové (2013) souběžně fungovat informační zajištění. Do informačního toku logistického řetězce se řadí zejména plánovací systém, dispoziční a vyřizovací systém. Molnár (2009) definuje cíle informačního toku obdobně jako u materiálového toku, tj. mít relevantní, správné, aktuální a úplné informace v okamžiku, kdy jsou potřeba. Trendy v oblasti IT směřují k řízení materiálového toku pomocí informačních systémů skládajících se z komplexních softwarových programů. Přístup k řízení materiálového toku se dle Jirsáka, Mervarta a Vinše (2012) dělí na Push systém a Pull systém.

1.3.1 Push systém

Tradiční nastavení systému tak, aby tlačil zakázky napříč procesem výroby. Keřkovský a Valsa (2001). V praxi to znamená, že pracovník předchozího stupně produkuje výrobky bez ohledu na jejich skutečnou potřebu v následujícím stupni. V tomto systému se vytvářejí mezioperační zásoby, které podniku vážou kapitál a zabírají prostor. Podle Jirsáka, Mervarta a Vinše (2012) je nárok kladen především na predikci poptávky a materiálové plánování.

1.3.2 Pull systém

Podle Keřkovského a Valsy (2001) systém tahu naopak produkuje výrobky podle požadavků zákazníka. V praxi to znamená, že pracovník předchozího stupně produkuje výrobky až tehdy, když dostane informaci o požadavku na výrobu. Tento systém je náročný na spolehlivost a včasnost dodávek, jelikož se u něj výrazně snižuje mezioperační zásoba.

1.4 Lean production

Womack, Jones a Roos (1990) definují Lean production neboli štíhlou výrobu jako eliminaci plýtvání v každém kroku procesu a tím zkrácení průběhové doby výroby. Základy principů štíhlé výroby sahají podle Jirsáka, Mervarta a Vinše (2012) do 30. let minulého století, kdy nově založená Toyota Motor Corporation z důvodu nedostatku kapitálu a omezené kapacity japonského trhu nepřešla na koncept hromadné výroby jako tomu bylo v případě západních automobilek, ale vydala se cestou vyrábění velkého počtu modelů v omezeném množství. Tento způsob se vyznačoval vysokou obrátkovostí a pružnou reakcí na přání konkrétního zákazníka. Koncept štíhlé výroby se podle Keřkovského a Valsy (2001) celosvětově rozšířil díky studiím prováděným koncem 80. let, které se zaměřovaly na komparaci koncepcí amerických a japonských automobilek. Tomek a Vávrová (2000) uvádějí, že výsledky studií prokázaly, že japonský přístup vykazuje téměř dvojnásobnou produktivitu,

až o třetinu nižší zásoby, menší počet dodavatelů, menší počet zaměstnanců a nižší nároky na prostor a investice do technologií.

Jirsák, Mervart a Vinš (2012) usuzují, že úspěch Toyoty a jejího štíhlého výrobního systému je zapříčiněn převážně zaměřením se na vnímanou přídavnou hodnotu pro zákazníka a eliminací všeho co tuto hodnotu nezvyšuje.

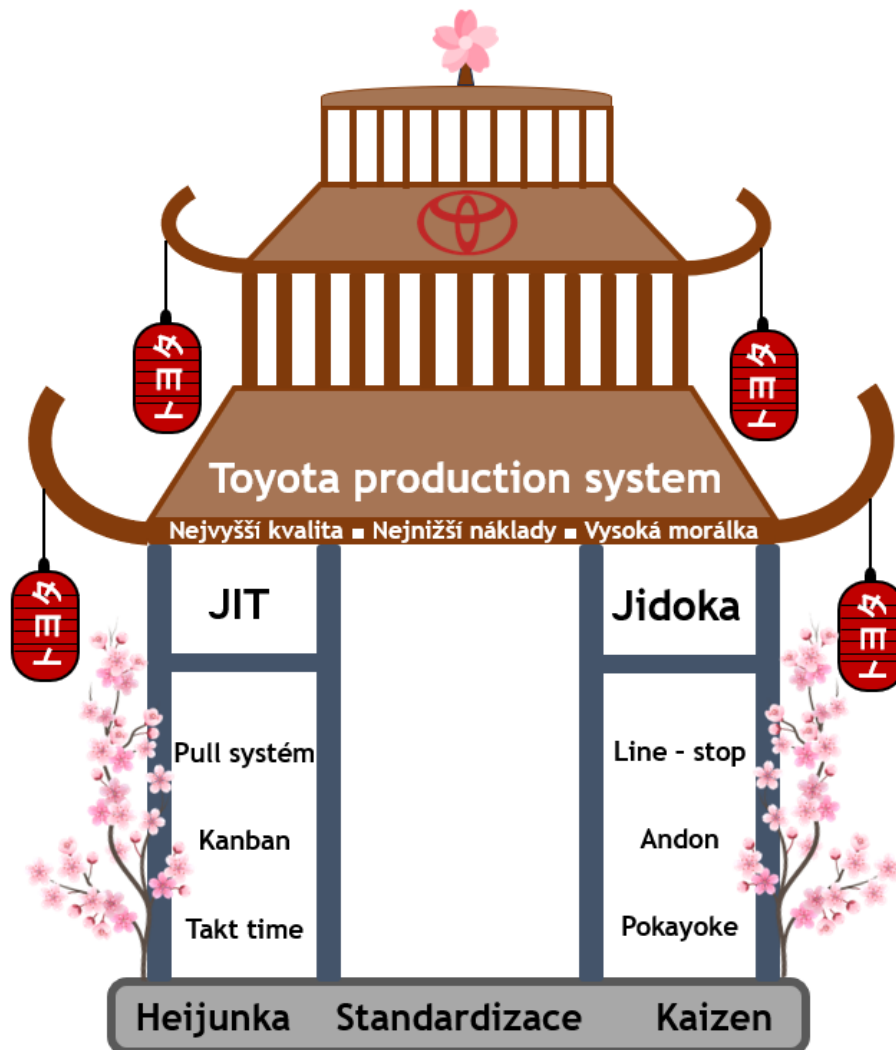
Pro označení operací a procesů, které nepřidávají žádnou hodnotu výslednému výrobku se vžilo japonské slovo Muda (plýtvání). Na eliminování Mudy se zaměřuje většina projektů štíhlé výroby. Ōno a Bodek (1988) ve své publikaci rozlišují následujících 7 druhů plýtvání:

- Nadprodukce
- Čekání
- Neúčelná doprava
- Zbytečné zpracování
- Zásoby
- Neúčelný pohyb
- Výroba vadných výrobků

Liker (2007) dodává, že Toyota dále rozlišuje pojmy Muri (přetěžování lidí a strojů) a Mura (nevyrovnanost), což není přímo plýtvání, ale nezbytně k němu vedou.

1.5 Toyota production system

Liker (2007) popisuje TPS jako ucelenou filozofii Toyoty jejíž původním tvůrcem byl v 50. až 60. letech Taiichi Ōno a jeho tým. Myšlenky, které vycházejí ze zkušeností a úspěchů managerů Toyoty při implementování štíhlé logistiky, jsou neustále doplňovány o nové poznatky. Podle Likera (2007) vytvořil bývalý prezident Toyoty Jujio Cho diagram podrobného rozdělení TPS, který je vyobrazen na obrázku 1.



Obrázek 1 Diagram rozdělení TPS (autor; Lean Enterprise Institute, Inc., © 2024)

Liker (2017) dále vysvětluje, že Fujio Cho nevybral souvislost s domem náhodou. Každý dům je totiž ucelený, skladební systém, u kterého pevnost vždy určují všechny jeho součásti. Střecha TPS domu představuje cíle systému. Pevné vnější pilíře tvoří charakteristické systémy JIT a Jidoka. Dům stojí na silných základech (hodnotách) jako je standardizace, vyrovnanost a neustálé vylepšování.

1.5.1 Just-in-Time

System JIT lze podle Imaa (2007) chápat jako dodávku stanoveného materiálu ve stanovené kvalitě k odběrateli až ve chvíli, kdy je skutečně potřeba. Jirsák, Mervart a Vinš (2012) upozorňují na důležitost dodavatelsko-odběratelských vztahů, protože systém JIT klade vysoké nároky na synchronizaci dodávek od dodavatele s výrobním plánem odběratele. V praxi se tak často stává, že se menší dodavatelé stahují do blízkosti většího dodavatele, aby byly schopni uspokojit jeho požadavky na včasnost, kvalitu, množství a variantnost. JIT podstatně redukuje množství zásob, určité minimální množství si však podniky udržují pro případ nepředvídatelných zpoždění ze strany dodavatele. System JIT využívá Pull princip. Se systémem JIT se neodmyslitelně pojí i samoregulační řízení informačního toku pomocí kanbanových karet.

1.5.2 Kanban

Název kanban vychází z japonského termínu užívaného pro kartu nebo štítek. Podle Tomka a Vávrové (2000) se jedná o nástroj využívající nejčastěji papírové karty, které se stávají nosičem informací o aktuální spotřebě konkrétního materiálu na následujícím stupni výroby.

Keřkovský a Valsa (2001) popisují pohyb kanbanových karet tak, že podnik přiřadí jednotlivě ke každému materiálu kanbanové číslo s omezeným počtem fyzických kanbanových karet, podle povoleného množství rozpracované výroby. Kanbanové karty umísťuje dodavatel přímo na manipulační jednotky (boxy) tak, aby byly dobře viditelné. Díky informacím na kanbanu se materiál dostane až na výrobní linku odběratele. Spolu s prvním odebraným dílem z boxu je nutné vrátit kanbanovou kartu zpět k dodavateli. Tato zpětná cesta kanbanové karty slouží jako pokyn pro dodavatele, že je třeba dodat další box materiálu, což udržuje plynulý tok materiálu v celém procesu výroby.

1.5.3 Takt time

Takt time (TT) je podle Tomka a Vávrové (2000) interval mezi vyprodukovaním dvou po sobě jdoucích výrobků. TT se vypočítá jako podíl skutečného výrobního času a plánovaného množství výrobků za časové období. Do konečného výsledku se však dle Světlíka (© 2001-2024) musí promítnout ztráta způsobená nedostupností zařízení pro výrobu, výkonem zařízení a kvalitou výroby na zařízení.

Vzorec pro výpočet TT je dle Tomka a Vávrové (2000) následující:

$$TT = \frac{F_{tv} \times OEE}{Q} \quad (1)$$

Kde:

TT ... Takt time [s]

F_{tv} ... Využitelný časový fond linky [s]

OEE ... koeficient celkové efektivity zařízení, $x \in \mathbb{R}$, $0 \leq x \leq 1$ [-]

Q ... Množství vozidel, které má být za dané období na zařízení vyrobeno [ks]

Rother (2017) se však na problematiku dívá komplexněji a říká, že TT vyjadřuje míru poptávky po výrobcích, tj. jak často si průměrně koupí zákazník výrobek. Dle Ōna a Bodka (1988) se TT uvádí v minutách nebo sekundách a v automobilovém průmyslu reprezentuje interval během kterého vyjede další hotové vozidlo z linky. Ōno a Bodek (1988) dále vysvětlují, že snížení TT nevede vždy k větší efektivitě, protože o více vyrobených výrobců nemusí být ve skutečnosti zájem. A v těchto případech je proto efektivnější při stejném TT zefektivnit stávající procesy, tak aby mohlo dojít k redukci pracovní síly.

S pojmem TT se dle Rothera (2017) pojí workload, ten vyjadřuje závislost času potřebného na splnění procesu a TT. K výpočtu je potřeba znát průměrný čas trvání prováděných činností na procesu dle platného standardu. Tento čas se skládá z pracovních úkonů, jízdy a chůze. Do práce se počítá jakékoli manipulování s materiálem, sekvencování a činnosti přidávající hodnotu. Do časů jízdy a chůze nelze promítnout abnormality jako jsou kongesce nebo poruchy manipulační techniky. Dále do výpočtu vstupuje TT a počet vyrobených vozidel, na které se vztahuje jeden cyklus procesu. Workload se vypočítá následovně:

$$Wl = \frac{\sum \theta t\check{c}}{TT \times qv} \quad (2)$$

Kde:

Wl ... workload [-]

$\theta t\check{c}$... Průměrný čas provádění dílčích činností procesu [s]

TT ... Takt time [s]

qv ... Počet vozidel na jeden cyklus procesu [ks]

Výsledek poskytuje informaci, zda je možné stihnout všechny operace na procesu. Pokud se výsledek rovná jedné, znamená to, že je shodný čas potřebný na vykonání procesu a TT. Tento výsledek není uspokojivý, protože při jakémkoliv zpoždění procesu dojde ke zpoždění na následných procesech. Což může vést až k zastavení linky. Při výsledku nižším než jedna je možné stíhat takt výroby. Úkolem managementu je nastavit procesy tak, aby jejich workloady byly nižší než jedna.

1.5.4 Jidoka

Womack, Jones a Roos (1990) říkají, že druhý z pilířů TPS se věnuje jakosti. V systému JIT je totiž klíčová co nejnižší chybovost a případná blesková reakce v případě výskytu problému. Jelikož JIT snižuje velikost rozpracované zásoby, může se stát, že není prostor pro odhalení vad dříve, než se dostanou na linku. Jidoka je funkce, která umožňuje zastavení procesu výroby v případě, že je objevena nějaká neshoda. Možnost zastavit linku má jakýkoliv zaměstnanec na daném procesu a je tím na něj delegována část řídicích pravomocí. Liker (2007) zdůrazňuje, že podniky mimo Toyotu mají problém s implementací Jidoky, protože se jejich management i operátoři výroby musí nejprve naučit vnímat zastavení výroby ne jako neplnění výrobního plánu, ale jako zvýšení kvality a bezpečnosti. Po zastavení linky musí být co nejrychleji zjednána náprava, jinak by mohlo hrozit kvůli provázanosti jednotlivých procesů zastavení celé výroby.

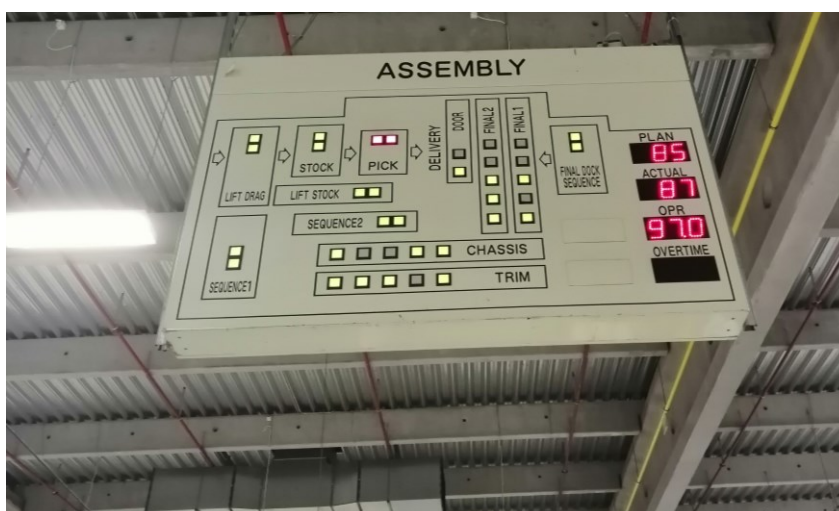
1.5.5 Genchi Genbutsu

Liker (2007) na příkladech zdůrazňuje, jak je důležité „jít a podívat se sám“. V rámci TPS se aplikaci tohoto manažerského přístupu říká "Genchi Genbutsu". Tento přístup je uplatňován při velkém spektru činností jako je řešení problému, zavádění změny nebo analýza současného stavu. Při objevení problému je důležité, aby nadřízení nebo manažeři šli na místo dění a osobně se podívali na problém nebo situaci, místo aby se spoléhali pouze na reporty nebo zprávy.

1.5.6 Andon

Andonem se podle Rosera (2019) rozumí světelná a zvuková signalizace používaná k zpřehlednění jednotlivých procesů. V hale je rozmístěna na dobře viditelných místech soustava světelných informačních tabulí, které nesou informace pro jednotlivá pracoviště. Tyto informace může tvořit počet vyrobených kusů, číslo momentálně vyráběné dávky, informace o provozním stavu linky atd. Pokud je zastavena linka, nadřízený pracovník okamžitě vidí, z jakého pracoviště byl vydán pokyn k zastavení a může jít rovnou na místo.

Na obrázku 2 se nachází centrální Andon používaný v TMMCZ.



Obrázek 2 Centrální Andon logistiky finální montáže TMMCZ (autor)

1.5.7 Poka-yoke

Aby se zabránilo neúmyslným chybám jsou podle Shinga a Dillona (1989) zaváděna ve výrobě vylepšení, která se je snaží eliminovat. Pro jakákoliv omezení, ať už fyzické nebo softwarové, které nás nutí udělat výrobní krok jen jediným možným postupem, se používá název Poka-yoke, tedy chybu vzdorný. Jako příklad slouží různé konektory počítačových kabelů pasující jen do určitých portů.

1.5.8 Heijunka

Heijunka neboli vyrovnanost představuje podle Rothera (2017) vyrovnávání výrobní kombinace za účelem dosažení plynulejší výroby. Pokud se na jedné výrobní lince vyrábí více výrobků s různými specifikacemi a v různých variantách, může docházet k situaci, kdy zhotovení různých výrobků je časově i fyzicky jinak náročné. Aby nedocházelo k Muri, je nutné, aby se zatížení pracovníků rovnoměrně rozvrstвило v průběhu pracovní směny. Heijunka jde proti pravidlům hromadné výroby, kde je snaha o výrobu pouze jednoho modelu za dosažením úspor z rozsahu. Vyráběním různých modelů v určitém pořadí se zároveň vyrovnává potřeba dodávek materiálu od dodavatelů.

Porovnání složení výroby při hromadné výrobě a výrobě s implementací Heijunky se nachází na obrázku 3.



Obrázek 3 Porovnání hromadné výroby a výroby s principem Heijunka (autor; Toyota, © 2024)

1.5.9 Standardizace

Dle Imaa (2007) je standardizace proces sjednocení postupů, materiálových toků a informačních toků.

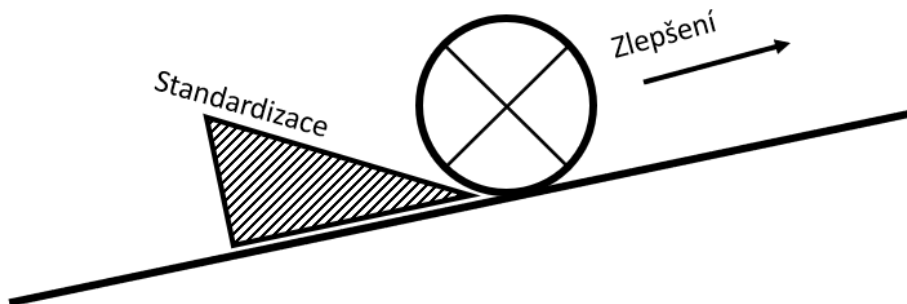
Podle Likera a Meiera (2016) v Toyotě zjistili, že není možné začít kontrolovat ani zlepšovat procesy, aniž by byly správně popsány a nebylo zajištěno, že je bude dělat každý pracovník stejně. Standardizace práce znamená analyzování pracovního úkonu a vytváření jednotných pracovních postupů. Autoři dále uvádí, že standardizace práce by neměla být neměnná, ale naopak by se měla neustále vyvíjet a zlepšovat. Pokud je správně sepsán pracovní postup a pracovník se jej držel, neměla by vzniknout žádná vada nebo pracovní úraz. V opačném případě je potřeba pracovní postup upravit.

Tomek a Vávrová (2000) dále rozlišují standardizaci věcných vstupních prvků výrobního procesu. Pod tímto pojmem je myšleno zejména nalezení vhodného výběru materiálového, obalového a nástrojového standardu, tak aby odpovídal stavu techniky, požadavkům na hospodárnost při nákupu, skladování a užití.

1.5.10 Kaizen

Japonské slovo Kaizen se dá do češtiny přeložit jako dobrá změna. Imao (2007) označuje Kaizen jako kontinuálně probíhající zlepšování a zdokonalování probíhající napříč celou organizací. Je důležité, aby na vylepšeních pracovali všichni zaměstnanci bez ohledu na úroveň řízení. Japonský Kaizen se liší od na západě hojně využívaného reengineeringu svojí soustavností, velkým množstvím drobných změn, změnami převážně na operativní úrovni řízení a podstatně nižším rizikem při zavádění.

Vztah mezi standardizací a Kaizenem popisuje Rother (2017) jako posun válce po šikmé podložce směrem vzhůru. Kaizen posunuje válec po malých krocích nahoru a standardizace v podobě klínu zabraňuje válci sesunout se zpět dolů. Myšlenka je schematicky naznačena na obrázku 4.



Obrázek 4 Vztah mezi standardizací a Kaizenem (autor; Rother, 2017)

2 ANALÝZA INTERNÍ LOGISTIKY V TMMCZ SE ZAMĚŘENÍM NA MATERIÁLOVÝ TOK

V této kapitole je detailně popsán materiálový tok, technologie a obaly používané v rámci TMMCZ. Z důvodu existence obsáhlého množství výjimek a variant v rámci materiálového toku, jsou popisovány typické charakteristiky platné pro největší skupiny dílů případně platné pro díly, kterých se týká další zkoumání. Analýza je zaměřena zejména na identifikaci problému způsobeného nestandardním balením v toku malých dílů. Na konci této kapitoly jsou pro současné balení provedeny výpočty ukazatelů podle metodologie TMMCZ. V celé analýze jsou vhodně kombinovány vědecké metody jako je vědecké pozorování, vědecké měření a vědecká klasifikace.

2.1 TMMCZ

Podle oficiálních stránek společnosti TMMCZ (© 2024) Toyota Motor Manufacturing Czech Republic, s. r. o. vznikla v roce 2021 z původního společného závodu TPCA (Toyota Peugeot Citroen Automobile Czech, s. r. o.). Současným prezidentem TMMCZ je Robert Kiml, který nahradil Koreatsu Aokiho, který byl prezidentem v době psaní práce. Výrobní závod nacházející se v průmyslové zóně Kolín-Ovčáry se zaměřuje na výrobu kompaktních městských aut. Momentálně se zde podle TMMCZ (2022) vyrábí v třisměnném provozu dva modely, Toyota Aygo třetí generace (G3) a Toyota Yaris čtvrté generace (G1B). Vyrobená auta míří převážně na západoevropský trh. TMMCZ se skládá ze čtyř relativně samostatných oddělení. Těmi jsou lisovna, lakovna, svařovna a finální montáž, kterou se zabývá tato diplomová práce.

2.2 Řízení materiálového toku

Materiálem, který do TMMCZ vstupuje jsou polotovary (díly) určené ke kompletaci a finální montáži. Úkolem interní logistiky je zásobování 5 linek a jejich podlinek. Z poslední výrobní linky (Final 2) sjíždí již hotová vozidla.

Do TMMCZ díly od dodavatelů přepravuje operátor outsourcované externí logistiky Yusen Logistics (Czech) s. r. o. Dohromady má finální montáž 177 evropských dodavatelů, kteří dodávají 95 % denního objemu dílů, 35 tureckých dodavatelů, kteří dodávají 3,7 % denního objemu dílů, a nespecifikovaný počet japonských dodavatelů, kteří dodávají 1,3 % denního objemu dílů. Počet japonských dodavatelů není jednoduše zjistitelný, protože do TMMCZ vstupují japonské díly pod jediným dodavatelským kódem, kterým je kód logistického centra, které sdružuje zásilky od více dodavatelů. Každý region má jinou

průběžnou dobu (lead time), ta vyjadřuje, za jakou maximální dobu po odeslání objednávky budou díly dodány. Pro Evropu je průběžná doba až 10 dní, pro Turecko až 21 dní a pro Japonsko tři měsíce.

Výrobní plán TMMCZ je fixovaný na periodu (měsíc) dopředu, z toho vyplývá, že objednávané množství japonských dílů nemůže být korigováno podle konkrétního počtu vyrobených vozidel, ale musí být odhadnuto podle predikce.

Automobily nevstupují do výroby úplně přesně podle požadavků zákazníka, ale jsou korigovány podle určité kombinace dané periody. Momentální požadavek na výrobu je 1 045 aut denně. U tvorby kombinace je důležitý poměr modelů G1B a G3 a jejich pořadí. Aby bylo možné reagovat na přání zákazníků a zároveň využívat Heijunku, využívá TMMCZ systém „změny na zakázku“. To znamená, že v dané periodě je sice zafixované pořadí modelů vstupujících na výrobní linku, ale i tak je možné do poslední chvíle měnit specifikace modelů podle přicházejících objednávek od zákazníků. U modelů, které mají velmi specifické konfigurace je hlídáno, aby nedošlo k nahromadění těchto konfigurací bezprostředně po sobě, což by mohlo mít za následek nedostatek dílů s běžně nízkou spotřebou.

Dodávky dílů od dodavatelů jsou rozpracovány do manifestových dní (plánovaný produkční den), které korespondují s výrobním dnem. Výrobní den začíná noční směnou předchozího dne a končí odpolední směnou tohoto dne. Manifestový den je dále podrobněji rozdělen na 96 objednávek. Při fondu pracovní doby 1 320 min vychází jedna objednávka na 13,75 min. Dodávky od jednoho dodavatele chodí zpravidla v jednom návěsu. Aby se co nejvíce vytižila kapacita jízdní soupravy, je v jednom návěsu naloženo více objednávek.

U každého dílu je nastavena denní interní frekvence závozu na linku. Ta vychází z množství dílu na paletě a jeho spotřeby v jednom manifestovém dnu. Pokud má díl nízkou spotřebu a zároveň ho je velké množství na paletě, je zvolena nízká frekvence závozu. Pokud je naopak velká spotřeba a malé množství na paletě, je dílu přiřazena vysoká frekvence. Tím, že je za den zpravováno 96 objednávek, je možné využít jako frekvenci všechny jeho celočíselné dělitele, těmi jsou 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 32, 48, 96. Frekvence udává v kolika objednávkách z 96 možných je díl zavezen na linku. V případě, že se jedná o díl s velmi malou spotřebou, může se jednat o díl na specifickou málo poptávanou konfiguraci, pak je zvolena týdenní frekvence závozu na linku.

TMMCZ používá dva typy manipulačních jednotek, a to speciální ocelové palety nebo přepravky, kterým se v organizaci říká boxy. Každá samostatná manipulační jednotka, která je vyložena z návěsu je opatřena externí kanbanovou kartou. Ta se umísťuje z boku boxu nebo palety do průhledné kapsy tak, aby byla dobře viditelná.

Kanbanová karta TMMCZ na obrázku 5 nese následující údaje: 1. jméno a kód dodavatele, 2. typ boxu, 3. hmotnost dílů, 4. číslo objednávky, 5. kanbanové číslo, 6. adresa dílu na lince nebo v PC-storu, 7. interní cesta, 8. číslo manifestu, 9. číslo dílu, 10. název dílu, 11. množství dílů v jedné manipulační jednotce, 12. dock kód

SUPPLIER ATR (AISIN TK) 1		G643247300692010232000001	
0258-1		MANIFEST NO 202311 2303 -00 8	
PACK TYPE 4633 2	ORDER GR 12	TOYOTA (CZ)	INT ROUTE C 7
SUPPLIER DATA	4	5	PART NUMBER 69201-02320-00 9
	T314		PART DESCRIPTION FRAME SUB-ASSY FR DOOR OUTS H 10
			QUANTITY 35 11
WEIGHT (KG) 3 11	S	ADDRESS A07 - FIX 6	DOCK BN 12

Obrázek 5 Kanbanová karta TMMCZ (autor)

Kanbanové číslo je unikátní kombinace čtyř znaků. U evropských dílů se kanbanové číslo skládá z velkého písmena "A", "C", "E", "F", "R" nebo "U" na první pozici a z kombinace tří číslic. Kanbanové číslo u tureckých dílů vždy začíná písmenem "T" a končí kombinací tří číslic. Japonská kanbanová čísla začínají kombinací tří číslic a končí písmenem "C", "F" nebo "S" podle typu balení. Pokud jsou díly zabaleny v kartonové krabici použije se na konci písmeno "C". Podle stejného pravidla mají rozložitelné boxy na kanbanovém čísle písmeno "F" a stohovatelné boxy písmeno "S".

Řízení materiálového toku je v TMMCZ velice sofistikované, a proto se neobejde bez informačního systému.

Základní databáze, ze které vychází výpočty prováděné v rámci diplomové práce je excelová databáze DAICO, která poskytuje komplexní informace o všech dílech používaných ve společnosti. Informace jsou vždy aktuální ke konkrétnímu pracovnímu týdnu. Výpočty v diplomové práci vycházejí z DAICA pro 44 týden roku 2023. V databázi se nacházejí informace o specifikacích dílů, jejich materiálových tocích, použitém balení, spotřebě, dodavatelích atd. DAICO (2023)

Druhá klíčová excelová databáze je Stocker_Heijunka, ta slouží k plánování objednávaného množství palet a vyrovnání objednávek podle frekvence. Stocker Heijunka je

vytvářena na konkrétní periodu. Výpočty v diplomové práci vycházejí ze Stocker Heijunka pro 10. periodu roku 2023. Stocker Heijunka (2023)

Databáze Hot Call zaznamenává a umožňuje přehledně filtrovat volání z linky. Volání z linky je stav, kdy na výrobní lince dojde k poklesu zásoby dílu pod kritickou hladinu. V případě tohoto poklesu musí být díl okamžitě dopraven na linku. Databáze slouží k odhalování abnormalit sledováním dlouhodobého vývoje volání z linky. Hot Call databáze (2023)

Poslední databáze, která je v práci použita je Order Summary, která předává informace o skutečném příjezdu objednávek od dodavatelů. Jsou zde časy příjezdů a množství palet a boxů jednotlivých dílů. Dokument je generován průběžně a ukládán do jednodenního souboru. Order Summary (2023)

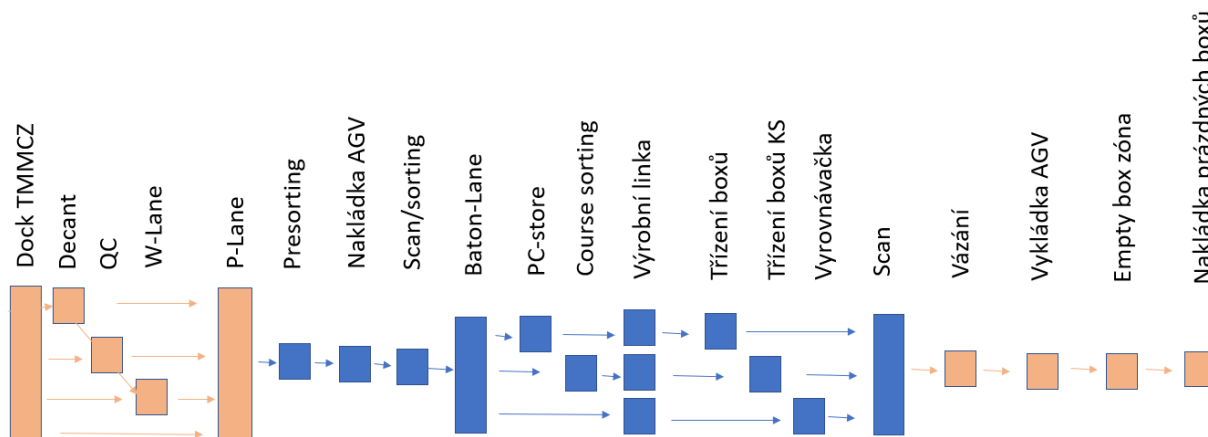
2.2.1 Příjem dílů do TMMCZ

Po příjezdu jízdní soupravy na odstavnou plochu (yard) tažné vozidlo svěsí návěs s díly a připojí se k návěsu s prázdnými boxy. Jednotlivé návěsy zaváží na místo vykládky speciálně upravená tažná vozidla. Hlavní účel yardu je tedy vyrovnávání nesouladu mezi skutečným příjezdem návěsu a plánovaným časem vykládky. Zároveň díky určitému počtu návěsů navíc, slouží yard jako zásoba dílů, které tak nezabírají místo uvnitř haly. Yard rovněž urychluje oběh tažných vozidel, efektivitu vytížení řidiče a dodržování časů příjezdu k dodavatelům.

K vykládce slouží docky, které jsou rozděleny podle regionu dodavatele. Pro evropské dodavatele je vyčleněno 7 ramp uvnitř haly, na kterých dochází k vykládce z boků plachtového návěsu. Pro turecké dodavatele jsou k dispozici dvě rampy, na kterých se vykládá ze zadní strany kontejnerového návěsu. Japonští dodavatelé mají k dispozici čtyři rampy pro vykládku dílů na G3, dílů na G1b, hybridních baterek a poslední rampa slouží k vykládce návěsů, ve kterých se nachází díly kriticky potřebné na lince. Vykládka ze všech čtyř ramp probíhá opět zadní stranou kontejnerového návěsu, který musí být kvůli sklonovým podmínkám zajištěn speciálním klínovacím zařízením zvaným Ritehite Wheel-Lok, aby nedošlo k samovolnému pohybu návěsu bez tahače. Mimo tyto hlavní rampy se v TMMCZ nachází 15 speciálních ramp pro konkrétní dodavatele velkých dílů s vysokým objemem, dvě rampy sloužící k automatické vykládce autosedaček a kol, a čtyři rampy určené k nakládce prázdných boxů.

Uvnitř závodu se následný materiálový tok dělí podle povahy přepravních jednotek na tok malých, velkých a japonských dílů. Tok velkých dílů je specifický umístěním dílů přímo v ocelových paletách. V toku malých dílů se využívají plastové boxy různých velikostí, které jsou umístěny na plastových paletách. Japonský tok je vyčleněn kvůli jeho vysoké fluktuaci

Níže popisovaný obecný tok malých dílů je vizualizován na obrázku 7. Činnosti na místech označených modře vykonává TMM CZ. Místa označená oranžově spadají pod externí společnosti.



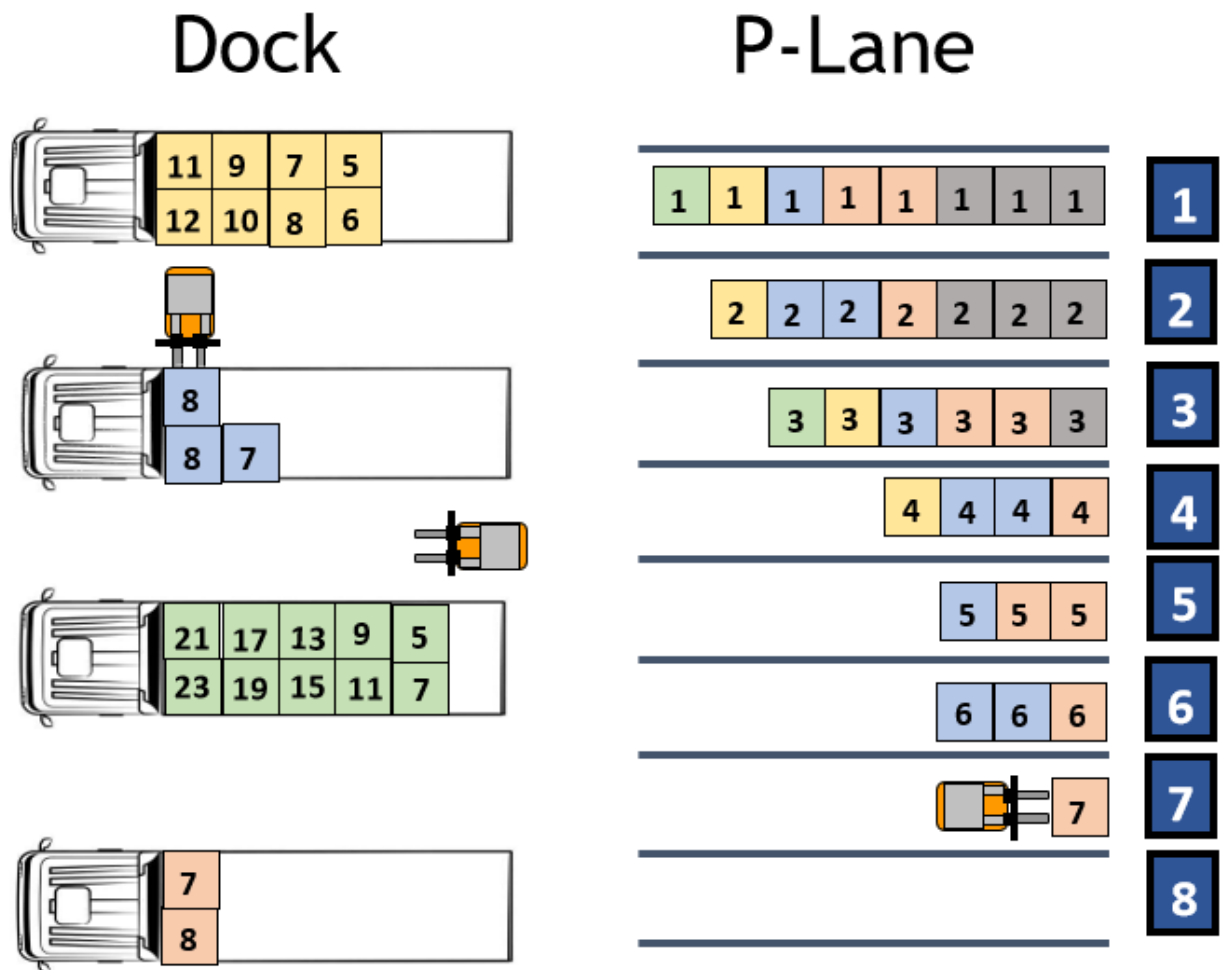
Obrázek 7 Schéma toku malých dílů (autor)

Tok malých dílů začíná vykládkou návěsu, tu provádí Yusen Logistics (Czech) s. r. o. Do toku malých dílů vstupují pouze evropské a turecké díly. Evropské díly jsou vykládány z boku návěsu pomocí vysokozdvíhových vozíků. Turecké díly jsou nejprve vykládány ručním paletovým nízkozdvíhým vozíkem zezadu kontejnerového návěsu a až poté jsou přemístěny vysokozdvíhými vozíky. **Vykládka** je řízena pomocí Andon cedulí umístěných nad jednotlivými návěsy. Operátoři se řídí paletovým štítkem ve formátu A4, který je umístěný viditelně na paletě. Paletový štítek nese obdobné údaje jako kanban. Pro operátory v této části toku je důležitá informace o místě určení palety, tím může být kontrola, W-Lane nebo P-Lane.

Díly, u kterých je nastaveno kontrolování, jsou navázeny na stanoviště primární kontroly "**QC area**". Kontrolu dílů provádí externí společnost Flexima, s. r. o. Kontrolují se díly, u kterých byla v předchozí době zjištěna odchylka v jakosti nebo nové díly, u nichž je zvýšené riziko defektu. Vedle primární kontroly se nachází Decant, jenž slouží k přebalování nestandardního nebo poškozeného balení.

Pokud díly nebyly kontrolovány nebo už u nich byla provedena kontrola jsou vkládány do **P-lane**. P-lane označuje vyhrazený prostor pro dočasné podlahové skladování nastohovaných palet určený k seskupování palet s různými díly do pruhů podle objednávek. Díly totiž přijíždějí v návěsu po více objednávkách, do výroby jsou však potřeba vždy všechny

díly jen s jedním číslem objednávky. Obrázek 8 zobrazuje mechanismus sružování objednávek. Barva označuje stejný díl a číslo označuje číslo objednávky.



Obrázek 8 Schéma logiky fungování P-lane (autor)

P-Lany slouží nejen ke třídění objednávek, ale také jako vyrovnávací zásobník mezi externí logistikou, která je řízená časovým plánem a interní logistikou, která je řízená skutečnou výrobou. Dohromady je tu 48 fyzických pruhů pro celkem 96 objednávek denně.

Pokud má nějaký díl nastavenou nízkou interní frekvenci závozu, je možné, že se všechny palety z návěsu nevejdou do příslušných P-lane. V tom případě jsou napřed zavezeny do prostoru **W-Lane**, kde čekají, dokud se neuvolní místo v jejich P-lane. Pro díly s týdenní frekvencí je vymezen prostor **Weekly W-Lane**.

Dle pokynů Andonu jsou kompletně naplněné P-lany po jedné vyváženy vysokozdvíhými vozíky obsluhovanými zaměstnanci TMMCZ do **Presortingu**. Presorting se využívá k základnímu rozdělení palet podle interních kurzů (procesů). Presorting výrazně snižuje počet rozpojování a spojování souprav v dalším toku. Je zde celkem 22 standardních kurzů, dva kurzy na palety delší než 1 200 mm a jeden kurz určen pro expresní dodávku na

výrobní linku. Kurzy jsou vzájemně odděleny vizuálně tabulkami viz obrázek 9. Aby se snížila vzdálenost ujetá vysokozdvihnými vozíky, je prostor separován na dvě identická samostatná místa pro obě poloviny P-lane.



Obrázek 9 Prostor Presortingu s P-lane v pozadí (autor)

Následně jsou palety s identickým kurzem postupně nakládány vysokozdvihnými vozíky na AGV soupravu se 7 vozíky. Souprava se vždy skládá z malých 1 200 mm vozíků doplněných maximálně dvěma 1 600 mm dlouhými vozíky. Pokud na soupravě zůstává prázdné místo, je doplněno následujícím kurzem, tak aby byly ideálně zaplněny všechny vozíky. V případě, kdy přijede souprava s dlouhým vozíkem, aniž by se na Presortingu nacházela velká paleta, ponechá se vozík prázdný. Každá z 8 AGV souprav jede po magnetickou páskou vytvořené dráze směrem blíže k výrobním linkám.

Při příjezdu AGV soupravy k **Baton Lane** je na každé paletě ručně naskenován manifestový list. Sken se provádí, aby se vyloučilo, že mají být díly podrobeny sekundární kontrole. V opačném případě přesune osoba odpovědná za sken vozík na stanoviště **QC-RI**. Zbytek soupravy je opět ručně manipulován do pruhů na Baton Lane. Pruhy jsou zde řazeny

podle podrobnějších interních kurzů do 10 pruhů po 37 kurzech. Základní členění kurzů vychází z následného toku dílů. Rozlišují se tři možnosti dalšího pohybu dílu:

- Direct
- Coursesorting
- PC-Store

Directové díly jsou z Baton Lane rozváženy přímo na linku. Directové díly se vyznačují rovnoměrnou spotřebou a dostatečným místem v regálu na lince.

Nejméně početné coursesortingové díly jsou převezeny napřed do části vyhrazené na roztřídění boxů na vozíky podle kurzů (KS). Na coursesortingové díly jsou kladeny stejné požadavky jako na directové s rozdílem v tom, že na jedné paletě jsou umístěny díly pro různé kurzy.

Variačně nejpočetnější díly nesplňují podmínky pro umístění přímo na linku, z tohoto důvodu musí být dočasně skladovány ve spádovém regálovém skladu nazývaném PC-Store. V pěti uličkách se zde skladují díly na fixních i variabilních pozicích. Zaskladňování na variabilní pozice je řízeno pokyny z tabletu operátora a potvrzováno prstýnkovým skenerem. Fixní pozice jsou zaskladňovány pouze na základě znalosti adres a vizuální kontroly. Vyskladňování je u obou způsobů skladování řízeno Kanban print systémem, který automaticky tiskne interní kanbany podle spotřeby na virtuální výrobní lince. O zaskladňování a vyskladňování se v pravidelném rytmu starají stockerské a pickerské procesy.

Úkolem **Stockera** je vyvážení soupravy vozíkovým tahačem z Baton Lane do PC-storu, kde zboží naskladní. **Picker** díly v boxech odeberá z regálů a dává do speciálních patrových vozíků. Přitom vždy přidá k externímu kanbanu s adresou PC-Storu interní kanban s adresou linky. Až Picker shromáždí všechny potřebné boxy dle vytisknutých kanbanů, odveze soupravu zpátky na Baton Lane, kde ji připojí ke coursesortingovým vozíkům.

Další etapou v toku malých dílů je odvoz na linku, o ten se stará proces **Delivery**. Ten postupně za svůj vozíkový tahač připojí coursesortingové vozíky, patrové pickované vozíky, i directové vozíky a jede s nimi po určené dráze na linku. Na lince se nachází spádové regály s omezenou kapacitou, do kterých dává Deliver plné boxy a odeberá z něj prázdné boxy od stejných dílů. Ty ukládá zpátky na vozíky a kontroluje, zda nedošlo k záměně boxů od jiného dodavatele, nebo zda pracovník montáže nezapomněl vyjmout z boxů kanbanové karty. Při návratu Delivera z linky se tok prázdných boxů opět rozděluje podle předchozího dělení na directové, coursesortingové a PC-Storové vozíky.

Na directových vozících se nachází prázdné boxy jednoho box typu od jednoho dodavatele, a tudíž jsou rovnou připraveny na průjezd skenovací bránou. Do skenovací brány

musí vždy zajet souprava o 7 vozících. Pokud nemá Deliver přesný počet vozíků, odpojí je na vyrovnávače. Informace vyplývající ze skenování prázdných boxů slouží k přehlednějšímu řízení zpětného toku mezi TMMCZ a dodavateli. Boxy se musí vrátit vždy ke stejnému dodavateli, a to v pravidelných cyklech tak, aby nedošlo k situaci, že dodavatel nebude mít do čeho balit nově vyrobené díly.

Coursesortingové vozíky odpojí Deliver u stanoviště KS. Pracovník coursesortingu potom rozřídí prázdné boxy podle dodavatele a box typu do připravených skupin. Když některá skupina obsahuje požadovaný počet boxů naloží je na prázdné vozíky. Takto utvořené vozíky jsou připraveny na průjezd skenovací bránou.

Pickované vozíky s prázdnými boxy nechá Deliver také u KS. Zde si je připojí za svůj tahač Picker a jede s nimi do místa pro prázdné boxy, kde je rozřídí do skupin podle stejného pravidla jako pracovník coursesortingu. S prázdnými vozíky bez boxů může jet do PC-Storu a opět na ně sbírat nové boxy s díly. Stocker poté, co naskladní všechny boxy s díly do PC-Storu, jede do místa pro prázdné boxy a zde na svoje vozíky posbírá prázdné boxy, které splňují počet pro zaplnění celé palety. Až má Stocker všechny svoje vozíky plné, připojí k nim vozíky s prázdnými boxy z KS a od Delivera a poté projede **skenovací bránou**. Pokud jsou na paletě jen boxy od jednoho dodavatele připojí je Stocker za **AGV**, v opačném případě zahlásí sken chybu.

Přímo na soupravě pracovník externí společnosti Yusen Logistics (Czech), s. r. o. zaváže prázdné boxy na paletě po kratší straně provázkem. Provázek se používá, aby se snížily náklady na zapáskování. AGV doveze soupravu zpátky do prostoru docků, kde palety odeberou operátoři s vysokozdviznými vozíky a zaskladní je v meziskladové zóně **Empty Boxů**. Odtud jsou naloženy vysokozdvizným vozíkem na návěs, který jede zpět k dodavateli.

V tabulce 1 se nachází údaje o počtech a objemech dílů v jednotlivých rozděleních toku malých dílů. Díly meziskladované v PC-Storu mají největší početnost kanbanových čísel. V přepočtu na denní objem je více dílů dopraveno přímo na linku, bez žádných přidaných operací. Denní objem zároveň potvrzuje, že coursesorting je ojedinelou záležitostí.

Tabulka 1 Rozdělení toku malých dílů

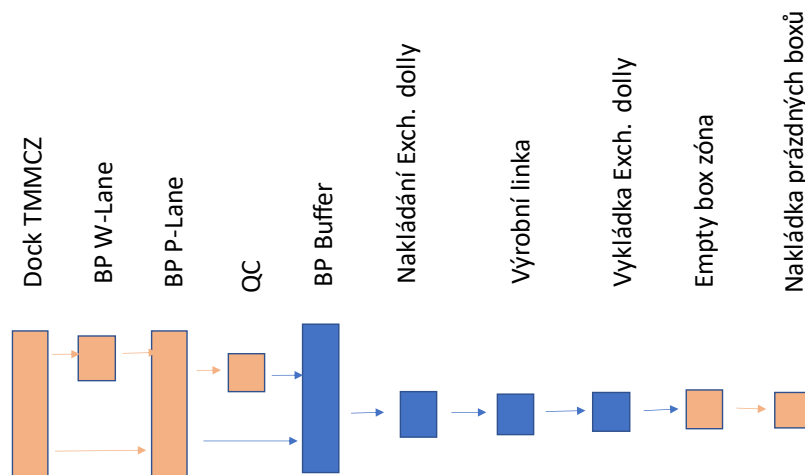
tok dílů	# KBN	denní objem [m ³]	# dodavatelů
direct	796	1 895,9	61
KS	431	78,9	9
PC-Store	997	606,8	139
celkem	2 224	2581,6	

Zdroj: DAICO (2023), upraveno autorem

2.2.3 Tok velkých dílů

Převážným prostředkem velkých dílů jsou ocelové palety (stillage), které jsou speciálně vytvářené a vnitřně uspořádané podle tvaru konkrétních dílů. To do značné míry ovlivňuje i velikost výsledné palety. Kromě atypických rozměrů se zde nacházejí velké stillage o velikosti 1 600 × 1 200 mm a malé stillage o velikosti 1 200 × 800 mm.

Níže popisovaný obecný tok velkých dílů je vizualizován na obrázku 10. Činnosti na místech označených modře vykonává TMM CZ. Místa označená oranžově spadají pod externí společnosti.



Obrázek 10 Schéma toku velkých dílů (autor)

Tok velkých dílů má tři naprosto odlišná členění. Velké díly mohou jít přes BP P-Lane, Progresovým tokem (PUR) nebo přes finální docky. Pro účely další analýzy jsou tokem velkých dílů myšleny ty díly, které procházejí přes BP P-Lane. U Progresových dílů (PUR) a dílů, které procházejí finálním dockem není popsán podrobněji materiálový tok.

Tok velkých dílů začíná stejně jako tok malých dílů **vykládkou** návěsu. Vykládka velkých dílů opět probíhá v lokálních i tureckých docích. V jednom návěsu jsou často přepravovány malé i velké díly společně.

Proces vykládky je totožný s jediným rozdílem v tom, že vysokozdvizný vozík přemístí díly do sekce **BP P-Lane**. Ty slouží ke stejnému účelu jako P-Lane jen s redukcí velikosti. Nachází se zde 24 fyzických pruhů pro 96 objednávek. V jednom pruhu jsou vždy společně dvě objednávky a každý pruh je použit za výrobní den dvakrát. Pokud jsou nějaké díly určeny do pruhu, který je momentálně vyhrazen jiné objednávce, jsou umístěny do BP W-Lane, kde čekají, dokud se pruh neuvolní pro jejich číslo objednávky.

Z BP P-lane jsou díly odebírány zaměstnancem TMMCZ za pomoci vysokozdvížného vozíku. Po naskenování manifestu se zobrazí instrukce k zavezení palety. Pokud je paleta zařazena ke kontrolování je odvezena na stanoviště **QC**, které je pro malé a velké díly oddělené.

Pokud u palety není nastavena kontrola nebo už byla paleta zkontrolována, systém vygeneruje přesné umístění stillage v **BP-Bufferu**. To se skládá ze tří souřadnic udávající postupně řadu, sloupec a výškové umístění ve stohu. V tomto podlahovém meziskladu čekají díly na signál o potřebě na lince. Signál je vytvářen manuálně pracovníkem montáže, který po klesnutí zásoby dílu na určitou kritickou hladinu zmáčkne tlačítko patřící kanbanovému číslu dílu, který dochází. V tom je rozdíl oproti malým dílům, u kterých je na linku vždy dopravena celá objednávka, bez ohledu na momentální skutečnou spotřebu. Systém přivolávek dílů je realizován kvůli omezenému prostoru pro velké palety v blízkosti linky.

Po odeslání informace z linky se jednomu ze dvou operátorů odebírajících díly z BP-Bufferu objeví požadavek na přemístění dílu do soupravy jedoucí na linku a časový odpočet, během kterého musí instrukci splnit, aby nedošlo k zastavení linky. O dopravu na linku se starají čtyři procesy pojmenované souhrnně jako **Exchange dolly 1 až 4**. Každý ze čtyř procesů jezdící ve stanoveném taktu má dvě soupravy. Soupravy se skládají ze speciálních, malých a velkých vozíků podle velikosti palet na trase, kterou projíždí. Tím že soupravy jezdí ve stanoveném taktu, odpovídajícimu počtu vyrobených aut je běžné, že nejezdí vždy naložené všechny vozíky. Název Exchange dolly vychází ze způsobu umístění dílů na lince, které probíhá přímo ve vozíku. Při dovezení plných palet na linku dochází k výměně plného a prázdného vozíku kus za kus.

Po odvezení všech dílů se souprava vrátí na výchozí stanoviště, kde jsou z ní vysokozdvížným vozíkem odebrány prázdné stillage a bez skenování odvezeny do meziskladové zóny **Empty boxů**, kde jsou pozice i pro stillage. Odtud jsou naloženy vysokozdvížným vozíkem na návěs, který jede zpět k dodavateli.

V tabulce 2 se nacházejí údaje o počtech a objemech dílů v jednotlivých typech toku velkých dílů. V předchozí části popisovaný BP-Lane tok má sice největší počet kanbanových

čísel, ale zároveň má nízký denní objem. To je dáno tím, že ostatní toky jsou specifické malým druhovým počtem dílů od velkoobjemových dodavatelů.

Tabulka 2 Rozdělení toku velkých dílů

tok dílů	# KBN	denní objem [m ³]	# dodavatelů
BP P-Lane	100	1 111,2	34
PUR	75	3 236,7	14
Final dock	46	1 385,9	4
celkem	221	5 733,8	

Zdroj: DAICO (2023), upraveno autorem

2.3 Obaly používané v TMMCZ

Tento pododdíl je zaměřen na podrobnější specifikaci používaného balení. Výběr balení je vždy věcí koordinace mezi dodavatelem a TMMCZ. Navrhnuté balení musí zároveň projít řadou testování a musí být schváleno oddělením kontroly kvality a bezpečnosti.

Nároky na kvalitu jsou kladeny zejména v důsledku manipulace vysokozdviznými vozíky a přepravy v návěsu, která vytváří otřesy. Díly musí být vzájemně odděleny vhodnou bariérou, tak aby nemohlo dojít ke tření dílů o sebe nebo o balení. V souvislosti s poškozením dílů v důsledku špatného balení se věnuje speciální pozornost pohledovým dílům, které tvoří takovou část výsledného automobilu, která je viditelná. U těchto dílů je striktně hlídáno, aby nedocházelo ke škrábnutí, prasknutí či jiným viditelným vadám. U všech dílů musí být prostřednictvím vhodného balení samozřejmě zajištěno, aby nedocházelo k takovým vadám, které narušují jejich funkčnost a vlastnosti.

V rámci schvalování balení se posuzuje dopad na bezpečnost práce a ergonomii práce s balením. K posouzení ergonomie slouží Ergo tyč, která udává od a do jaké výšky je práce a manipulace s díly vhodná, a v jaké výšce naopak může docházet ke zdravotním problémům. V tabulce 3 se nachází rozpětí výškových zón dle ergo tyče.

Tabulka 3 Výškové zóny ergo tyče

zóna	rozpětí [cm]
červená horní (nevyhovující)	>161
žlutá horní (vyhovující)	160-136
zelená (ideální)	135-91
žlutá spodní (vyhovující)	90-41
červená spodní (nevyhovující)	<40

Zdroj: autor

Rozpětí pro vhodnou manipulaci se zmenšuje s vyšší vahou manipulované jednotky. Vliv na ideální výšku manipulace má i výška pracovníka. Ergo tyč vychází z průměrných doporučených hodnot.

Výsledné balení musí být zpravidla co nejjednodušší a nejlevnější za předpokladu splnění dvou předchozích požadavků. To znamená, že jakákoliv úprava navíc, která nepřidává žádnou hodnotu pro koncového zákazníka, ani pro žádný z článků řetězce se dá požadovat za Mudu.

V rámci Toyoty se vedou diskuze o tom, které balení je ideální. Prozatím platí, že neexistuje jeden univerzální typ balení, který by byl vhodný a optimální pro všechny díly. Jediné nepsané pravidlo je, že rozměr balení by měl vycházet z 1 200 × 800 mm základny. Při výběru druhu balení se bere v potaz velikost a váha dílů, cílený boxlot, prostor na výrobní lince a další specifické parametry.

2.3.1 Plasové boxy

Do standardizovaných boxů používaných v toku malých dílů jsou umístovány zejména drobné díly. Pro evropské a turecké dodavatele se využívají jednoduché plastové přepravky o různých rozměrech. V těchto boxech je přepravováno 97,62 % kanbanových položek, které jsou přepravovány tokem malých dílů. V tabulce 4 je přehled rozměrových variant boxů.

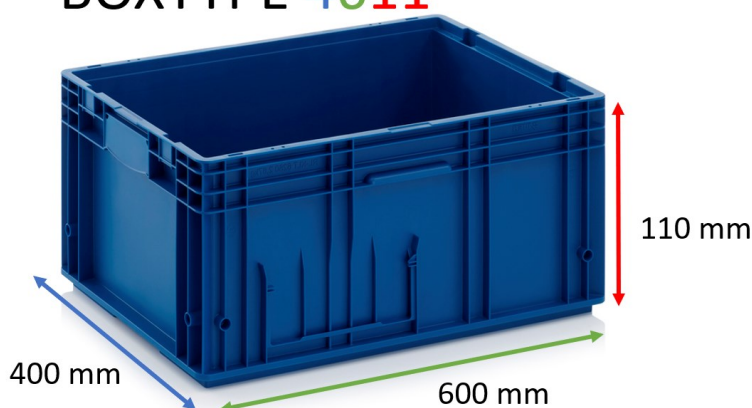
Tabulka 4 Rozměrové varianty plastových boxů

rozměr základny [mm]	# výškových kombinací	# KBN	denní objem [m ³]
400 × 300	4	976	216,8
600 × 400	11	872	1002,1
800 × 400	4	90	173,1
800 × 600	5	156	512,1
1 200 × 400	7	75	281,2

Zdroj: DAICO (2023), upraveno autorem

Boxy mají 5 různých rozměrů základny a v kombinaci s výškou tvoří 31 možných variant. Rozměry boxu jsou snadno odvoditelné z boxtypu podle klíče na obrázku 11.

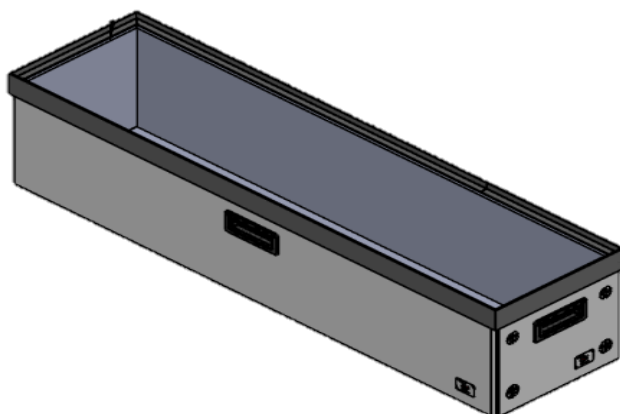
BOXTYPE 4611



Obrázek 11 Odvození rozměrů boxu z boxtypu (autor; EMPORO, s. r. o., © 2024)

Rozměry boxu vycházejí z podílů rozměrů euro palety, tudíž je vždy možné pokrýt jedním boxtypem celou paletu bez přesahů. Boxy o stejných rozměrech základny jsou snadno stohovatelné.

Dalším možným balením pro malé díly jsou tzv. campálové boxy. Korpusy těchto boxů jsou podle výrobce PPO GROUP CZ, s. r. o. (© 2023) vyrobeny z kartonplastu, přičemž jsou doplněny plastovým rámem, který umožňuje jejich vzájemnou stohovatelnost. Na krátké i dlouhé hraně se nachází madlo pro lepší manipulaci. Výhoda campálových boxů spočívá ve vyšší diverzitě nabízených rozměrů a možnost objednat i kusové množství, vykoupené vyšší cenou a váhou boxu v porovnání se standardními plastovými boxy. Na obrázku 12 se nachází příklad campálového boxu.



Obrázek 12 Campálový box (TART, s. r. o., © 2011)

V těchto boxech je přepravováno 1,26 % kanbanových položek, které jsou přepravovány tokem malých dílů. V tabulce 5 je přehled rozměrových variant campálových boxů.

Tabulka 5 Rozměrové varianty campálových boxů.

rozměr základny [mm]	# výškových kombinací	# KBN	denní objem [m ³]
600 × 400	5	4	23,4
800 × 600	1	2	42,9
1 200 × 400	3	7	76,6
1 200 × 800	2	3	11,6
1 600 × 400	5	12	93,7

Zdroj: DAICO (2023), upraveno autorem

Campálové boxy jsou momentálně využívány v 5 rozměrech základny. Právě díky vyšší modifikovatelnosti rozměrů jsou používány zejména boxy větších rozměrů. Z nichž jeden přesahuje rozměry standardní palety. Problémy, které z toho vyplývají, jsou popsány v následujícím pododdíle.

Dalším typem boxů jsou například polystyrénové, které tvoří minoritní podíl a slouží pouze pro speciální účely.

U všech typů boxu se dá využít fixační výplň (dunnage). Ta slouží k separaci jednotlivých dílů a k fixaci proti pohybu při přepravě a manipulacích. Fixace bývá nejčastěji plastová gumová, textilní, kartonová nebo polystyrenová. Používání dunnage v boxech je jedním z důvodů, proč se musí vrátit vždy stejné boxy k identickému dodavateli. Dalším důvodem je, že některé díly jsou zařazeny do kategorie tzv. špinavých dílů, které mohou zanechávat v boxech nečistotu jako je mastnota, zbytky maziv, lepidel, kapalin atd. Aby nedošlo ke kontaminaci ostatních dílů zejména pohledových, je zavedeno již zmíněné pravidlo, že každý box má svého dodavatele. Pro rychlou identifikaci je z přední a zadní strany boxu nalepena samolepka s kódem dodavatele. Na samolepce se nachází QR kód, který načítá skenovací brána.

2.3.2 Ocelové palety (Stillage)

Díly, jenž nelze kvůli jejich nadrozměrné velikosti, vysoké váze nebo tvarům umístit do běžně rozměrných boxů, jsou vloženy do ocelové palety. Ty tvoří přepravní prostředek toku velkých dílů. Stillage mohou mít více velikostí, kromě velkých palet o velikosti 1 600 × 1 200 mm a malých palet o velikosti 1 200 × 800 mm se používají i atypické o velikostech 1 200 × 1 000 mm a 1 400 × 1 200 mm. Stillage jsou kromě vnějších rozměrů také vnitřně různě uspořádané pro potřeby konkrétního dílu s důrazem na co největší boxlot

a jednoduchou manipulaci při odebrání a vkládání dílů. Stillage se vyznačují vysokou pevností a odolností vůči vlivům silniční přepravy. U pohledových dílů jsou stillage doplňovány textiliemi a jinými měkkými materiály, aby se zamezilo poškrábání dílu o ostré hrany. Příklady flexibility využití stillage se nachází na obrázku 13.



Obrázek 13 Stillage (autor)

Z obrázku je patrné, že stillage se vždy skládá ze stejného základu tvořeného paletovými sloupky, umožňujícími snadnou manipulaci vidlicemi. Vrchní strana stillage je osazena patkami umožňující stoh další stillage o stejných rozměrech. V případě velké stillage je možné na ni umístit dvě malé stillage.

Nevýhodou ocelových palet je nemožnost ruční manipulace bez použití vozíku. Z tohoto důvodu musí být na výrobní lince umístěny palety i s vozíky. Každá pracovní operace na výrobní lince má prostorově vymezené stanoviště (pitch). Délka jednoho pitchu na hlavních výrobních linkách je 4,6 m. Na tento prostor se musí pro každý díl vlézt plný i prázdný vozík a prostor pro bezpečnou manipulaci. Proto nesmí mít díl v ocelových paletách vztahující se k jednomu pracovnímu úkonu příliš variant. Pokud taková situace nastane, je potřeba díly napřed sekvencovat tak, aby se v jedné paletě nacházely různé díly ve správném pořadí.

2.4 Kritické zhodnocení materiálového toku v současném stavu se zaměřením na používané balení

Tok malých dílů je charakteristický svojí manipulační jednotkou, kterou tvoří 1 200 × 800 mm paleta se standardizovanými plastovými boxy. Z analýzy balení vzešlo, že přes tok malých dílů prochází i skupina dílů, které překračují rozměry 1 200 mm dlouhých boxů. Kvůli campálovým boxům o rozměrech 1 600 × 400 mm je nutné mít speciální dlouhé palety o velikosti 1 600 × 800 mm. Porovnání obou palet se nachází na obrázku 14.

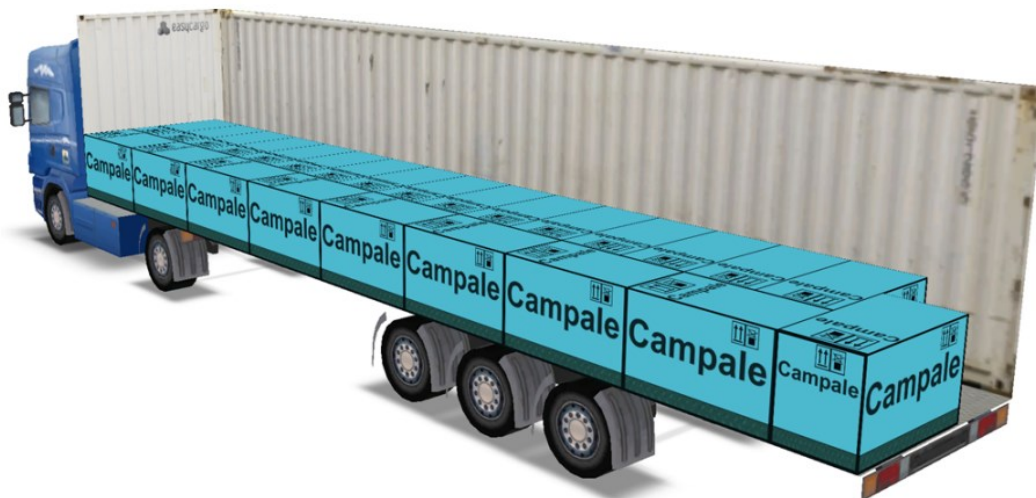


Obrázek 14 Porovnání 1 200 a 1 000 mm dlouhé palety (autor)

Vědeckým pozorováním (genchi genbutsu) materiálového toku byla zjištěna řada problémů způsobená dvěma různými rozměry palet, ze kterých vzniká Muda.

První plýtvání vzniká už při vykládce návěsů, kdy kvůli rozměrům musí být část palet umístěna na návěsu podélně po směru jízdy jako je označeno na obrázku 15. Z tohoto důvodu operátor musí nejdříve dlouhé palety položit na zem a poté si je přechytnout, tak aby měl paletu

uchopenou na kratší straně. Čím více zbytných manipulací je s paletou prováděno, tím více se zvyšuje bezpečnostní riziko a riziko poškození dílů.



Obrázek 15 Rozmístění dlouhých palet na návěsu (Bee Interactive s.r.o., 2024; autor)

U dlouhých palet je také oproti standardním paletám rozdílná vzdálenost patek, aby mohl operátor uchopit oba typy palet musí mezi operacemi měnit rozteč vidlic.

V P-lane způsobují dva rozměry palet neefektivitu při stohování. Stoh těchto palet je vzájemně možný pouze v případě, kdy je delší paleta uložena pod kratšími paletami, to způsobuje nárůst zabraného prostoru. Pokud by byl v P-lane pouze jeden rozměr palet, mohly by být pruhy na ní fyzicky kratší.

V Presortingu jsou čtyři pozice pro dlouhé palety, které by mohly být odkloněním dlouhých palet z toku rovněž odstraněny. Presorting by tak zabíral o 6,4 metru méně prostoru do šířky, což by snížilo i vzdálenost ujetou operátory vysokozdvíhových vozíků.

Kvůli dvěma rozměrům palet musí být i dva rozměry vozíků v AGV soupravě. Jelikož není možné zajistit soulad mezi potřebou odvést dlouhou paletu a složením souprav, může nastat případ, kdy přijede souprava se dvěma dlouhými vozíky, na které nemají operátoři co naložit. Dva prázdné vozíky v tom okamžiku tvoří Mudu a zabírají místo pro standardní palety.

V opačném případě může dojít k tomu, že se v Presortingu nahromadí dlouhé palety, aniž by byly v soupravách zapojeny dlouhé vozíky. V takovém případě postupně dochází ke zpoždění objednávek, které může vést ve výjimečných případech až k zastavení linky. Počet volání z linky u dílů v dlouhých paletách byla relativně vysoká hodnota **25** podle databáze Hot Call v období od 1. 10. 2023 do 31. 10. 2023. Zpožděné objednávky musí být na linku zavezeny zpravidla zvlášť mimo standardní procesy. Tím že, nejsou dlouhé palety nakládány podle kurzů jako tomu je u ostatních palet, může se dokonce dostat dlouhá paleta na Baton Lane

s předstihem. V tabulce 6 se nachází vyzorované počty dlouhých palet a jejich umístění v objednávce za jeden manifestový den (96 objednávek). Pro ilustraci se v příloze B nachází vyplněný formulář pozorování z jedné pracovní směny.

Tabulka 6 Počty dlouhých palet a jejich umístění v objednávce dle pozorování.

	včasná paleta	dopředná paleta	zpožděná paleta	celkem dlouhých palet	prázdný vozík
počet [ks]	37	18	111	166	25
podíl [%]	22,289	10,843	66,867	100	13,089

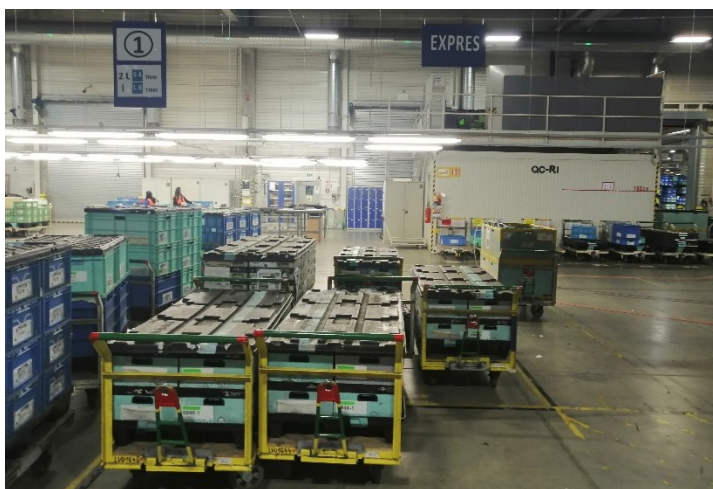
Zdroj: autor

Zpoždění palet způsobuje problém také při skenování, jelikož skenovací systém je z důvodu co nejrychlejšího zjištění nesrovnalostí nastaven tak, aby když nepříjde paleta v plánované objednávce, upozornil úsek kontroly objednávek. Standardní postup je, že pracovník kontroly musí jít a fyzicky zkontrolovat, zda nedošlo k chybě při skenování. Pokud se paleta nenachází u skenu musí kontaktovat zodpovědnou osobu ze společnosti Yusen Logistics (Czech), s. r. o., která zkontroluje, zda operátoři VZV nedali paletu do špatné P-Lane. V případě dlouhých palet je kvůli častému zpoždění tento postup potlačován. Pokud by opravdu došlo k chybě při dodání dlouhé palety, mohlo by se na to přijít pozdě.

Když přijede prázdný dlouhý vozík k Baton Lane musí ho operátor odklonit z toku dílů do speciálního pruhu vyhrazeného pro abnormality a expresní objednávky. Z tohoto pruhu musí být v pravidelných intervalech vedoucím pracovníkem přesunut ke skenovací bráně, aby mohl být zapojen do soupravy jedoucí s prázdnými boxy. Jelikož vedoucí pracovník většinou nemá informaci o počtu dlouhých palet v Presortingu, může nastat situace, kdy zapojí prázdný vozík, který se vrátí opět prázdný. Ve sledovaném období projelo celým cyklem 25 nenaložených dlouhých vozíků, což tvořilo 13,089 % dlouhých vozíků. Zavést vozík zpět do soupravy zabere dle zjištění 42 s.

V případě zpožděných objednávek musí operátor na Baton Lane vyhodnotit, zda je možné ještě zařadit vozík do standardního kurzu nebo je nutné dát plný vozík do pruhu vyhrazeného pro abnormality a expresní objednávky, ze kterého musí na linku odvézt palety vedoucí pracovník. Ve sledovaném období bylo do expresního pruhu umístěno **53,012 %** dlouhých palet. Na obrázku 16 se nachází fotka stavu pruhu vyhrazeného pro abnormality

a expresní objednávky pořízená 12. 04. 2024. V okamžiku pořízení fotografie čekalo 5 dlouhých palet na odvezení na linku, přičemž některé byly zpožděné o několik objednávek.



Obrázek 16 Nashromážděné dlouhé palety v pruhu pro abnormality (autor)

Tabulka 7 představuje teoretickou časovou náročnost vývozu dlouhých palet na linku z expresního pruhu nadřizným pracovníkem. Data v tabulce vycházejí z provedeného tří denního pozorování. Čas vývozu jedné palety reprezentuje jízdu motorového tahače na linku, manipulaci s boxy a jízdu zpět ke skenovací bráně. Díly v tabulce jsou podrobněji popsány v následujícím pododdíle.

Tabulka 7 Časová náročnost vývozu dlouhých palet na linku.

díl	čas vývozu jedné palety [s]	# palet v expresu za den [ks]	čas celkem za den [s]
díl A	232	50	11 600
díl B	370	6	2 220
díl C	223	24	5 352
díl D	356	6	2 136
díl A	589	2	1 178
			22 486

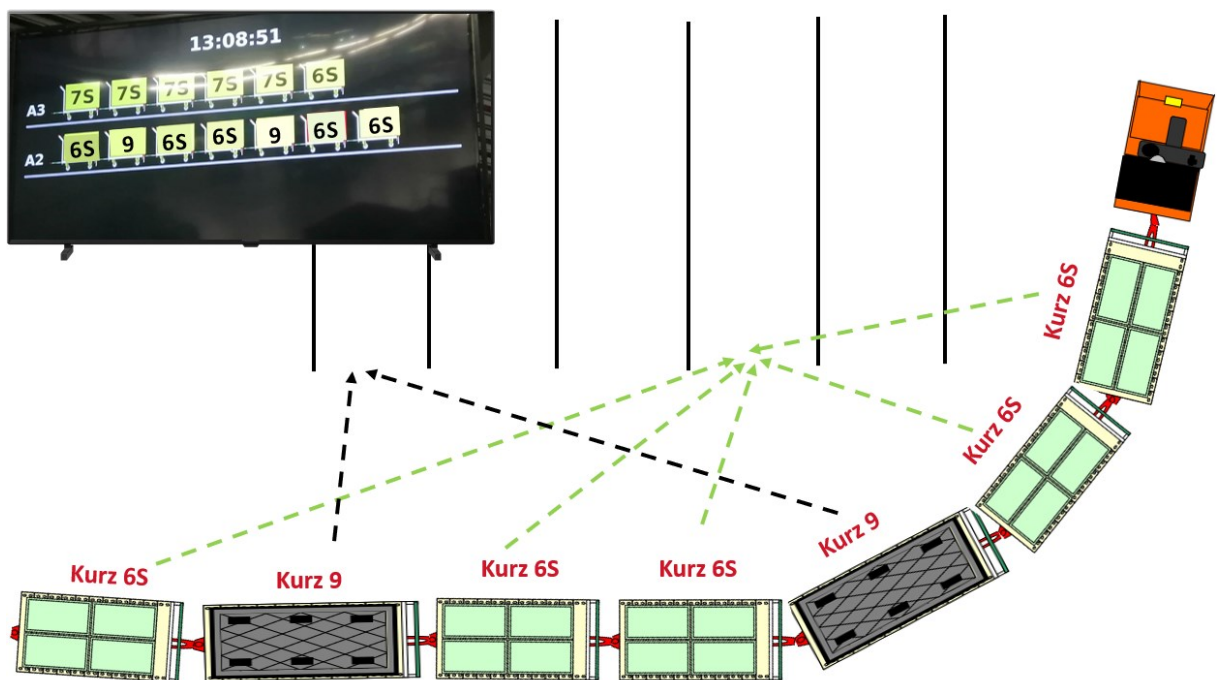
Zdroj: autor

Za celý den dohromady stráví nadřizení pracovníci 374,767 min vyvážením dlouhých palet z expresního pruhu. Z jejich celkového fondu pracovní doby 1 320 min představuje 28,391 % Mudu vztahující se k této činnosti.

Palety, které přijdou na Baton Lane naopak s předstihem se umístí do volného prostoru a zařadí se do kurzu, až přijde na Baton Lane zbytek objednávky.

Pokud na Baton Lane přijedou plné dlouhé vozíky ve správné objednávce, jsou zařazeny běžným způsobem do Baton Lane. Jelikož není možné zajistit, aby byly dlouhé vozíky

v soupravě vždy u sebe a zároveň nejde zajistit, aby měly dlouhé palety stejný kurz jako ostatní palety v soupravě, dochází při řazení do Baton Lane ke zbytečným ručním rozpojováním vozíků. Příklad soupravy náročné na rozpojování soupravy je na obrázku 17. Na obrázku je vyobrazen rovněž Andon tabule znázorňující výstup ze skenování palet. Souprava se 6 naskenovanými paletami přijela na sken s jedním prázdným dlouhým vozíkem. Druhá souprava je naskenovaná souprava z obrázku.



Obrázek 17 Detail rozpojování soupravy náročné na manipulaci s vozíky (autor)

Kvůli výrazným fluktuacím v toku dlouhých palet musí být rovněž v místech určení dílů (výrobní linka nebo SP Jundate) nastaveny vysoké pojistné zásoby, aby se v případě zpoždění dílů redukovala co nejvíce možnost, že daný díl nebude k dispozici. Vysoká zásoba ovlivňuje jednak obrátkovost zásob a zároveň zásadní vliv na zabraný prostor. Pokud by byl tok vyrovnán, bylo by možné tyto zásoby ponížít.

Druhotný problém, který dvojí velikost způsobuje, jsou zhoršené podmínky pro budoucí automatizaci dílčích činností. Implementace automatizace je totiž značně jednodušší a levnější, pokud existuje jen jedna velikost manipulační jednotky.

2.5 Specifikace dílů identifikovaných v rámci kritického zhodnocení současného stavu

Ve dlouhých paletách se přepravuje na finální montáž 5 skupin dílů s 12 kanbanovými čísly od čtyř různých dodavatelů. Větší počet kanbanových čísel, než dílů je způsoben tím, že jeden díl může mít více variant. Například, se může jednat o díl souhrnně pojmenovaný jako

přední světlometry, jenž se pro různé modely, a dokonce i specifikace liší v drobných změnách, kvůli kterým mu musí být přiřazeno více kanbanových čísel. Společná vlastnost dotčených dílů je délka přesahující 1 200 mm, a proto je v současném stavu zvoleno jako balení dlouhý campálový box. Všechny dlouhé palety jsou zaváženy na linku directovým tokem malých dílů.

2.5.1 Podrobné specifikace dílu A

Prvním dílem je kryt horních větracích otvorů nazvaný jako louver sub-assy cowl top vent. Tento plastový díl vykrývá prostor mezi poklopem kapoty a čelním sklem. Jedná se o pohledový díl, který se na automobil montuje na výrobní lince Final 2. Díl A slouží k ochraně ventilace před prachem a pevnými nečistotami, a zároveň jako podložka, na kterou se přidělávají stěrače. Součástí dílu jsou hadičky pro kapalinu do ostřikovačů. Při své velikosti se jedná o poměrně lehký díl s hmotností 1,2 kg. Fotka dílu A se nachází na obrázku 18.



Obrázek 18 Díl A (autor)

Díl A vyrábí francouzský dodavatel plastových dílů Novares Group, s. a. ve svém závodě v Libercourtu. Díl A má tři kanbanová čísla U160 pro model G1B, F235 pro model G3 s levostranným řízením a F236 pro model G3 s pravostranným řízením. Díly jsou baleny po dvou dílech v campálovém boxu QC43 (1643) o rozměrech 1 600 × 400 × 365 mm. Na spodní

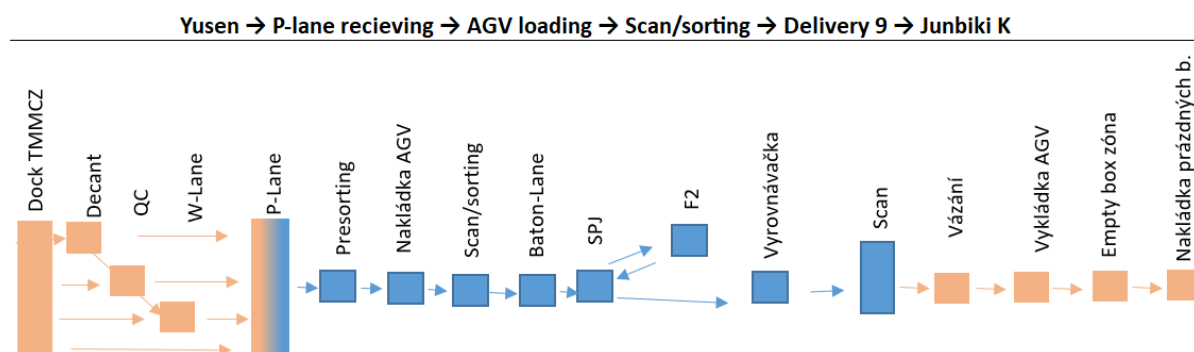
straně boxu se nachází plastová dunnage chránící díly před poškrábáním. Jeden prázdný box s dunnagí váží 6,95 kg a víko na paletě váží dalších 6,5 kg. Díly přicházejí po 4 nebo 6 boxech na paletě. Kvůli nízkému boxlotu je nastavena vysoká interní frekvence 48. V jedné objednávce přicházejí dle Order Summary (2023) dvě palety, takže dohromady přijde za den 96 palet, které je potřeba zavést na linku. Denní objem boxů je 524.

Díl A rozváží proces Delivery 9, který vykládá díl do regálů ve Small Parts Jundate. Označením Jundate je myšleno sekvencování dílů, tak aby se daly umístit na linku. U dílu A neprobíhá sekvencování z důvodu variantové členitosti, ale kvůli velikosti boxu a nízkému boxlotu. Díly A jsou sekvencovány do speciálních vozíků nazývaných Karakuri, které patří do soupravy procesu Junbiki K. Tyto vozíky umí samostatně provést nakládku a vykládku dílů do speciálně upravených regálů, na pokyn operátora. Fotka speciálních Karakuri vozíků se nachází na obrázku 19.



Obrázek 19 Přepouštění dílu A na linku pomocí Karakuri vozíků (autor)

Na obrázku 20 je vyobrazen kompletní materiálový tok dílu A. Modrou barvou jsou označena místa v materiálovém toku, ve kterých provádí manipulace TMMCZ. Oranžová barva je vyhrazena pro externí poskytovatele logistiky.



Obrázek 20 Schéma toku dílu A (autor)

2.5.2 Podrobné specifikace dílu B

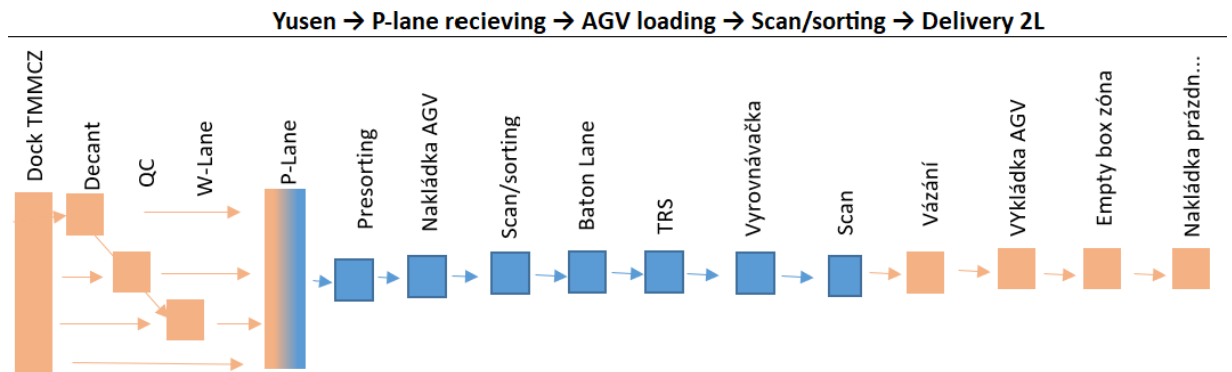
Druhým dílem je těsnící guma pátých dveří automobilu nazývaná jako weatherstrip back door. Tento díl není pohledový, nicméně má přísné kvalitativní nároky na uložení v boxu, aby nedocházelo k namáhání. Těsnící guma zabráňuje pronikání tekutin, zejména deště do vnitřní části automobilu. Díl se montuje na automobil na výrobní lince Trim. Hmotnost dílu se pohybuje okolo 0,85 kg. Fotka dílu B se nachází na obrázku 21.



Obrázek 21 Díl B (autor)

Díl B do TMMCZ dodává Cooper Standard Automotive Polska Sp. Z o. o. Díl je v systému zařazen pod kanbanovým číslem A927. Díl je určen pro model G3. Díly jsou baleny po 10 kusech v campálových boxech QC42 (1642) o rozměrech 1 600 × 400 × 215 mm. Jeden prázdný box váží 3,95 kg a víko na paletě váží 6,5 kg. Díly přicházejí po 6 boxech na paletě. Interní frekvence je dle Order Summary (2023) nastavena na 8 palet za den. Denní objem boxů je 48.

Díl B zavází proces Delivery 2L přímo do spádových regálů na lince Trim. Kompletní přehled materiálového toku dílu B je vyobrazen na obrázku 22. Modrou barvou jsou označena místa v materiálovém toku, ve kterých provádí manipulace TMM CZ. Oranžová barva je vyhrazena pro externí poskytovatele logistiky.



Obrázek 22 Schéma toku dílu B (autor)

2.5.3 Podrobné specifikace dílu C

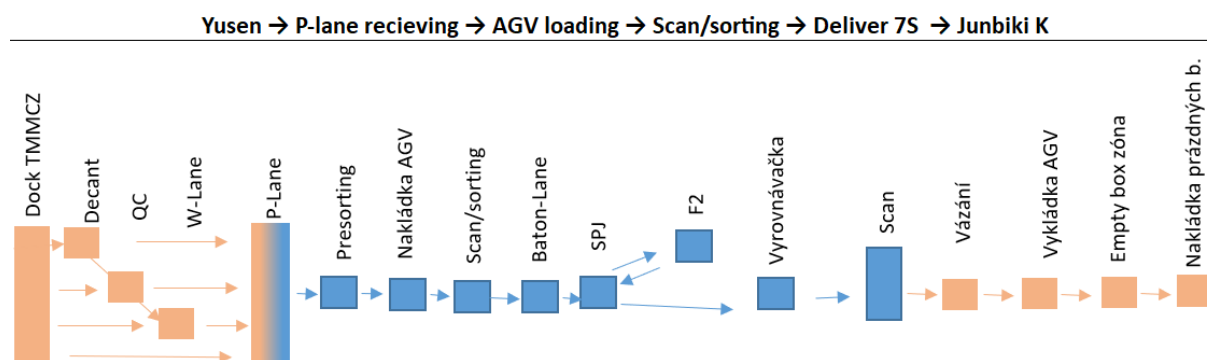
Třetím dílem je těsnící guma dveří automobilu nazývaná jako weatherstrip RR/FR door opening. Tento díl není pohledový, nicméně má přísné kvalitativní nároky na uložení v boxu, aby nedocházelo k namáhání. Těsnící guma zabraňuje pronikání tekutin, zejména deště do vnitřní části automobilu. Díl se montuje na automobil na výrobní lince Final 2, a to po obou stranách zároveň. Váha dílu se pohybuje okolo 1,1 kg. Fotka dílu se nachází na obrázku 23.



Obrázek 23 Díl C (autor)

Díl C do TMMCZ dodává Cooper Standard Automotive Polska Sp. z o.o. Díl vystupuje pod dvěma kanbanovými čísly, kanban A922 je těsnění předních dveří a kanban A923 je těsnění zadních dveří. Oba kanbany jsou určeny pro model G3. Díly jsou baleny po 8 kusech v campálovém boxu QC42 (1642) o rozměrech 1 600 × 400 × 215 mm. Jeden prázdný box váží 3,95 kg a víko na paletě váží 6,5 kg. Díly přicházejí po 4 nebo 6 boxech na paletě. Obě kanbanová čísla jsou naložená na jedné paletě. Interní frekvence je dle Order Summary (2023) nastavena na 48 palet za den kvůli vysoké spotřebě čtyř kusů na jeden automobil a nízkému boxlotu. Denní objem boxů je 244.

Díl C rozváží proces Delivery 7S do SP Jundate, zde vyměňuje celé vozíky stejným způsobem jako to dělá proces Exchange dolly s ocelovými paletami. Zde jsou díly sekvencovány spolu s těsněním na model G1B, které je zabaleno v standardně dlouhých boxech. Sekvence se věsí na háky Karakuri vozíků, které na lince spustí háky s těsněním a odeberou prázdné háky. Kompletní přehled materiálového toku tohoto dílu se nachází na obrázku 24. Modrou barvou jsou označena místa v materiálovém toku, ve kterých provádí manipulace TMMCZ. Oranžová barva je vyhrazena pro externí poskytovatele logistiky.



Obrázek 24 Schéma toku dílu C (autor)

2.5.4 Podrobné specifikace dílu D

Čtvrtým dílem je tlumič vibrací předního panelu nazývaný jako silencer FR panel upr. Díl snižuje intenzitu přenášených vibrací od pohonného agregátu na palubní desku. Tento díl

není pohledový, ani nemá žádné speciální požadavky na balení. Díl se montuje do automobilu na výrobní lince Trim. Díl váží pouhých 0,21 kg. Fotka dílu se nachází na obrázku 25.

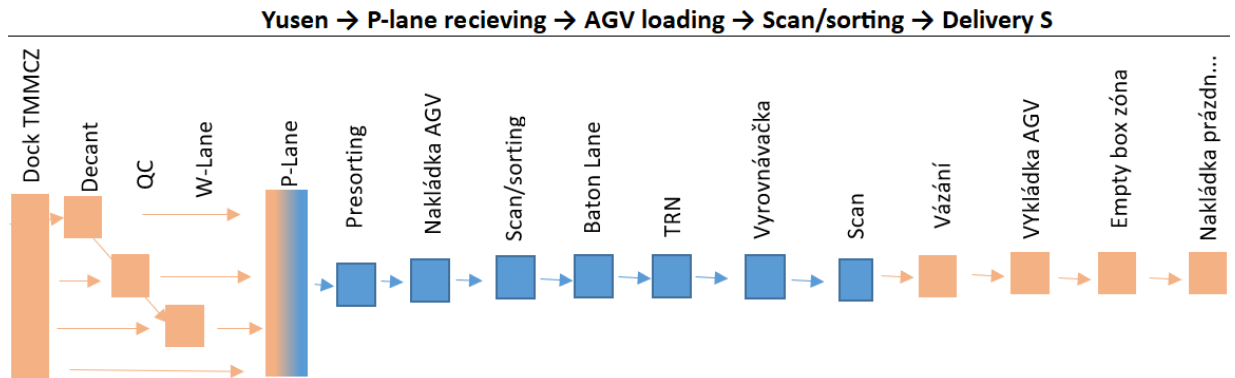


Obrázek 25 Díl D (autor)

Díl D do TMMCZ dodává Faurecia Interiors Pardubice, s. r. o. Díl má pro model G1B i G3 kanbanové číslo E980. Pro speciální úpravu G3 má kanbanové číslo A953. Díly jsou baleny po 18 kusech v campálovém boxu QC42 (1642) o rozměrech 1 600 × 400 × 215 mm. Jeden prázdný box váží 3,95 kg a víko na paletě váží 6,5 kg. Díly přicházejí dle po 4 nebo 6 boxech na paletě. Obě kanbanová čísla jsou naložená na jedné paletě. Interní frekvence je dle Order Summary (2023) nastavena na 12 palet za den. Denní objem boxů je 58.

Díl D zaváží proces Delivery S přímo do spádových regálů na lince Trim. Kompletní přehled materiálového toku dílu je vyobrazen na obrázku 26. Modrou barvou jsou označena

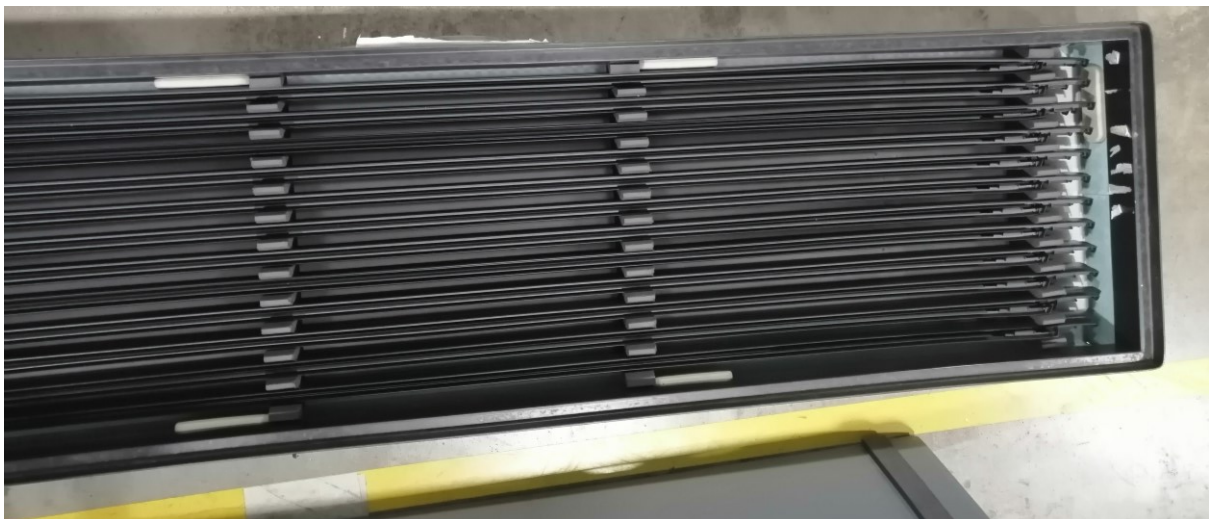
místa v materiálovém toku, ve kterých provádí manipulace TMMCZ. Oranžová barva je vyhrazena pro externí poskytovatele logistiky.



Obrázek 26 Schéma toku dílu D (autor)

2.5.5 Podrobné specifikace dílu E

Pátým dílem je moulding roof drip side, což je těsnicí boční střešní lišta umístěující se mezi střešní plech a plech boční karoserie. Lišta zabraňuje proniknutí kapalin do spáry mezi plechy. Tento díly není pohledový, ani nemá žádné zvláštní požadavky na balení. Díl se montuje na automobil na výrobní lince Final 1. Hmotnost jednoho dílu je 0,1 kg. Fotka Moulding roof dripu se nachází na obrázku 27.

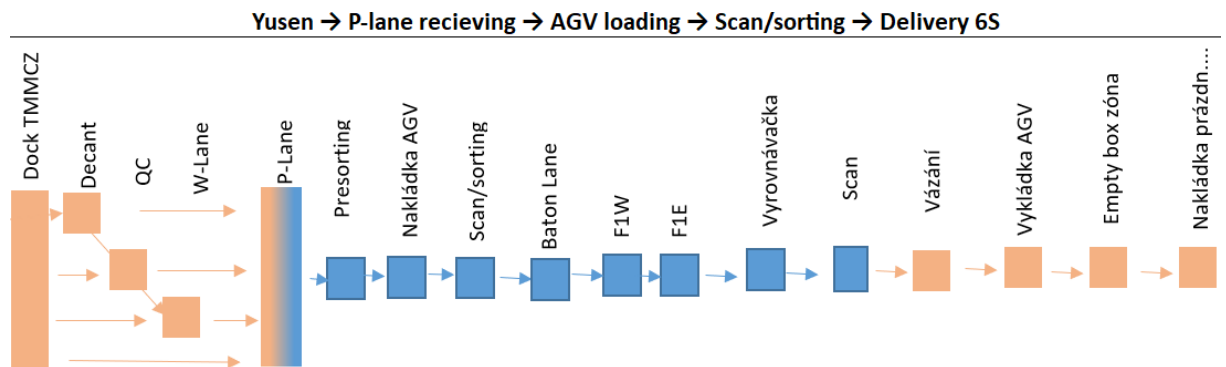


Obrázek 27 Díl E (autor)

Díl E vyrábí REHAU Automotive, s. r. o. Díl má čtyři kanbanová čísla, F247 a F249 pro levou a pravou stranu modelu G3. E960 a E961 pro levou a pravou stranu modelu G1B. Díly jsou baleny po 72 kusech v campálovém boxu 1641 o rozměrech 1 600 × 400 × 105 mm. Na spodní části boxu se nachází dunnage rozdělující jednotlivé díly. V boxech se nachází v horní části pěnový kryt zabraňující prášení na díly. Jeden prázdný box s dunnagí váží 4,65 kg

a víko na paletě váží dalších 6,5 kg. Díly přicházejí po 12 nebo 16 boxech na paletě. Díky vysokému boxlotu a počtu boxů na paletě je nastavena velmi nízká interní frekvence dvě palety za den. Denní objem boxů je 30. Order Summary (2023).

Díl E zavází přímo do spádových regálů na lince proces Delivery 6S. Kompletní přehled materiálového toku dílu je vyobrazen na obrázku 28. Modrou barvou jsou označena místa v materiálovém toku, ve kterých provádí manipulace TMM CZ. Oranžová barva je vyhrazena pro externí poskytovatele logistiky.



Obrázek 28 Schéma toku dílu E (autor)

2.6 Metodologie klasifikačních výpočtů na procesech, u kterých dochází vlivem návrhů ke změně.

Aby bylo možné posoudit dopad změn balení nebo toku dílů na procesech je potřeba provést komparaci současného a navrhovaného stavu podle měřitelných kritérií. Manažeri interní logistiky v TMM CZ k tomu používají standardizované nástroje. Mezi hlavní ukazatele prováděných změn patří:

- změna v pracovním vytížení procesů (Workload)
- změna v ručně manipulované hmotnosti
- nákladové změny

2.6.1 Metodologie výpočtu workloadu

Jedním z důležitých měřitelných kritérií je workload, jenž udává pracovní vytížení procesů. Při jakékoliv plánované změně v procesech je nutné přepočítat změny ve workloadu, aby se zjistilo, zda bude docházet k časové úspoře, a zda bude při novém nastavení procesu možné stihnout všechny dílčí činnosti.

Pro výpočet workloadu je potřeba znát aktuální TT. Při počítání TT se uvažuje průměrná poptávka po 1 045 autech za den, využitelný časový fond linky je 1 320 min a koeficient celkové efektivity je kvůli zastavování linky nastaven na 95 %. Po dosazení hodnot do vzorce 1 blíže specifikovaného v teoretické části je výpočet následující.

$$TT = \frac{79200 \times 0,95}{1045}$$

$$TT = 72$$

Z výsledku je patrné, že výroba jednoho vozidla trvá 72 sekund. Tato hodnota je dále využita při výpočtu workloadu.

Změna ve workloadu na jednom procesu se vypočítá tak, že se nejprve podle vzorce 2 vypočítá workload v současném stavu a podle stejného vzorce i workload v navrhovaném stavu. Z porovnání výsledků lze vyčíst, který stav je časově méně náročný.

Pokud se změna týká více procesů je nutné postupně nasčítávat zvlášť workloady v současném stavu a zvlášť v navrhovaném stavu. Poté se opět provede porovnání podle vzorce 3.

$$Ik_z = \frac{\sum Wlp_n}{\sum Wlp_s} \quad (3)$$

Kde:

Ik_z ... Koeficient změny [-]

Wlp_n ... Workload procesu v navrhovaném stavu [-]

Wlp_s ... Workload procesu v současném stavu [-]

Koeficient změny vyjadřuje relativní změnu mezi současným a navrhovaným stavem. Pokud je hodnota vyšší než jedna, dojde v navrhovaném stavu ke zvýšení pracovního vytížení.

Při změně balení nebo toku se musí vypočítat workload současného stavu pro všechny aktuální procesy a zároveň i pro všechny procesy, které budou po změně s díly nově manipulovat. V následujících odstavcích jsou nastíněny způsoby výpočtu u procesů, které s díly aktuálně manipulují nebo budou manipulovat v navrhovaném stavu. Na konci tohoto pododdílu se nachází tabulka 8 s přehledem zastoupení procesů u jednotlivých dílů.

Při výpočtu workloadu se dílčí činnosti procesu musí rozdělit na manipulaci, jízdu a chůzi. Ve workloadu bohužel nejde vyjádřit čas připadající na neefektivnost spojenou s dvojitým typem vozíků, protože workload nepracuje s abnormalitami, ale zahrnuje pouze průměrný ideální stav, který se může od skutečného stavu mírně lišit.

Pro výpočet se používají konstantní hodnoty některých činností. Rychlost motorových tahačů je 1,67 m/s. Rychlost vysokozdvížných vozíků je 1,85 m/s. Rychlost pěší chůze odpovídá 1,3 m/s. Manipulace s víkem trvá průměrně tři sekundy. Manipulace plných boxů do regálů zabere přibližně 5 sekund, manipulace prázdných boxů z regálů zabere přibližně 4 sekundy.

Aby bylo patrné, jaká je skladba činností, které je nutné zahrnout do workloadu, je první proces podrobně popsán a zároveň rozebrán v datovém souboru uloženém v repozitáři Digitální

knihovny UPCE.¹ U ostatních procesů jsou kvůli rozmanitosti činností popsané jenom základní hodnoty a podrobné výpočty se nachází přímo v přílohách, na které je vždy v textu odkazováno.

Jeden cyklus procesu **P-Lane recieving** odpovídá jedné objednávce. Při výrobě 1 045 aut vychází na jednu z 96 objednávek 10,885 aut. Na procesu P-Lane recieving se činnosti skládají z jízdy vysokozdvížným vozíkem a z manipulací palet. Vzdálenost ujeté trasy při jedné jízdě tam i zpět je průměrně 70 m. Ze skenování palet vyplývá, že průměrně je v jedné P-Lane 44,86 palet. Pracovník ovšem nenabírá palety po jedné, ale pokud je to možné nabírá stoh po dvou paletách. Koeficient vývozu palet je 1,8. Dohromady tedy jede v jednom cyklu 24,922 jízd. Vysokozdvížné vozíky tak během jednoho cyklu ujedou vzdálenost dlouhou 1 744,54 m. Při rychlosti 1,85 m/s. zabere jízda **942,995 s**.

Manipulace se skládá z odebrání palet z P-lane a z uložení palety do Presortingu. Z P-Lane jsou palety brány, pokud je to možné sestohované po dvou. Koeficient vývozu palet je stále 1,8. Jedno odebrání palet trvá 12 sekund. Všech 24,922 opakování zabere **299,064 s**. V Presortingu je roztrženo všech 44,86 palet po 20 sekundách. Tržení zabere v jednom cyklu **897,2 s**.

Výpočet workloadu na procesu P-Lane recieving se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{942,995 + 299,064 + 897,2}{72 \times 10,885}$$
$$Wl = 2,73$$

Hodnota je platná pro tři operátory, kteří proces zajišťují. Po přepočítání workloadu na jednu osobu vychází hodnota **0,91**.

Druhý proces je **nakládání palet malých dílů na AGV**. Jeden cyklus procesu opět odpovídá dílům na 10,885 aut. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru². Jízda dohromady zabírá 808,281 s. Manipulace dohromady zabírá 712,774 s. Chůze se na procesu nevyskytuje.

Výpočet workloadu na procesu nakládání palet na AGV se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{808,281 + 712,774}{72 \times 10,885}$$
$$Wl = 1,941$$

¹ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu P-Lane recieving v současném stavu se nacházejí na listu "SS 1"

² Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu nakládání palet malých dílů v současném stavu se nacházejí na listu "SS 2"

Hodnota je platná pro dva operátory, kteří proces zajišťují. Po přepočítání workloadu na jednu osobu vychází hodnota **0,97**.

Dalším procesem je **skenování a třízení palet na Baton Lane**. Jeden cyklus procesu opět odpovídá jedné objednávce, respektive dílům na 10,885 aut. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru³. Jízda se na procesu nevyskytuje. Manipulace dohromady zabírá 913,557 s. Chůze dohromady zabírá 306,849 s.

Výpočet workloadu na procesu skenování a třízení palet se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{913,557+306,849}{72 \times 10,885}$$
$$Wl = 1,557$$

Hodnota je platná pro dva operátory, kteří proces zajišťují. Po přepočítání workloadu na jednu osobu vychází hodnota **0,779**.

Proces **Delivery S** zaváží díly na linku ve frekvenci 48. V jednom cyklu jsou zavezeny díly na 21,771 aut. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru⁴. Jízda dohromady zabírá 419,162 s. Manipulace dohromady zabírá 631,872 s. Chůze dohromady zabírá 128,258 s.

Výpočet workloadu na procesu Delivery S se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{419,162+631,872+128,258}{72 \times 21,771}$$
$$Wl = 0,752$$

Konečný workload procesu má v současném stavu hodnotu **0,752**.

Proces **Delivery 2L** zaváží díly na linku ve frekvenci 48. V jednom cyklu jsou zavezeny díly na 21,771 aut. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.⁵ Jízda dohromady zabírá 419,162 s. Manipulace dohromady zabírá 693,942 s. Chůze dohromady zabírá 142,523 s.

Výpočet workloadu na procesu Delivery 2L se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{419,162+693,942+142,523}{72 \times 21,771}$$
$$Wl = 0,801$$

Konečný workload procesu má v současném stavu hodnotu **0,801**.

³ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu skenování a třízení palet na Baton Lane v současném stavu se nacházejí na listu "SS 3"

⁴ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu Delivery S v současném stavu se nacházejí na listu "SS 4"

⁵ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu Delivery 2L v současném stavu se nacházejí na listu "SS 5"

Proces **Delivery 6S** zaváží díly na linku ve frekvenci 48. V jednom cyklu jsou zavezeny díly na 21,771 aut. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.⁶ Jízda dohromady zabírá 706,587 s. Manipulace dohromady zabírá 587,361 s. Chůze dohromady zabírá 83,232 s.

Výpočet workloadu na procesu Delivery 6S se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{706,587+587,361+83,232}{72 \times 21,771}$$
$$Wl = 0,879$$

Konečný workload procesu má v současném stavu hodnotu **0,879**.

Proces **Delivery 7S** zaváží díly na linku ve frekvenci 48. V jednom cyklu jsou zavezeny díly na 21,771 aut. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.⁷ Jízda dohromady zabírá 706,587 s. Manipulace dohromady zabírá 411,567 s. Chůze dohromady zabírá 88,2 s.

Výpočet workloadu na procesu Delivery 7S se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{706,587+411,567+88,2}{72 \times 21,771}$$
$$Wl = 0,77$$

Konečný workload procesu má v současném stavu hodnotu **0,77**.

Proces **Delivery 9** zaváží díly na linku ve frekvenci 96. V jednom cyklu jsou zavezeny díly na 10,885 aut. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.⁸ Jízda dohromady zabírá 251,497 s. Manipulace dohromady zabírá 326,715 s. Chůze dohromady zabírá 88,2 s.

Výpočet workloadu na procesu Delivery 9 se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{251,497+326,715+88,2}{72 \times 10,885}$$
$$Wl = 0,85$$

Konečný workload procesu má v současném stavu hodnotu **0,85**.

Jeden cyklus procesu **BP receiving** odpovídá jedné objednávce. Při výrobě 1 045 aut vychází na jednu z 96 objednávek 10,885 aut. Podrobné výpočty se nachází v datovém

⁶ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu Delivery 6S v současném stavu se nacházejí na listu "SS 6"

⁷ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu Delivery 7S v současném stavu se nacházejí na listu "SS 7"

⁸ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu Delivery 9 v současném stavu se nacházejí na listu "SS 8"

souboru.⁹ Jízda dohromady zabírá 277,465 s. Manipulace dohromady zabírá 282,33 s. Chůze se na procesu nevyskytuje.

Výpočet workloadu na procesu BP receiving se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{277,465+282,33}{72 \times 10,885}$$
$$Wl = 0,714$$

Konečný workload procesu má v současném stavu hodnotu **0,714**.

Další proces je **BP loading 1**. Jeden cyklus procesu opět odpovídá jedné objednávce, respektive dílům na 10,885 aut. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.¹⁰ Jízda dohromady zabírá 396,378 s. Manipulace dohromady zabírá 249,322 s. Chůze se na procesu nevyskytuje.

Výpočet workloadu na procesu BP loading 1 se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{396,378+249,322}{72 \times 10,885}$$
$$Wl = 0,824$$

Konečný workload procesu má v současném stavu hodnotu **0,824**.

Jeden cyklus procesu **BP loading 2** odpovídá jedné objednávce, respektive dílům na 10,885 aut. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.¹¹ Jízda dohromady zabírá 372,989 s. Manipulace dohromady zabírá 260,678 s. Chůze se na procesu nevyskytuje.

Výpočet workloadu na procesu BP loading 2 se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{372,989+260,678}{72 \times 10,885}$$
$$Wl = 0,809$$

Konečný workload procesu má v současném stavu hodnotu **0,809**.

Obě soupravy procesu **Exchange dolly 2** jezdí ve výrobním taktu 18 aut. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.¹² Jízda dohromady zabírá 494,012 s. Manipulace dohromady zabírá 697,2 s. Chůze dohromady zabírá 86,923 s.

Výpočet workloadu na procesu Exchange dolly 2 se počítá podle vzorce 2 následovně.

⁹ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu BP receiving v současném stavu se nacházejí na listu "SS 9"

¹⁰ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu BP loading 1 v současném stavu se nacházejí na listu "SS 10"

¹¹ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu BP loading 2 v současném stavu se nacházejí na listu "SS 11"

¹² Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu Exchange dolly 2 v současném stavu se nacházejí na listu "SS 12"

$$Wl = \frac{494,012+697,298+86,923}{72 \times 18}$$

$$Wl = 0,986$$

Konečný workload procesu má v současném stavu hodnotu **0,986**.

Obě soupravy procesu **Exchange dolly 3** jezdí ve výrobním taktu 12 aut. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.¹³ Jízda dohromady zabírá 348,503 s. Manipulace dohromady zabírá 257,364 s. Chůze dohromady zabírá 94,615 s.

Výpočet workloadu na procesu Exchange dolly 3 se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{348,503+257,364+94,615}{72 \times 12}$$

$$Wl = 0,811$$

Konečný workload procesu má v současném stavu hodnotu **0,811**.

V tabulce 8 se nachází přehled hodnot vypočítaného workloadu na procesech v současném stavu a zastoupení procesů u jednotlivých dílů. Žádná z hodnot není vyšší než jedna, z toho vyplývá že je možné stihnout všechny činnosti na všech procesech.

Tabulka 8 Přehled Workloadu na procesech v současném stavu.

název procesu	hodnota WL	díl A	díl B	díl C	díl D	díl E
P-Lane receiving	0,910	×	×/o	×	×/o	×
AGV loading	0,970	×	×/o	×	×/o	×
Sken sorting Baton-Lane	0,779	×	×/o	×	×/o	×
Delivery S	0,752				×/o	
Delivery 2L	0,801		×/o			
Delivery 6S	0,879					×
Delivery 7S	0,770			×		
Delivery 9	0,850	×				
BP receiving	0,714	o		o		o
BP loading 1	0,824	o		o		
BP loading 2	0,809					o
Exchange dolly 2	0,986					o
Exchange dolly 3	0,811	o		o		
celkem		5,858	3,46	5,778	3,411	6,047

Zdroj: autor

¹³ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu Exchange dolly 3 v současném stavu se nacházejí na listu "SS 13"

Data z tabulky slouží jako podklad pro porovnání navržených variant se současným stavem. Křížkem jsou označeny současné procesy, které se vztahují k dílům, a kolečkem jsou označeny procesy, kterých se týká navrhovaná varianta. Hodnoty sloužící jako východisko pro počítání změn ve vyhodnocovací části se nachází v řádku “celkem“ a jsou označeny tučným písmem.

2.6.2 Metodologie výpočtu ručně manipulované hmotnosti

Při změně balení se může změnit ručně manipulovaná hmotnost. Ruční manipulace s břemenem je definovaná nařízením vlády č. 361/2007 Sb. (Česko, 2025), jako jakákoliv manipulace s břemenem jedním nebo více zaměstnanci, při které může dojít v důsledku špatných ergonomických podmínek k poškození páteře nebo onemocnění z dlouhodobé jednostranné zátěže. Toto zařízení také stanovuje maximální manipulovatelnou hmotnost, která je při častém zvedání a přenášení 30 kg pro muže, respektive 15 kg pro ženy. Kumulativní hmotnost během osmihodinové směny pak nesmí překročit 10 000 kg u mužů, respektive 6 500 kg u žen. Nadměrná manipulovaná hmotnost může potencionálně způsobit pracovní úraz, nemoc z povolání nebo nadměrnou fluktuaci zaměstnanců, proto je dobré sledovat změny v ručně manipulované hmotnosti. Nařízení vlády č. 290/1995 Sb. (Česko, 2023) definuje nemoc z povolání z těžké fyzické zátěže jako chronická onemocnění bederní páteře způsobená dlouhodobým přetěžováním těžkou fyzickou prací, spojená s dočasnou pracovní neschopností pro tuto diagnózu o celkové době trvání alespoň 12 měsíců během posledních 3 let.

Změna v manipulované hmotnosti se projeví pouze u dílů, u kterých je později navrhnutá změna balení, proto by bylo zbytečné počítat ji pro všechny díly. Díl, kterého se manipulovaná hmotnost netýká je díl E.

S plnými boxy se ručně manipuluje jen jednou, a to při ukládání do regálů. S prázdným boxem se manipuluje dvakrát, a to na výrobní lince nebo v Jundate do regálu a poté do vozíku. S víky manipuluje Deliver při zakládání dílu celkem dvakrát na jednu paletu.

Denní spotřeba 524 boxů dílu A je naložena na 96 paletách. Průměrně je na paletě 5,458 boxů. Na jeden box vychází 0,366 manipulace s víkem. V tabulce 9 je znázorněna hmotnost a počet ručních manipulací jednoho boxu dílu A.

Tabulka 9 Manipulovaná hmotnost dílu A v současném stavu.

předmět manipulace	# manipulací	hmotnost [kg]	celkem [kg]
plný box	1	9,35	9,35
prázdný box	2	6,95	13,9
víko palety	0,366	6,5	2,379
			25,629

Zdroj: autor

Při všech ručních manipulacích s jedním boxem musí dohromady zaměstnanci uzvednout 25,629 kg. Při denní potřebě 524 boxů to dělá **13 429,596 kg** ručně manipulované váhy **dílu A**.

Denní spotřeba 48 boxů dílu B je naložena na 8 paletách. Na paletě je vždy 6 boxů. Na jeden box vychází 0,333 manipulace s víkem. V tabulce 10 je znázorněna hmotnost a počet ručních manipulací jednoho boxu dílu B.

Tabulka 10 Manipulovaná hmotnost dílu B v současném stavu.

předmět manipulace	# manipulací	hmotnost [kg]	celkem [kg]
plný box	1	12,45	12,45
prázdný box	2	3,95	7,9
víko palety	0,333	6,5	2,167
			22,517

Zdroj: autor

Při všech ručních manipulacích s jedním boxem musí dohromady zaměstnanci uzvednout 22,517 kg. Při denní potřebě 48 boxů to dělá **1 080,816 kg** ručně manipulované váhy **dílu B**.

Denní spotřeba 244 boxů dílu C je naložena na 48 paletách. Průměrně je na paletě 5,083 boxů. Na jeden box vychází 0,393 manipulace s víkem. V manipulaci plných boxů je u tohoto dílu výjimka, co se týče počtu manipulací. Pracovník montáže neodebírá boxy z regálů, ale pouze odebírá díly z boxů na vozíku a následně dává prázdné boxy na druhý vozík. V tabulce 11 je znázorněna hmotnost a počet ručních manipulací jednoho boxu dílu C.

Tabulka 11 Manipulovaná hmotnost dílu C v současném stavu.

předmět manipulace	# manipulací	hmotnost [kg]	celkem [kg]
plný box	0	12,75	0
prázdný box	1	3,95	3,95
víko palety	0,393	6,5	2,557
			6,507

Zdroj: autor

Při všech ručních manipulacích s jedním boxem musí dohromady zaměstnanci uzvednout 6,507 kg. Při denní potřebě 244 boxů to dělá **1 587,708 kg** ručně manipulované váhy dílu C.

Denní spotřeba 58 boxů dílu D je naložena na 12 paletách. Průměrně je na paletě 4,833 boxů. Na jeden box vychází 0,414 manipulace s víkem. V tabulce 12 je znázorněna hmotnost a počet ručních manipulací jednoho boxu dílu D.

Tabulka 12 Manipulovaná hmotnost dílu D v současném stavu.

předmět manipulace	# manipulací	hmotnost [kg]	celkem [kg]
plný box	1	7,37	7,37
prázdný box	2	3,95	7,9
víko palety	0,414	6,5	2,691
			17,961

Zdroj: autor

Při všech ručních manipulacích s jedním boxem musí dohromady zaměstnanci uzvednout 17,961 kg. Při denní potřebě 58 boxů to dělá **1 041,738 kg** ručně manipulované váhy dílu D.

2.6.3 Metodologie výpočtu provozních nákladů

Změna balení s sebou nese zejména finanční náklady, proto je dobré zjistit, jaké jsou provozní náklady spojené se současným balením.

Zjištěnými provozním nákladem současného balení je vázání palet. Délka použitého provázku se odvíjí od velikosti palety. Paleta se vždy váže po kratší straně, tudíž délka provázku není závislá na délce palety. Šířka palety je vždy 800 mm. Výška palety v místě vázání je 50 mm, výška víka je 80 mm. TMMCZ používá na vázání 2 kg balení provázku MOTOUZ dtex 12 500, z něhož lze dle e-shopu CZECHOBAL, s.r.o., (© 2024) vymotat cca 1 600 m. Jeho momentální cena činí dle interního objednávacího portálu Toyoty 216,7 Kč. Jeden metr provázku tedy vychází na 0,14 Kč. Snížením délky použitého provázku se nesnižuje pouze vynaložená částka ale také ekologická zátěž, kterou společnost vyprodukuje. Změna v nákladech na páskování se projeví pouze u dílů, u kterých je později navrhována změna balení, proto by bylo zbytečné počítat ji pro všechny díly. Díl, kterého se výpočet nákladů netýká je díl E.

U dílu A je výška boxu ve stohu 365 mm. Jelikož není stejný počet pater na paletě je potřeba vypočítat počet dvou a třípatrových palet za den. Výpočet počtu palet je následující:

Proměnné

$$\begin{aligned}x_1 &= \text{počet palet se dvěma patry} \\x_2 &= \text{počet palet se třemi patry}\end{aligned}\quad (4)$$

Číslice 4 a 6 ve druhé omezující podmínce reprezentují počet boxů na dvou a třípatrové paletě.

$$\begin{aligned}x_1 + x_2 &= 96 \\4 \times x_1 + 6 \times x_2 &= 524\end{aligned}$$

Řešení soustavy rovnic

$$x_1 = 26; x_2 = 70$$

Dvoupatrové palety mají výšku 860 mm. Třípatrové palety mají výšku 1 225 mm. Šířka palety je zmíněných 800 mm. Po sečtení výšky a šířky je potřeba vynásobit výsledek dvěma, aby byly obsaženy všechny strany palety. Délka provázku nekopíruje jen obvod palety, ale je k ní přidána i rezerva pro pohodlné vázání. Z výsledků měření vyplynulo, že tato rezerva měří v průměru 500 mm. Tabulka 13 zobrazuje výpočet a hodnoty délky použitého provázku.

Tabulka 13 Délka provázku na zapáskování palet dílu A v současném stavu.

# pater/paleta	délka provázku/paleta [mm]	# palet denně	délka provázku/den [mm]
2	3 820	26	99 320
3	4 080	70	285 600
			384 920

Zdroj: autor

Ze součinu denní spotřeby provázku a ceny za jeden metr provázku se zjistí náklady na zapáskování všech palet **dílu A** během jednoho dne. Tato částka činí **53,89 Kč**.

U dílu B je výška boxu ve stohu 215 mm. Palety jsou vždy složeny ze tří pater. Výška třípatrové palety je 775 mm. Šířka palety je zmíněných 800 mm. K celkové délce provázku v tabulce 14 je přičtena i rezerva 500 mm.

Tabulka 14 Délka provázku na zapáskování palet dílu B v současném stavu.

# pater/paleta	délka provázku/paleta [mm]	# palet denně	délka provázku/den [mm]
3	3 650	8	29 200

Zdroj: autor

Ze součinu denní spotřeby provázku a ceny za jeden metr provázku se zjistí náklady na zapáskování všech palet **dílu B** během jednoho dne. Tato částka činí **4,088 Kč**.

U dílu C je výška boxu ve stohu 215 mm. Jelikož není stejný počet pater na paletě je potřeba vypočítat počet dvou a třípatrových palet za den. Výpočet počtu palet je následující:

Proměnné

$$x_1 = \text{počet palet se dvěma patry} \quad (5)$$

$$x_2 = \text{počet palet se třemi patry}$$

Číslice 4 a 6 ve druhé omezující podmínce reprezentují počet boxů na dvou a třípatrové paletě.

$$x_1 + x_2 = 48$$

$$4 \times x_1 + 6 \times x_2 = 244$$

Řešení soustavy rovnic

$$x_1 = 22; x_2 = 26$$

Dvoupatrové palety mají výšku 560 mm. Třípatrové palety mají výšku 775 mm. Šířka palety je zmíněných 800 mm. K celkové délce provázku v tabulce 15 je přičtena i rezerva 500 mm.

Tabulka 15 Délka provázku na zapáskování palet dílu C v současném stavu.

# pater/paleta	délka provázku/paleta [mm]	# palet denně	délka provázku/den [mm]
2	3 220	22	70 840
3	3 650	26	94 900
			165 740

Zdroj: autor

Ze součinu denní spotřeby provázku a ceny za jeden metr provázku se zjistí náklady na zapáskování všech palet **dílu C** během jednoho dne. Tato částka činní **23,204 Kč**.

U dílu D je výška boxu ve stohu 215 mm. Jelikož není stejný počet pater na paletě je potřeba vypočítat počet dvou a třípatrových palet za den. Výpočet počtu palet je následující:

Proměnné

$$x_1 = \text{počet palet se dvěma patry} \quad (6)$$

$$x_2 = \text{počet palet se třemi patry}$$

Číslice 4 a 6 ve druhé omezující podmínce reprezentují počet boxů na dvou a třípatrové paletě.

$$x_1 + x_2 = 12$$

$$4 \times x_1 + 6 \times x_2 = 58$$

Řešení soustavy rovnic

$$x_1 = 7; x_2 = 5$$

Dvoupatrové palety mají výšku 560 mm. Třípatrové palety mají výšku 775 mm. Šířka palety je zmíněných 800 mm. K celkové délce provázku v tabulce 16 je přičtena i rezerva 500 mm.

Tabulka 16 Délka provázku na zapáskování palet dílu D v současném stavu.

# pater/paleta	délka provázku/paleta [mm]	# palet denně	délka provázku/den [mm]
2	3 220	7	22 540
3	3 650	5	18 250
			40 790

Zdroj: autor

Ze součinu denní spotřeby provázku a ceny za jeden metr provázku se zjistí náklady na zapáskování všech palet **dílu D** během jednoho dne. Tato částka činí **5,711 Kč**.

3 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ INTERNÍ LOGISTIKY V TMMCZ SE ZAMĚŘENÍM NA MATERIÁLOVÝ TOK

V této kapitole jsou zpracovány návrhy na zlepšení toku malých dílů. Návrhy se týkají položek identifikovaných v analýze. Návrhy na zlepšení jsou seřazeny do kategorií a následně aplikovány na konkrétní díly. Více návrhů je předloženo z důvodu nemožnosti řešit všechny díly jako celek výběrem jediného univerzálně proveditelného řešení.

Z kritického zhodnocení materiálového toku v současném stavu se zaměřením na používání balení vyplynulo, že rozdílné rozměry palet způsobují v toku malých dílů Mudu mimo jiné ve formě zbytných jízd nadřizovaného pracovníka. Následující varianty se soustředí na odstranění dlouhých palet z toku malých dílů.

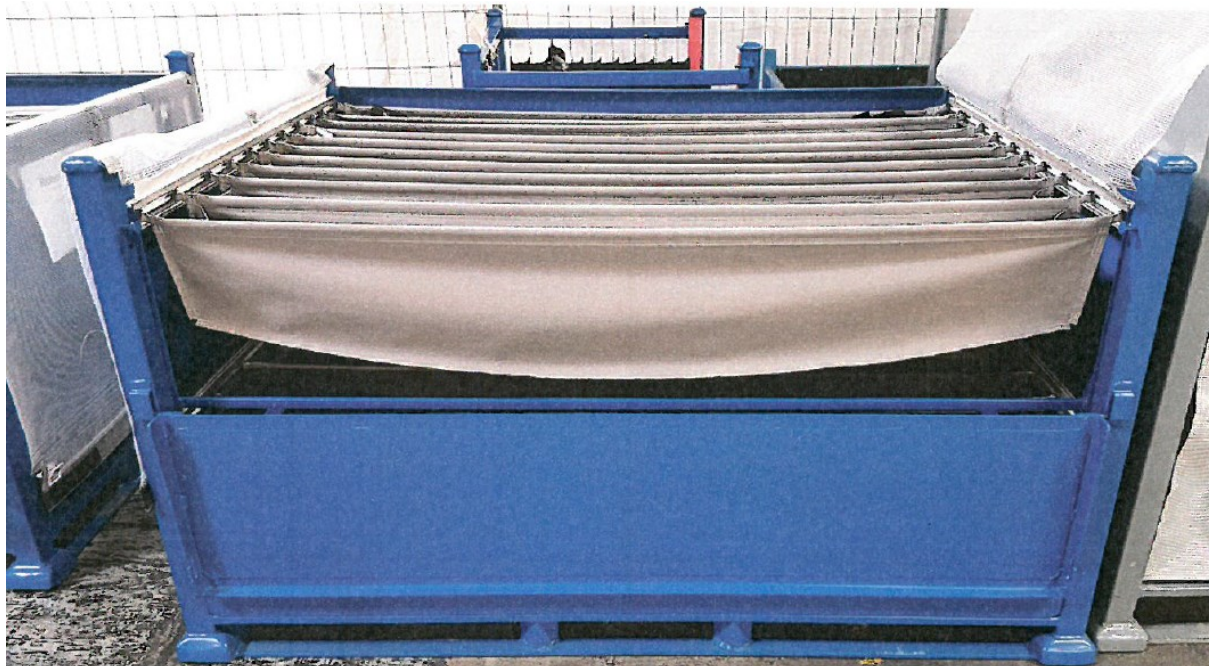
3.1 Změna balení vytvořením nového řešení

Vytvoření nového balení je velice účinná, ale zároveň i nákladná varianta. V první fázi je důležité definovat požadavky na balení a vymyslet systém uložení. V dalším kroku zakreslí specializované oddělení výkres a nechá vyrobit prototyp. Výroba kompletního nového balení je finančně i časově náročná, proto se uvažuje jen když má změna zásadní dopad. Návrh nového řešení je v práci aplikován jen na dva díly s největším počtem palet denně.

3.1.1 Změna balení dílu A

Jelikož cílem je eliminovat dlouhé palety z toku malých dílů a díl A svojí velikostí nejde dát do plastového boxu menšího 1 600 mm, musí být navrženým balením ocelová paleta. Požadavek na paletu je zvýšení boxlotu, protože redukce počtu palet umožní zavážení dílu na výrobní linku pomocí Exchange dolly 3 (zavážkový proces velkých dílů). Dalšími požadavky jsou manipulace v zelené ergo zóně a zamezení poškrábání pohledové části dílu.

Benchmarkem používaného balení v ostatních závodech Toyoty bylo zjištěno, že ve Francii používají na převoz dílu A ocelovou paletu o velikosti 1 600 × 1 200 × 920 mm. Francouzská paleta, jejíž fotografie se nachází na obrázku 29, disponuje boxlotem 16 kusů.

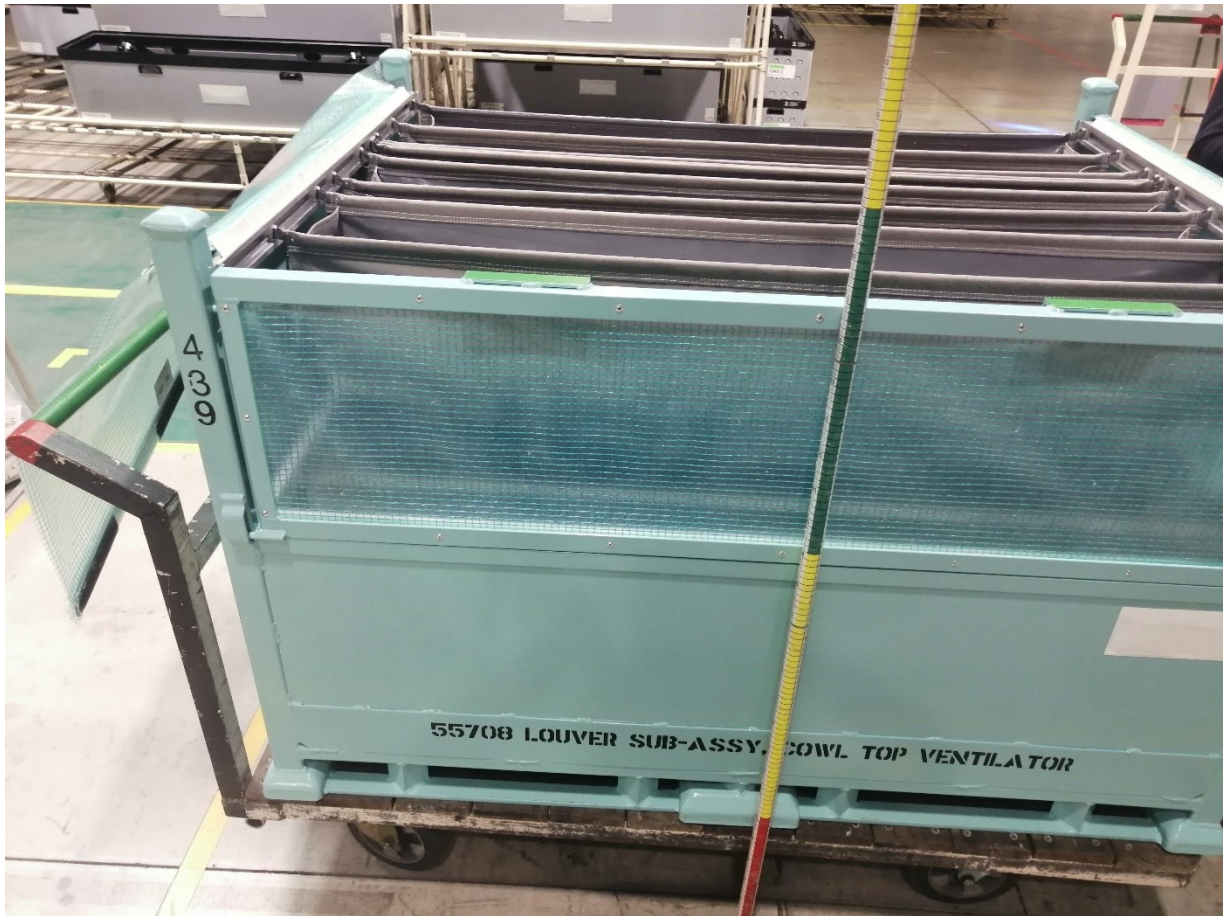


Obrázek 29 Francouzská paleta používaná pro díl A (autor)

Paleta umožňuje stohování ocelových palet se stejným rozměrem základny. Díly jsou uloženy v látkových kapsách zabraňujících tření dílů. Před odebráním dílů se odhrne horní plachta do stran a sklopí se bočnice. Operátor přistupuje k paletě z jedné strany a odebírá díly z látkových kapes, které postupně shrnuje směrem k sobě. Po odebrání všech dílů z horního patra opakuje postup i se spodním patrem. Podrobný postup práce se nachází ve standardu v příloze A.

Testování zapůjčené francouzské palety ukázalo, že sklopné bočnice mají velkou hmotnost sťažující otevírání palety. Osoby odpovědné za vychystávání dílů v SP Jundate navrhly využití lehčích materiálů bočnice a odlišného systému otevírání. Vhodným lehkým materiálem je plachtovina. Z pohledu bezpečnosti bylo vyhodnoceno jako rizikové přiskřípnutí prstů mezi bočnicí a paletu při otevírání. Řešením je přidělení úchopných madel na bočnici.

Výsledný prototyp palety označené jako QA80 s aplikovanými vylepšeními se nachází na obrázku 30.



Obrázek 30 Paleta QA80 pro díl A (autor)

Díky zvýšení boxlotu o 14 dílů, bude stačit na pokrytí denní spotřeby výrobní linky pouze 66 palet. Ty se budou muset dopravovat na linku tokem velkých dílů. Do SP Jundate zajíždí souprava Exchange dolly 3. Na soupravu nakládá palety proces BP loading 1. Operátor soupravy bude pouze vyměňovat vozíky a díly bude z palety vychystávat přímo operátor na vychystávce. Ve SP Jundate se budou muset odstranit regály a nahradit vyznačenými místy pro výměnu vozíků.

Nutnou podmínkou pro zavedení tohoto návrhu je dostatečná kapacita soupravy jedoucí do SP Jundate. Exchange dolly 3 má na svých soupravách dohromady 7 velkých vozíků. Obě soupravy jezdí s díly na 24 aut. Počet jízd za den se vypočítá podle vzorce 7 následovně.

$$n_j = \frac{Q}{d} \quad (7)$$

Kde:

n_j ... Počet jízd [jízdy]

d ... Množství vozidel, které je možné vyrobit z jedné dávky [ks]

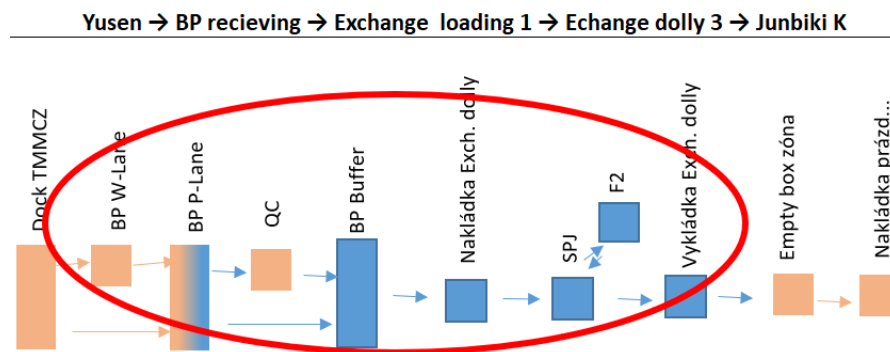
Q ... Množství vozidel, které má být za dané období vyrobeno [ks]

Po dosažení do vzorce (7).

$$n_j = \frac{1045}{24}$$
$$n_j = 43,542$$

Exchange dolly 3 ujede po zaokrouhlení dolů na celé číslo dohromady s každou soupravou 43 jízd za den. Výsledná kapacita souprav je 301 velkých vozíků. V současném stavu je potřeba převést 209 velkých palet. Rozdílem těchto dvou hodnot vznikne dostupná kapacita 92 velkých vozíků. Exchange dolly 3 má dostatečnou kapacitu na zavážení 66 palet dílu A.

Schéma změněného materiálového toku v navrhovaném stavu se nachází na obrázku 31. Změny v toku jsou vyznačeny červeným oválem. Modrou barvou jsou označena místa v materiálovém toku, ve kterých provádí manipulace TMM CZ. Oranžová barva je vyhrazena pro externí poskytovatele logistiky.



Obrázek 31 Schéma změněného toku dílu A (autor)

Na základě denní spotřeby dílu A a vzdálenosti dodavatele bylo obalovými specialisty určeno, že by bylo k zajištění oběhu potřeba objednat 584 palet. Původní jednotková cena palety byla 21 390,69 Kč. Změna materiálu bočnice navýšila cenu o 1 522,38 Kč. Navýšení o dalších 513,79 Kč si vyžádalo přidělení úchopových madel. Konečná jednotková cena činí 23 526,86 Kč. Celková pořizovací cena balení pro tuto variantu by byla 13 681 286,24 Kč.

3.1.2 Změna balení dílu C

Díl C není možné umístit do žádného již používaného balení. Vzhledem k tomu, že provedená fyzická zkouška potvrdila fakt, že díly není možné umístit do boxů menších než 1 600 mm, musí být použita stillage. Požadavky na paletu jsou zejména vysoký boxlot a zamezení namáhání gumy během přepravy. Aby nemuselo dojít k navýšení frekvence a počtu palet, musí mít navrhovaná paleta boxlot alespoň stejně vysoký jako průměrný počet dílů na stávající paletě. Nyní je na 48 paletách přepravováno 244 boxů po 8 dílech. Boxlot nové palety musí být po zaokrouhlení nahoru minimálně 41.

Benchmarkem používaného balení v ostatních závodech Toyoty bylo zjištěno, že ve Francii používají pro podobnou skupinu dílů ocelovou paletu o velikosti $1\ 200 \times 800 \times 975$ mm, která by mohla být využitelná i pro díl C. Provedená zkouška prokázala, že do palety lze umístit až 60 kusů dílu C. Fotografie palety FS2G se nachází na obrázku 32.



Obrázek 32 Francouzská paleta FS2G (autor)

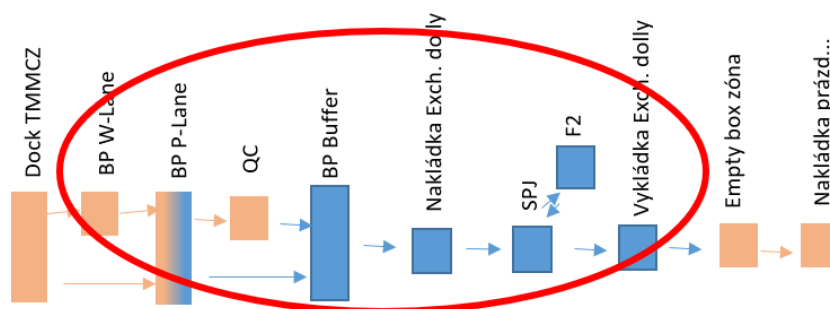
Díky zvýšení boxlotu o 52 dílů, bude stačit na pokrytí spotřeby pouze 33 palet. Ty se budou muset dopravovat na linku tokem velkých dílů. Do SP Jundate zajíždí souprava Exchange dolly 3. Na soupravu nakládá palety proces BP loading 1. Operátor soupravy bude obdobně jako nyní Delivery 7S vyměňovat pouze vozíky a díly bude z palety vychystávat přímo operátor na vychystávce. Ve SP Jundate by nedošlo ke změnám v uspořádání pracoviště, protože se jedná o stejnou velikost vozíků. Se zvýšením boxlotu a snížením fluktuace vozíků způsobené zpožděním dlouhých palet by se mohla ponížít pojistná zásoba vozíku v prostoru SP Jundate.

Nutnou podmínkou pro zavedení tohoto návrhu je dostatečná kapacita soupravy jedoucí do SP Jundate. Tímto směrem jezdí soupravy Exchange dolly 3 jejichž dostupné kapacity jsou známé z předchozího výpočtu pro díl A. V předchozím návrhu rozdílem těchto dvou hodnot vznikne dostupná kapacita 92 velkých vozíků. Exchange dolly 3 má sice dostatečnou kapacitu na zavážení 33 palet dílu C, ale pokud by se aplikovala změna pro díl A i C bylo by zároveň nezbytně nutné provést úpravu v podobě přidání dalšího dlouhého vozíku nebo rekombinací s jinými kurzy jedoucími stejným směrem.

Schéma změněného materiálového toku v navrhovaném stavu se nachází na obrázku 33. Změny v toku jsou vyznačeny červeným oválem. Modrou barvou jsou označena místa

v materiálovém toku, ve kterých provádí manipulace TMMCZ. Oranžová barva je vyhrazena pro externí poskytovatele logistiky.

Yusen → BP-lane recieving → Exchange dolly loading → Exchange dolly 3 → Junbiki K



Obrázek 33 Schéma změněného toku dílu C (autor)

Na základě denní spotřeby dílu C a vzdálenosti dodavatele bylo obalovými specialisty určeno, že by bylo pro zajištění oběhu potřeba objednat 301 palet. Jednotková cena palety byla odhadnuta na 13 558 Kč. Celková pořizovací cena balení by pro tuto variantu byla 4 080 958 Kč.

3.2 Změna balení využitím existujícího řešení

Další možností je využití již existujícího balení. Tato varianta je velice výhodná v případě, že je možné v portfoliu již používaných boxů nalézt obal, který by splňoval rozměrové a kvalitativní požadavky dílu a zároveň nepřesahoval svými rozměry velikost vozíků v toku malých dílů.

Analýzou používaného balení v TMMCZ bylo zjištěno, že dva díly je možné umístit do již používaného obalu pro jiné díly.

3.2.1 Změna balení dílu B

Díl B pro model G1B je přepravován v campálových boxech QC81 (1281) o rozměrech 1 200 × 800 × 105 mm. Fotka campálového boxu s díly na G1B se nachází na obrázku 34.



Obrázek 34 Campálový box dílu B pro model G1B (autor)

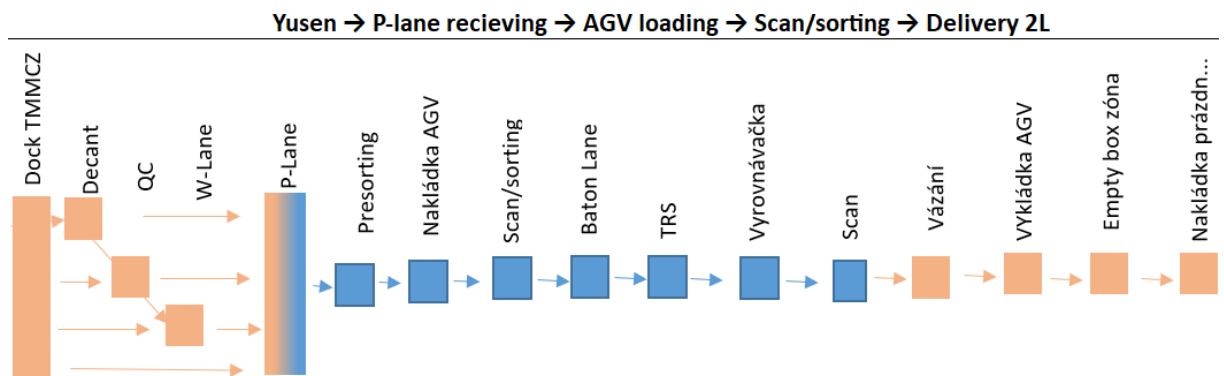
Fyzická zkouška ukázala, že je možné uspořádat díly do kratšího boxu, pouze při snížení boxlotu z 10 na 8 stejně jako to je nyní u G1B. Uspořádání se nachází na fotce 35.



Obrázek 35 Díl B pro model G3 umístěný v boxu pro díl B modelu G1B (autor)

Spolu se snížením boxlotu o dva díly je nezbytné také zvýšit denní počet boxů. Na stejné množství dílů bude potřeba 60 boxů. Větší počet boxů se neprojeví na počtu palet, protože navrhované balení je nižší než původní a umožňuje zestohování až 10 boxů na sebe. U navrhovaného balení tvoří patro vždy jeden box. Hmotnost navrhovaného prázdného boxu je 3,7 kg. Víko na standardní paletě váží 5,75 kg.

Palety bude možné vozit na výrobní linku stejným tokem jako doposud podle obrázku 36, který je zkopírován ze druhé kapitoly.



Obrázek 36 Nezměněné schéma toku dílu B (autor)

Na základě denní spotřeby dílu B a vzdálenosti dodavatele bylo obalovými specialisty určeno, že by bylo pro zajištění oběhu potřeba objednat 453 boxů. Jednotková cena boxu byla odhadnuta na 1 109,29 Kč. Celková pořizovací cena balení pro tuto variantu by byla 502 508,37 Kč.

3.2.2 Změna balení dílu D

Díl D měří cca 1 210 mm na délku. Pokud by byly díly mírně nakloněné, mělo by je jít uspořádat do 1 200 mm dlouhých boxů s větší výškou než 300 mm. Když byl vyzkoušen box s nižší výškou, díl nešel naklonit a do boxu se nevešel viz. obrázek 37.



Obrázek 37 Díl D umístěný do plastového boxu o délce 1 200 mm (autor)

Tomuto požadavku na výšku boxu odpovídá campálový box QC45 (1245) o rozměrech 1 200 × 400 × 485 mm. Díly se do boxu dají uložit, ale vzniká zde problém při naklonění s mačkáním dílu. Mačkání dílu by vyřešila vhodně vytvořená dunnage ve tvaru sklopené podložky. Fotka uložení dílu v boxu se nachází na fotce 38.



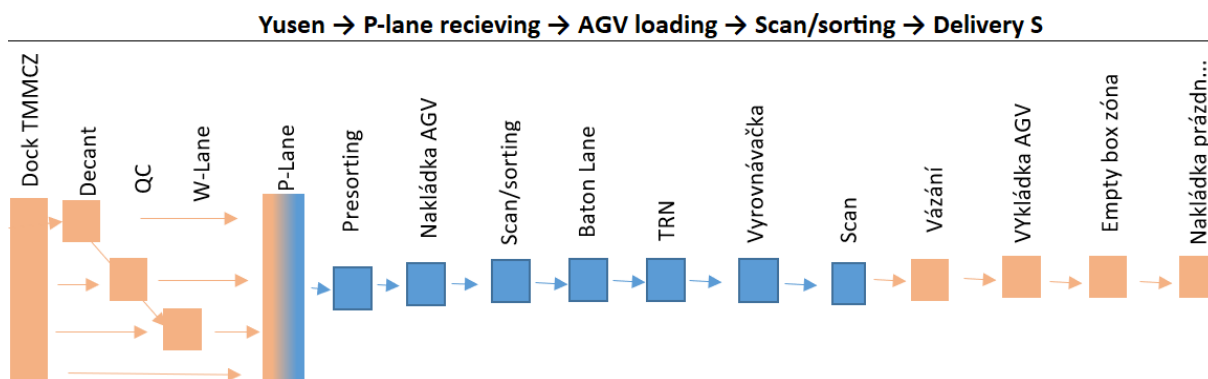
Obrázek 38 Uložení dílu D v boxu QC45 (autor)

Původní boxlot 18 kusů sice zůstane nezměněn, ale vybraný box má vyšší výšku, a tudíž i nižší limit boxů na paletě. Limitní jsou čtyři boxy na paletu. Místo původních 12 palet bude potřeba zavést na výrobní linku 16 palet denně. U navrhovaného balení tvoří patro vždy dva boxy. Hmotnost navrhovaného prázdného boxu je 4,95 kg. Víko na standardní paletě váží 5,75 kg.

Kapacitu soupravy procesu Delivery D není potřeba i přes zvýšení počtu palet počítat, protože soupravy s malými díly jezdí po obdobných trasách a je tudíž velmi flexibilní provádění

změn v naložení souprav. V praxi se tak často mění kombinace souprava-díl podle spotřeby v aktuální periodě s ohledem na rovnoměrné vytižení procesů (Heijunka).

Samotný tok dílu zůstane opět beze změny podle obrázku 39.



Obrázek 39 Nezměněné schéma toku dílu D (autor)

Na základě denní spotřeby dílu D a vzdálenosti dodavatele bylo obalovými specialisty určeno, že pro zajištění oběhu by bylo potřeba objednat 265 boxů. Jednotková cena boxu byla odhadnuta na 1 848,82 Kč. Celková pořizovací cena balení pro tuto variantu by byla 489 937,3 Kč.

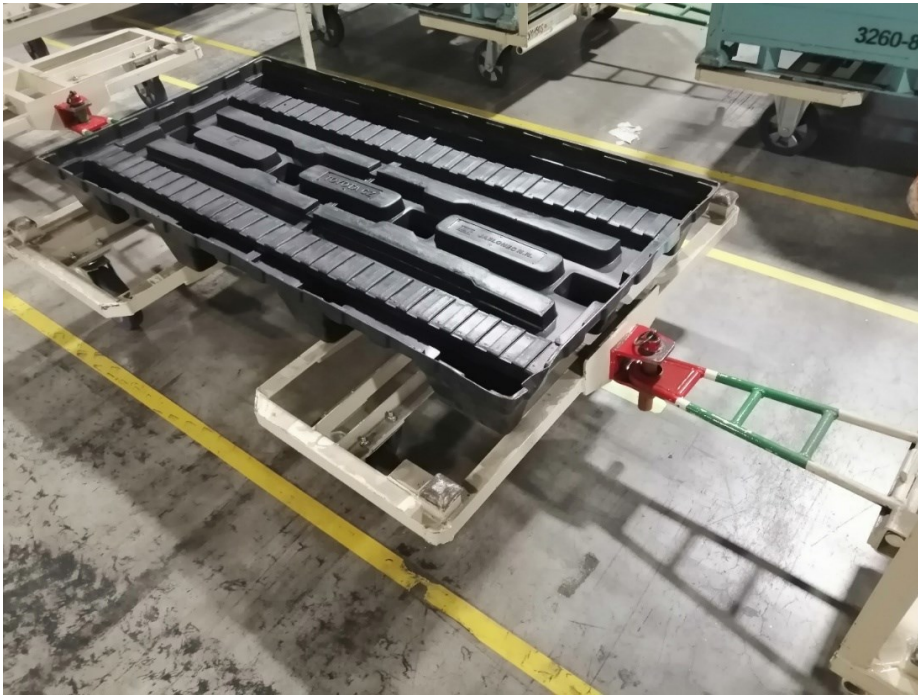
3.3 Změna toků dílu E beze změny balení

Variantou s nejmenším dopadem je samostatná změna toku dílů beze změny současného balení. Jelikož délka dlouhé palety neodpovídá povaze toku malých dílů, nabízí se otázka přesunutí dlouhých campálových palet do toku velkých dílů. Zjištěnými omezujícími parametry jsou vzájemná nestohovatelnost plastových a ocelových palet, rozdíl v rozměrech mezi vozíky a dlouhou paletou, absence skenovací brány v oblasti toku velkých dílů a kapacita Exchange souprav.

Nestohovatelnost rozdílných typů palet se projeví v BP P-Lane a v BP bufferu. BP P-Lane disponují dostatečnou kapacitou na přidání palet s nekompatibilním stohováním. V BP bufferu bude muset proběhnout úprava softwaru zodpovědného za přiřazování pozice, aby nedošlo k situaci, kdy by aplikace umístila do stejného místa campálové i ocelové palety.

Na Exchange soupravách se vyskytuje více typů vozíků. Základní malý vozík odpovídá velikosti 1 200 × 800 mm. Základní velký vozík odpovídá velikost 1 600 × 1 200 mm. Dalšími vozíky jsou speciálně rozměrově provedené vozíky pro konkrétní rozměrově nestandardní palety. Jednou možností by bylo do současných souprav přidat dlouhé vozíky, které vozí campálové palety nyní. Toto řešení naráží na problém s plným počtem vozíků v soupravách. Maximální počet vozíků v soupravě je 6 nebo 7, podle poměru malých a velkých vozíků na

soupravě. Navíc by se tím snižovala flexibilita soupravy, z tohoto důvodu je lepší řešení využít upravené stávající vozíky 1 600 × 1 200 mm. Na obrázku 40 se nachází fotka možného umístění palety na vozíku.

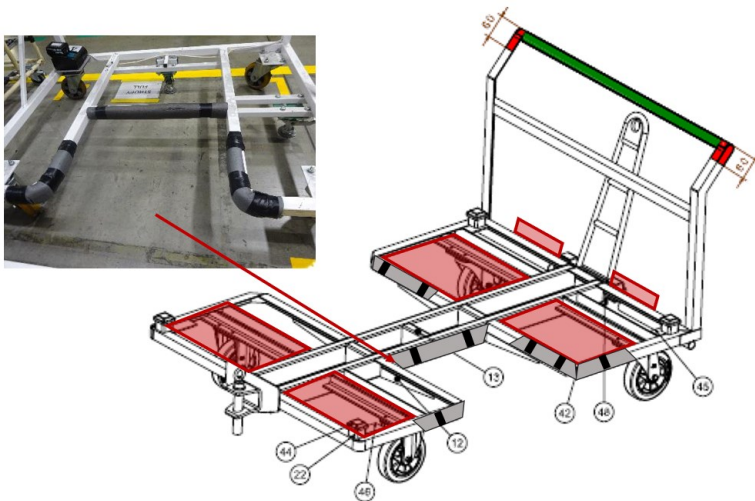


Obrázek 40 Umístění plastové palety na vozík toku velkých dílů (autor)

Poloha ve středu vozíku je zvolena záměrně, kvůli nutnosti zachovat možnost odebírat boxy z obou stran soupravy. Na vozíku je nutné provést úpravy, které by umožnily lepší uchycení palety a zvýšily bezpečnost pro operátory. Následující výčet popisuje navrhované úpravy.

- Navaření patek v přední části vozíku (zabraňují posunu palety v ose x).
- Navaření plošek v místě dotyku sloupků palety s vozíkem.
- Přidělení pěnových výztuh v pracovním místě operátora (bezpečnost).

Výše popsané úpravy jsou vizualizovány na obrázku 41.



Obrázek 41 Vizualizace nutných úprav vozíku toku velkých dílů (autor)

Nejpalčivější problémem navrhovaného řešení je absence skenovací brány. Všechny boxy musí být naskenovány ve skenovací bráně. Skenovací brána se nachází v prostoru, kudy nevedou trasy Exchange souprav. Výstavba sekundární skenovací brány v oblasti velkých dílů by byla nákladná investice, zvláště v kontextu nízkého denního objemu dvou palet. Jedním řešením by mohlo být zajištění možnosti ručního skenování těchto palet u dodavatele skenovacího systému. Druhým řešením je vyjednat s dodavatelem dílu E výjimku, díky které by nebylo potřebné skenovat campálové boxy vůbec.

Nutnou podmínkou pro zavedení tohoto návrhu je dostatečná kapacita soupravy jedoucí na finální linku. Na linku F1W a F1E jezdí Exchange dolly 2, která má na svých soupravách dohromady 5 velkých vozíků. Obě soupravy jezdí dohromady s díly na 36 aut.

Výpočet jízd po dosazení do vzorce (7) je následující.

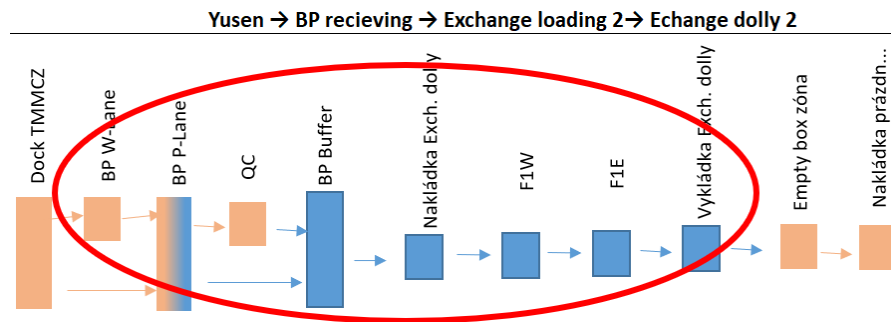
$$n_j = \frac{1045}{36}$$

$$n_j = 29,028$$

Exchange dolly 2 ujede po zaokrouhlení na celé číslo dohromady s každou soupravou 29 jízd za den. Výsledná kapacita souprav je 145 velkých vozíků. V současném stavu je potřeba převést 124 velkých palet. Rozdílem těchto dvou hodnot vznikne dostupná kapacita 21 velkých vozíků. Exchange dolly 2 má dostatečnou kapacitu na zavážení dvou palet dílu E.

Obrázek navrhovaného materiálového toku dílu E je na obrázku 42. Změny v toku jsou vyznačeny červeným oválem. Modrou barvou jsou označena místa v materiálovém toku, ve

kterých provádí manipulace TMMCZ. Oranžová barva je vyhrazena pro externí poskytovatele logistiky.



Obrázek 42 Schéma změněného toku dílu E (autor)

Vzhledem k faktu, že vozíky si vyrábí a upravuje Toyota sama a zároveň jako materiál by se mohly použít nepotřebné dlouhé vozíky, bylo určeno, že tato varianta by neměla žádné pořizovací náklady.

4 VYHODNOCENÍ NÁVRHŮ NA ZLEPŠENÍ INTERNÍ LOGISTIKY V TMM CZ SE ZAMĚŘENÍM NA MATERIÁLOVÝ TOK

Obsahem této kapitoly je vyhodnocení variant navržených v předchozí kapitole. První část této kapitoly se věnuje posouzením konkrétních variant aplikovaných na konkrétní díly na základě komparací současného a budoucího stavu ukazatelů workloadu, ručně manipulované hmotnosti a finančních nákladů. Druhá část se zabývá vyhodnocením celkového dopadu při využití všech návrhů a naznačením možných scénářů budoucího vývoje.

4.1 Vyhodnocení změn pro jednotlivé díly

Výsledkem navržených změn je odstranění abnormalit, které jsou popsány ve druhé kapitole. Odstranění těchto abnormalit je možné jen v případě, že budou aplikovány všechny změny. Pro detailnější posouzení dopadů jednotlivých změn na v TMM CZ používané ukazatele slouží tento pododdíl.

4.1.1 Vyhodnocení navržených změn pro díl A

Navrhovanou změnou u dílu A je umístění dílů do toku velkých dílů v nově vytvořené ocelové paletě.

Z toku malých dílů se díky změně balení odstraní 524 boxů na 96 paletách denně. To se projeví na procesech toku malých dílů následovně.

Na procesu **P-Lane receiving** jízda dohromady zabere 921,995 s. Manipulace dohromady zabere 1169,604 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 10,885. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.¹⁴ Výpočet workloadu na procesu P-Lane receiving se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{921,995 + 1169,604}{72 \times 10,885}$$
$$Wl = 2,669$$

Hodnota je platná pro tři operátory, kteří proces zajišťují. Po přepočítání na jednu osobu vychází nová hodnota workloadu na **0,89**.

Na procesu **nakládání palet malých dílů na AGV** jízda dohromady zabere 790,281 s. Manipulace dohromady zabere 696,889 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 10,885. Podrobné

¹⁴ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu P-Lane receiving v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "A1"

výpočty se nachází v datovém souboru.¹⁵ Výpočet workloadu na procesu nakládání palet malých dílů na AGV se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{790,281+696,889}{72 \times 10,885}$$
$$Wl = 1,898$$

Hodnota je platná pro dva operátory, kteří proces zajišťují. Po přepočítání na jednu osobu vychází nová hodnota workloadu na **0,949**.

Na procesu **skenování a třídění palet na Baton Lane** manipulace dohromady zabere 742,54 s. Chůze dohromady zabere 211,23 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 10,885. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.¹⁶ Výpočet workloadu na procesu skenování a třídění palet na Baton Lane se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{742,54+211,23}{72 \times 10,885}$$
$$Wl = 1,221$$

Hodnota je platná pro dva operátory, kteří proces zajišťují. Po přepočítání na jednu osobu vychází nová hodnota workloadu na **0,608**.

Na procesu **Delivery 9** jízda dohromady zabere 251,497 s. Manipulace dohromady zabere 271,593 s. Chůze dohromady zabere 64,8 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 10,885. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.¹⁷ Výpočet workloadu na procesu Delivery 9 se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{251,497+271,593+64,8}{72 \times 10,885}$$
$$Wl = 0,75$$

Konečný workload procesu má v navrhovaném stavu hodnotu **0,75**.

Na workloadu procesů velkých dílů se přidání 66 palet dílu A projeví následovně.

Na procesu **BP receiving** jízda dohromady zabere 294,832 s. Manipulace dohromady zabere 299,992 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 10,885. Podrobné výpočty se nachází

¹⁵ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu nakládání palet malých dílů na AGV v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "A2"

¹⁶ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu skenování a třídění palet na Baton Lane v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "A3"

¹⁷ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu Delivery 9 v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "A4"

v datovém souboru.¹⁸ Výpočet workloadu na procesu BP receiving se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{294,832+299,992}{72 \times 10,885}$$
$$Wl = 0,759$$

Konečný workload procesu má v navrhovaném stavu hodnotu **0,759**.

Na procesu **BP loading 1** jízda dohromady zabere 433,568 s. Manipulace dohromady zabere 272,714 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 10,885. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.¹⁹ Výpočet workloadu na procesu BP loading 1 se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{433,568+272,714}{72 \times 10,885}$$
$$Wl = 0,901$$

Konečný workload procesu má v navrhovaném stavu hodnotu **0,901**.

Na procesu **Exchange dolly 3** jízda dohromady zabere 348,503 s. Manipulace dohromady zabere 298,242 s. Chůze dohromady zabere 94,615 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 12. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.²⁰ Výpočet workloadu na procesu Exchange dolly 3 se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{348,503+298,242+94,615}{72 \times 12}$$
$$Wl = 0,858$$

Konečný workload procesu má v navrhovaném stavu hodnotu **0,858**.

V tabulce 17 se nachází pro porovnání přehled výsledků ze současného a navrhovaného stavu.

¹⁸ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu BP receiving v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "A5"

¹⁹ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu BP loading 1 v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "A6"

²⁰ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu Exchange dolly 3 v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "A7"

Tabulka 17 Přehled Workloadu na procesech dílu A v současném a navrhovaném stavu.

tok	název procesu	současný stav	navrhovaný stav
tok malých dílů	P-Lane receiving	0,910	0,890
tok malých dílů	AGV loading	0,970	0,949
tok malých dílů	Sken sorting Baton-Lane	0,779	0,608
tok malých dílů	Delivery 9	0,850	0,750
tok velkých dílů	BP receiving	0,714	0,759
tok velkých dílů	BP loading 1	0,824	0,901
tok velkých dílů	Exchange dolly 3	0,811	0,858
		5,858	5,715

Zdroj: autor

V tabulce je patrný nižší Workload na procesech malých dílů v důsledku úbytku plastových palet a vyšší Workload na procesech velkých dílů. Konečné sumy hodnot se nacházejí v řádku celkem. Tyto hodnoty je možné dosadit do vzorce 3.

$$Ik_z = \left(\frac{5,715}{5,858} \right)$$

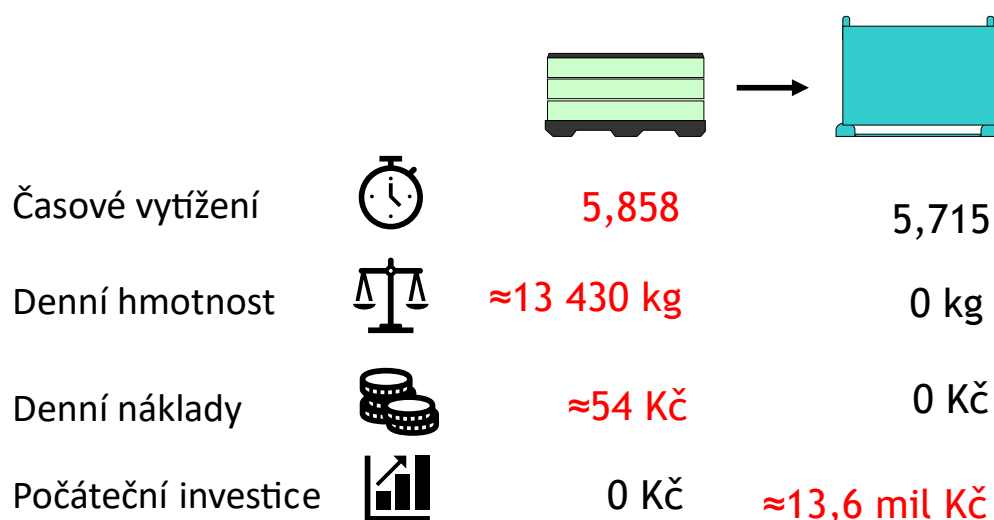
$$Ik_z = 0,976$$

Při uskutečnění navrhované změny dojde k 2,4% zlepšení časové náročnosti na procesech oproti současnému stavu.

Změnou balení dojde k úplnému odstranění ruční manipulace s boxy. Manipulace s díly bude pobíhat jen prostřednictvím výměny vozíků. Při výměně vozíků nedochází ke zvedání ale pouze ke tlačení, což je fyzicky mnohem méně náročné a do manipulované hmotnosti se nezapočítává. Díky novému balení dojde k úspoře 13 429,596 kg denně.

Z hlediska finančních nákladů dojde k dennímu ušetření nákladů na páskování ve výši 53,89 Kč. Výroba všech 524 potřebných palet byla vykalkulována na 13 681 286,24 Kč.

Na obrázku 43 se nachází vizuální porovnání výsledků ze všech počítaných ukazatelů.



Obrázek 43 Side by side analýza dílu A (autor)

4.1.2 Vyhodnocení navržených změn pro díl B

Navrhovanou změnou u dílu B je umístění dílů do rozměrově vhodnějších boxů V toku malých dílů se v souvislosti se změnou balení zvýší počet boxů o 12 za den. Počet palet zůstane nezměněn. To se projeví na procesech toku malých dílů následovně.

Na procesu **P-Lane receiving** nedojde k žádné změně. Hodnota workloadu bude vycházet **0,91**. Výpočet je popsán v datovém souboru.²¹

Na procesu **nakládání palet malých dílů na AGV** také nedojde k žádné změně. Hodnota workloadu bude vycházet **0,97**. Výpočet je popsán v datovém souboru.²²

Na procesu **skenování a třídění palet na Baton Lane** manipulace dohromady zabere 900,097 s. Chůze dohromady zabere 298,96 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 10,885. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.²³ Výpočet workloadu na procesu skenování a třídění palet na Baton Lane se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{900,097 + 298,96}{72 \times 10,885}$$

$$Wl = 1,53$$

²¹ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu P-Lane receiving se nacházejí na listu "SS 1"

²² Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu nakládání palet malých dílů na AGV se nacházejí na listu "SS 2"

²³ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu skenování a třídění palet na Baton Lane v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "B1"

Hodnota je platná pro dva operátory, kteří proces zajišťují. Po přepočítání na jednu osobu vychází nová hodnota workloadu na **0,765**

Na procesu **Delivery 2L** se počet boxů projeví na manipulaci. Jízda dohromady zabere 419,162 s. Manipulace dohromady zabere 696,192 s. Chůze dohromady zabere 142,523 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 21,771. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.²⁴ Výpočet workloadu na procesu Delivery 2L se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{419,162+696,192+142,523}{72 \times 21,771}$$

$$Wl = 0,802$$

Konečný workload procesu má v navrhovaném stavu hodnotu **0,802**.

V tabulce 18 se nachází pro porovnání přehled výsledků ze současného a navrhovaného stavu.

Tabulka 18 Přehled Workloadu na procesech dílu B v současném a navrhovaném stavu.

tok	název procesu	současný stav	navrhovaný stav
tok malých dílů	P-Lane receiving	0,910	0,910
tok malých dílů	AGV loading	0,970	0,970
tok malých dílů	Sken sorting Baton-Lane	0,779	0,765
tok malých dílů	Delivery 2L	0,801	0,802
		3,46	3,447

Zdroj: autor

V tabulce je patrné snížení počtu rozpojení soupravy na procesu skenování a třídění palet na Baton Lane. Přírůstek boxů se projevil na zvýšení Workloadu procesu Delivery 2. Konečné sumy hodnot se nacházejí v posledním řádku. Tyto hodnoty je možné dosadit do vzorce 3.

$$Ik_z = \left(\frac{3,447}{3,46} \right)$$

$$Ik_z = 0,996$$

Při uskutečnění navrhované změny dojde k 0,4% zlepšení časové náročnosti na procesech oproti současnému stavu.

Denní spotřeba 60 boxů dílu B bude naložena na 8 paletách. Na paletě bude průměrně 7,5 boxů. Na jeden box vychází 0,267 manipulace s víkem. V tabulce 19 je znázorněna hmotnost a počet ručních manipulací jednoho boxu dílu B.

²⁴ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu Delivery 2L v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "B2"

Tabulka 19 Manipulovaná hmotnost dílu B v navrhovaném stavu.

předmět manipulace	# manipulací	hmotnost [kg]	celkem [kg]
plný box	1	10,5	10,5
prázdný box	2	3,7	7,4
víko palety	0,267	5,75	1,535
			19,435

Zdroj: autor

Při všech ručních manipulacích s jedním boxem musí dohromady zaměstnanci uzvednout 19,435 kg. Při denní potřebě 60 boxů se manipulovaná váha **dílu B** vyšplhá na **1 166,1 kg**.

U navrhovaného balení bude výška boxu ve stohu 105 mm. Jelikož nebude stejný počet pater na paletě je potřeba vypočítat počet sedmi a šestipatrových palet za den. Výpočet počtu palet je následující:

Proměnné

$$x_1 = \text{počet palet se sedmi patry} \quad (8)$$

$$x_2 = \text{počet palet s osmi patry}$$

Číslice 6 a 8 ve druhé omezující podmínce reprezentují počet boxů na tří a čtyřpatrové paletě.

$$x_1 + x_2 = 8$$

$$6 \times x_1 + 8 \times x_2 = 60$$

Řešení soustavy rovnic

$$x_1 = 4; x_2 = 4$$

Sedmipatrové palety mají výšku 865 mm. Čtyřpatrové palety mají výšku 970 mm. Šířka palety je zmíněných 800 mm. K celkové délce provázku v tabulce 20 je přičtena i rezerva 500 mm.

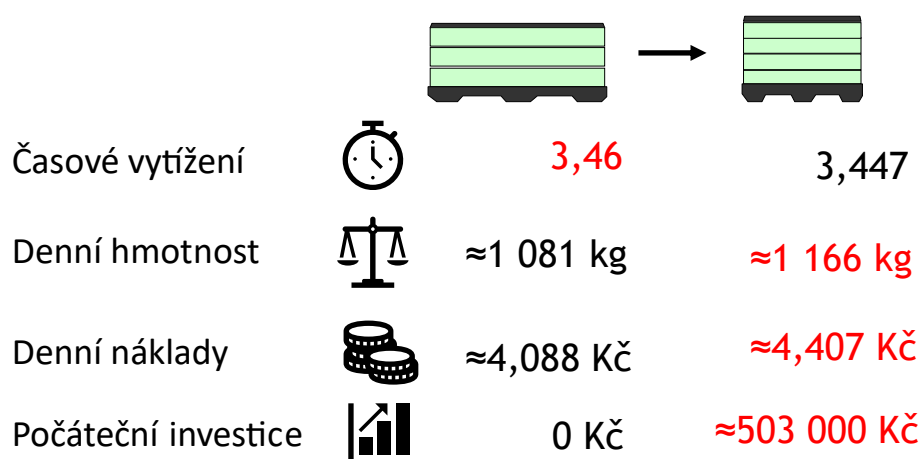
Tabulka 20 Délka provázku na zapáskování palet dílu B v navrhovaném stavu.

# pater/paleta	délka provázku/paleta [mm]	# palet denně	délka provázku/den [mm]
7	3 830	4	15 320
8	4 040	4	16 160
			31 480

Zdroj: autor

Ze součinu denní spotřeby provázku a ceny za jeden metr provázku 0,14 Kč/m se zjistí náklady na zapáskování všech palet **dílu B** během jednoho dne. Tato částka činí **4,407 Kč**. Výroba všech 453 potřebných boxů byla vykalkulována na 502 508,37 Kč.

Na obrázku 44 se nachází vizuální porovnání výsledků ze všech počítaných ukazatelů.



Obrázek 44 Side by side analýza dílu B (autor)

4.1.3 Vyhodnocení navrhnutých změn pro díl C

Navrhovanou změnou u dílu C je umístění dílů do toku velkých dílů v nově vytvořené ocelové paletě.

Z toku malých dílů se díky změně balení odstraní 244 boxů na 48 paletách denně. To se projeví na procesech toku malých dílů následovně.

Na procesu **P-Lane receiving** jízda dohromady zabere 932,476 s. Manipulace dohromady zabere 1182,928 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 10,885. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.²⁵ Výpočet workloadu na procesu P-Lane receiving se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{923,476 + 1182,928}{72 \times 10,885}$$

$$Wl = 2,7$$

Hodnota je platná pro tři operátory, kteří proces zajišťují. Po přepočítání na jednu osobu vychází nová hodnota workloadu na **0,9**.

Na procesu **nakládání palet malých dílů na AGV** jízda dohromady zabere 799,265 s. Manipulace dohromady zabere 704,828 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 10,885. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.²⁶ Výpočet workloadu na procesu nakládání palet malých dílů na AGV se počítá podle vzorce 2 následovně.

²⁵ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu P-Lane receiving v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "C1"

²⁶ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu nakládání palet malých dílů na AGV v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "C2"

$$Wl = \frac{799,265+704,828}{72 \times 10,885}$$

$$Wl = 1,919$$

Hodnota je platná pro dva operátory, kteří proces zajišťují. Po přepočítání na jednu osobu vychází nová hodnota workloadu na **0,96**.

Na procesu **skenování a třízení palet na Baton Lane** manipulace dohromady zabere 827,12 s. Chůze dohromady zabere 258,51 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 10,885. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.²⁷ Výpočet workloadu na procesu skenování a třízení palet na Baton Lane se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{827,12+258,51}{72 \times 10,885}$$

$$Wl = 1,385$$

Hodnota je platná pro dva operátory, kteří proces zajišťují. Po přepočítání na jednu osobu vychází nová hodnota workloadu na **0,693**.

Na procesu **Delivery 7S** jízda dohromady zabere 706,587 s. Manipulace dohromady zabere 359,82 s. Chůze dohromady zabere 64,8 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 21,771. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.²⁸ Výpočet workloadu na procesu Delivery 7S se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{706,587+359,82+64,8}{72 \times 21,771}$$

$$Wl = 0,722$$

Konečný workload procesu má v navrhovaném stavu hodnotu **0,722**.

Na workloadu procesů velkých dílů se přidání 33 palet dílu C projeví následovně.

Na procesu **BP receiving** jízda dohromady zabere 286,168 s. Manipulace dohromady zabere 291,166 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 10,885. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.²⁹ Výpočet workloadu na procesu BP receiving se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{286,168+291,166}{72 \times 10,885}$$

$$Wl = 0,737$$

²⁷ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu skenování a třízení palet na Baton Lane v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "C3"

²⁸ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu Delivery 7S v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "C4"

²⁹ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu BP receiving v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "C5"

Konečný workload procesu má v navrhovaném stavu hodnotu **0,737**.

Na procesu **BP loading 1** jízda dohromady zabere 414,973 s. Manipulace dohromady zabere 261,018 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 10,885. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.³⁰ Výpočet workloadu na procesu BP loading 1 se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{414,973+261,018}{72 \times 10,885}$$

$$Wl = 0,863$$

Konečný workload procesu má v navrhovaném stavu hodnotu **0,863**.

Na procesu **Exchange dolly 3** jízda dohromady zabere 348,503 s. Manipulace dohromady zabere 277,83 s. Chůze dohromady zabere 94,615 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 12. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.³¹ Výpočet workloadu na procesu Exchange dolly 3 se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{348,503+277,83+94,615}{72 \times 12}$$

$$Wl = 0,834$$

Konečný workload procesu má v navrhovaném stavu hodnotu **0,834**.

V tabulce 21 se nachází pro porovnání přehled výsledků ze současného a navrhovaného stavu.

Tabulka 21 Přehled Workloadu na procesech dílu C v současném a navrhovaném stavu.

tok	název procesu	současný stav	navrhovaný stav
tok malých dílů	P-Lane receiving	0,910	0,900
tok malých dílů	AGV loading	0,970	0,960
tok malých dílů	Sken sorting Baton-Lane	0,779	0,693
tok malých dílů	Delivery 7S	0,770	0,722
tok velkých dílů	BP receiving	0,714	0,737
tok velkých dílů	BP loading 1	0,824	0,863
tok velkých dílů	Exchange dolly 3	0,811	0,834
		5,778	5,709

Zdroj: autor

³⁰ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu BP loading 1 v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "C6"

³¹ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu Exchange dolly 3 v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "C7"

V tabulce je patrný nižší Workload na procesech malých dílů v důsledku úbytku plastových palet a vyšší Workload na procesech velkých dílů. Konečné sumy hodnot se nacházejí v řádku celkem. Tyto hodnoty je možné dosadit do vzorce 3.

$$Ik_z = \left(\frac{5,709}{5,778} \right)$$

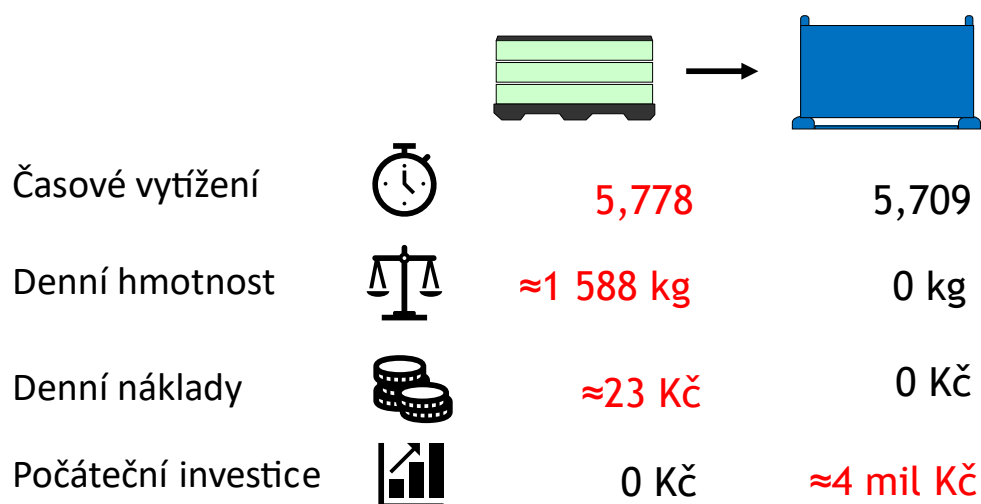
$$Ik_z = 0,988$$

Při uskutečnění navrhované změny dojde k 1,2% zlepšení časové náročnosti na procesech oproti současnému stavu.

Změnou balení dojde k úplnému odstranění ruční manipulace s boxy. Manipulace s díly bude pobíhat jen prostřednictvím výměny vozíků. Při výměně vozíků nedochází ke zvedání ale pouze ke tlačení, což je fyzicky mnohem méně náročné a do manipulované hmotnosti se nezapočítává. Díky novému balení dojde k úspoře 1 587,708 kg denně.

Z hlediska finančních nákladů dojde k dennímu ušetření nákladů na páskování ve výši 23,204 Kč. Výroba všech 301 potřebných palet byla vykalkulována na 4 080 958 Kč.

Na obrázku 45 se nachází vizuální porovnání výsledků ze všech počítaných ukazatelů.



Obrázek 45 Side by side analýza dílu C (autor)

4.1.4 Vyhodnocení navrhnutých změn pro díl D

Navrhovanou změnou u dílu D je umístění dílů do rozměrově vhodnějších boxů. V toku malých dílů se v souvislosti se změnou balení zvýší počet palet o 4 za den. Počet boxů zůstane nezměněn. To se projeví na procesech toku malých dílů následovně.

Na procesu **P-Lane receiving** jízda dohromady zabere 943,903 s. Manipulace dohromady zabere 1197,392 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 10,885. Podrobné výpočty se

nachází v datovém souboru.³² Výpočet workloadu na procesu P-Lane receiving se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{943,903+1197,392}{72 \times 10,885}$$
$$Wl = 2,732$$

Hodnota je platná pro tři operátory, kteří proces zajišťují. Po přepočítání na jednu osobu vychází nová hodnota workloadu na **0,911**.

Na procesu **nakládání palet malých dílů na AGV** jízda dohromady zabere 809,059 s. Manipulace dohromady zabere 713,446 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 10,885. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.³³ Výpočet workloadu na procesu nakládání palet malých dílů na AGV se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{809,059+713,446}{72 \times 10,885}$$
$$Wl = 1,943$$

Hodnota je platná pro dva operátory, kteří proces zajišťují. Po přepočítání na jednu osobu vychází nová hodnota workloadu na **0,971**.

Na procesu **skenování a třízení palet na Baton Lane** manipulace dohromady zabere 895,468 s. Chůze dohromady zabere 296,054 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 10,885. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.³⁴ Výpočet workloadu na procesu skenování a třízení palet na Baton Lane se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{895,468+296,054}{72 \times 10,885}$$
$$Wl = 1,520$$

Hodnota je platná pro dva operátory, kteří proces zajišťují. Po přepočítání na jednu osobu vychází nová hodnota workloadu na **0,760**.

Na procesu **Delivery S** se počet boxů projevívá na manipulaci. Jízda dohromady zabere 419,162 s. Manipulace dohromady zabere 632,37 s. Chůze dohromady zabere 130,53 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 21,771.

³² Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu P-Lane receiving v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "D1"

³³ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu nakládání palet malých dílů na AGV v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "D2"

³⁴ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu skenování a třízení palet na Baton Lane v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "D3"

Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.³⁵ Výpočet workloadu na procesu Delivery S se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{419,162+632,37+130,53}{72 \times 21,771}$$

$$Wl = 0,754$$

Konečný workload procesu má v navrhovaném stavu hodnotu **0,754**.

V tabulce 22 se nachází pro porovnání přehled výsledků ze současného a navrhovaného stavu.

Tabulka 22 Přehled Workloadu na procesech dílu D v současném a navrhovaném stavu.

tok	název procesu	současný stav	navrhovaný stav
tok malých dílů	P-Lane receiving	0,91	0,911
tok malých dílů	AGV loading	0,97	0,971
tok malých dílů	Sken sorting Baton-Lane	0,779	0,760
tok malých dílů	Delivery S	0,752	0,754
		3,411	3,396

Zdroj: autor

V tabulce je patrné snížení počtu rozpojení soupravy na procesu skenování a třídění palet na Baton Lane. Přírůstek palet se projevil na zvýšení Workloadu všech ostatních procesů. Konečné sumy hodnot se nacházejí v posledním řádku. Tyto hodnoty je možné dosadit do vzorce 3.

$$Ik_z = \left(\frac{3,396}{3,411} \right)$$

$$Ik_z = 0,996$$

Při uskutečnění navrhované změny dojde k 0,4% zlepšení časové náročnosti na procesech oproti současnému stavu.

Denní spotřeba 58 boxů dílu D bude naložena na 16 paletách. Na paletě bude průměrně 3,625 boxů. Na jeden box vychází 0,551 manipulace s víkem. V tabulce 23 je znázorněna hmotnost a počet ručních manipulací jednoho boxu dílu D.

Tabulka 23 Manipulovaná hmotnost dílu D v navrhovaném stavu.

předmět manipulace	# manipulací	hmotnost [kg]	celkem [kg]
plný box	1	8,73	8,73
prázdný box	2	4,95	9,9
víko palety	0,551	5,75	3,172
			21,802

³⁵ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu Delivery S v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "D4"

Zdroj: autor

Při všech ručních manipulacích s jedním boxem musí dohromady zaměstnanci uzvednout 21,802 kg. Při denní potřebě 58 boxů se manipulovaná váha **dílu D** vyšplhá na **1 264,516 kg**.

U navrhovaného balení bude výška boxu ve stožku 105 mm. Jelikož nebude stejný počet pater na paletě je potřeba vypočítat počet jedno a dvoupatrových palet za den. Výpočet počtu palet je následující:

Proměnné

$$\begin{aligned}x_1 &= \text{počet palet s jedním patrem} \\x_2 &= \text{počet palet se dvěma patry}\end{aligned}\quad (9)$$

Číslice 2 a 4 ve druhé omezující podmínce reprezentují počet boxů na jedno a dvoupatrové paletě.

$$\begin{aligned}x_1 + x_2 &= 16 \\2 \times x_1 + 4 \times x_2 &= 58\end{aligned}$$

Řešení soustavy rovnic

$$x_1 = 3; x_2 = 13$$

Jednopatrové palety mají výšku 615 mm. Čtyřpatrové palety mají výšku 1100 mm. Šířka palety je zmíněných 800 mm. K celkové délce provázku v tabulce 24 je přičtena i rezerva 500 mm.

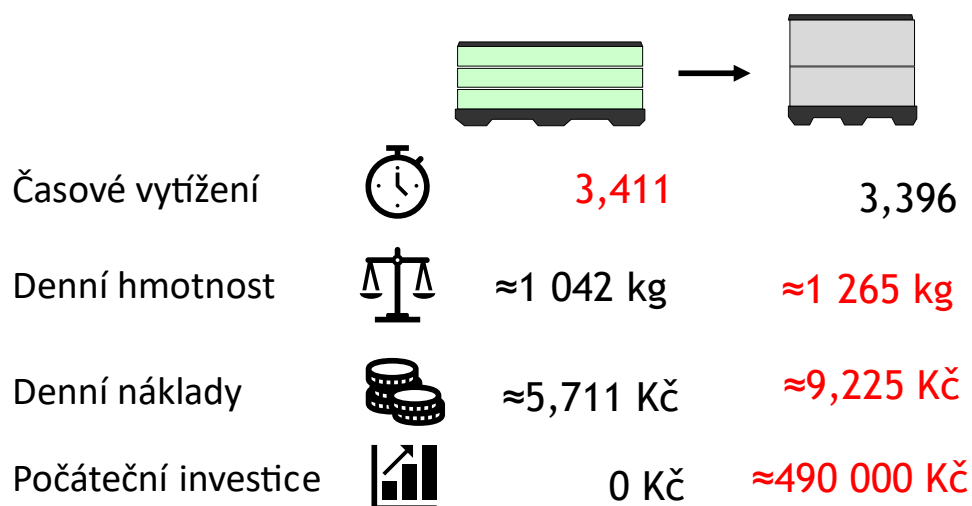
Tabulka 24 Délka provázku na zapáskování palet dílu D v navrhovaném stavu.

# pater/paleta	délka provázku/paleta [mm]	# palet denně	délka provázku/den [mm]
1	3 330	3	9 990
2	4 300	13	55 900
			65 890

Zdroj: autor

Ze součinu denní spotřeby provázku a ceny za jeden metr provázku 0,14 Kč/m se zjistí náklady na zapáskování všech palet **dílu D** během jednoho dne. Tato částka činí **9,225 Kč**. Výroba všech 265 potřebných boxů byla vykalkulována na 489 937,3 Kč.

Na obrázku 46 se nachází vizuální porovnání výsledků ze všech počítaných ukazatelů.



Obrázek 46 Side by side analýza dílu D (autor)

4.1.5 Vyhodnocení navržených změn pro díl E

Navrhovanou změnou u dílu E je změna toku dílů beze změny balení, díky tomu se z toku malých dílů odstraní 30 boxů na dvou paletách denně. To se projeví na procesech toku malých dílů následovně.

Na procesu **P-Lane receiving** jízda dohromady zabere 942,578 s. Manipulace dohromady zabere 1195,712 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 10,885. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.³⁶ Výpočet workloadu na procesu P-Lane receiving se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{942,578 + 1195,712}{72 \times 10,885}$$

$$Wl = 2,728$$

Hodnota je platná pro tři operátory, kteří proces zajišťují. Po přepočítání na jednu osobu vychází nová hodnota workloadu na **0,909**.

Na procesu **nakládání palet malých dílů na AGV** jízda dohromady zabere 807,924 s. Manipulace dohromady zabere 712,445 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 10,885. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.³⁷ Výpočet workloadu na procesu nakládání palet malých dílů na AGV se počítá podle vzorce 2 následovně.

³⁶ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu P-Lane receiving v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "E1"

³⁷ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu nakládání palet malých dílů na AGV v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "E2"

$$Wl = \frac{807,924+712,445}{72 \times 10,885}$$

$$Wl = 1,94$$

Hodnota je platná pro dva operátory, kteří proces zajišťují. Po přepočítání na jednu osobu vychází nová hodnota workloadu na **0,97**.

Na procesu **skenování a třízení palet na Baton Lane** manipulace dohromady zabere 910,481 s. Chůze dohromady zabere 305,143 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 10,885. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.³⁸ Výpočet workloadu na procesu skenování a třízení palet na Baton Lane se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{910,481+305,143}{72 \times 10,885}$$

$$Wl = 1,551$$

Hodnota je platná pro dva operátory, kteří proces zajišťují. Po přepočítání na jednu osobu vychází nová hodnota workloadu na **0,776**.

Na procesu **Delivery 6S** se počet boxů projeví na manipulaci. Jízda dohromady zabere 706,587 s. Manipulace dohromady zabere 581,484 s. Chůze dohromady zabere 82,203 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 21,771. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.³⁹ Výpočet workloadu na procesu Delivery 6S se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{581,484+706,587+82,203}{72 \times 21,771}$$

$$Wl = 0,874$$

Konečný workload procesu má v navrhovaném stavu hodnotu **0,874**.

Na workloadu procesů velkých dílů se přidání dvou palet dílu E projeví následovně.

Na procesu **BP receiving** jízda dohromady zabere 277,995 s. Manipulace dohromady zabere 282,869 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 10,885. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.⁴⁰ Výpočet workloadu na procesu BP receiving se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{277,995+282,869}{72 \times 10,885}$$

$$Wl = 0,716$$

³⁸ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu skenování a třízení palet na Baton Lane v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "E3"

³⁹ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu Delivery 6S v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "E4"

⁴⁰ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu BP receiving v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "E5"

Konečný workload procesu má v navrhovaném stavu hodnotu **0,716**.

Na procesu **BP loading 2** jízda dohromady zabere 374,011 s. Manipulace dohromady zabere 261,392 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 10,885. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.⁴¹ Výpočet workloadu na procesu BP loading 2 se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{374,011+261,392}{72 \times 10,885}$$
$$Wl = 0,811$$

Konečný workload procesu má v navrhovaném stavu hodnotu **0,811**.

Na procesu **Exchange dolly 2** jízda dohromady zabere 494,012 s. Manipulace dohromady zabere 699,134 s. Chůze dohromady zabere 86,923 s. Počet vozidel v cyklu zůstává 12. Podrobné výpočty se nachází v datovém souboru.⁴² Výpočet workloadu na procesu Exchange dolly 2 se počítá podle vzorce 2 následovně.

$$Wl = \frac{494,012+699,134+86,923}{72 \times 18}$$
$$Wl = 0,988$$

Konečný workload procesu má v navrhovaném stavu hodnotu **0,988**.

V tabulce 25 se nachází pro porovnání přehled výsledků ze současného a navrhovaného stavu.

Tabulka 25 Přehled Workloadu na procesech dílu E v současném a navrhovaném stavu.

tok	název procesu	současný stav	navrhovaný stav
tok malých dílů	P-Lane receiving	0,910	0,909
tok malých dílů	AGV loading	0,970	0,970
tok malých dílů	Sken sorting Baton-Lane	0,779	0,776
tok malých dílů	Delivery 6S	0,879	0,874
tok velkých dílů	BP receiving	0,714	0,716
tok velkých dílů	BP loading 2	0,809	0,811
tok velkých dílů	Exchange dolly 2	0,986	0,988
		6,047	6,042

Zdroj: autor

⁴¹ Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu BP loading 2 v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "E6"

⁴² Vzhledem k rozsahu datového souboru je datový soubor k dispozici v datovém repozitáři Digitální knihovny UPCE (Handle: hdl.handle.net/10195/84535). Data s výpočty WL na procesu Exchange dolly 2 v navrhovaném stavu se nacházejí na listu "E7"

V tabulce je patrný nižší Workload na procesech malých dílů v důsledku úbytku plastových palet a vyšší Workload na procesech velkých dílů. Konečné sumy hodnot se nacházejí v řádku celkem. Tyto hodnoty je možné dosadit do vzorce 3.

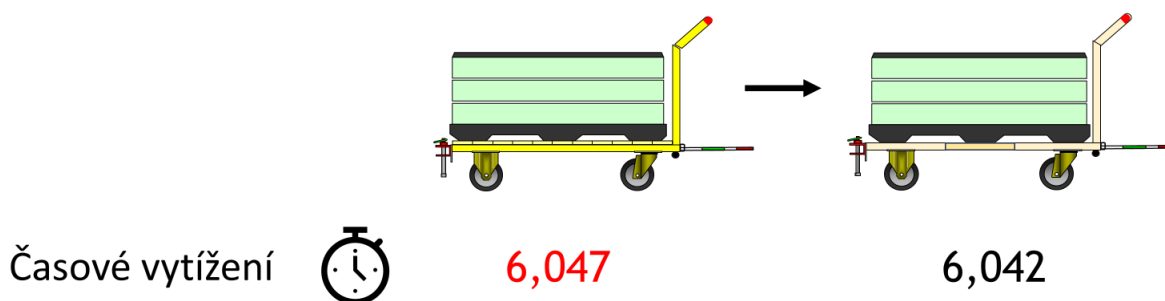
$$Ik_z = \left(\frac{6,042}{6,047} \right)$$

$$Ik_z = 0,999$$

Při uskutečnění navrhované změny dojde k 0,08% zlepšení časové náročnosti na procesech oproti současnému stavu.

Jelikož v navrhnutém řešení nedojde ke změně balení, nezmění se ani ručně manipulovaná hmotnost. Stejně tak nedojde k úspoře z páskování palet. Zároveň není nutná žádná počáteční investice.

Na obrázku 47 se nachází vizuální porovnání výsledků změn ve workloadu.



Obrázek 47 Side by side analýza dílu E (autor)

4.2 Celkové vyhodnocení a scénáře možného budoucího vývoje

Při vyhodnocení jednotlivých variant nedošlo vždy u všech interně řešených ukazatelů k výraznému zlepšení, a v určitých aspektech došlo i ke zhoršení. Největším benefitem je ale odstranění abnormality z toku malých dílů a s tím spojených problémů identifikovaných v kritickém zhodnocení materiálového toku v současném stavu se zaměřením na používané balení.

Díky změnám balení se odstraní zbytné manipulace s dlouhými paletami a rozdílná rozteč patek u obou typů plastových palet.

Navržené změny vedou k zefektivnění využitého místa v P-Lane. Nyní nenastane situace, že by byly mezery mezi paletami kvůli různým rozměrům. Všechny nové palety umožňují vzájemné stohování se současně používanými paletami.

Změny redukuje šířku Presortingu o 6,4 metru, což rovněž snižuje i vzdálenost překonanou operátory vysokozdvíhových vozíků.

Při nakládání na AGV se absence campálových palet pozitivně projeví na využitelnosti všech 7 vozíků. Zároveň už nenastane situace, kdyby nějaké palety byly zpožděvány, protože budou moc být podle principu FIFO nakládány na libovolné vozíky.

Spolu s odstraněním zpožděování palet odpadnou i všechny negativní vlivy, jako je počet volání z linky, vysoký počet upozornění úseku kontroly objednávek nebo nemožnost zařadit vozíky do standardních kurzů.

Poslední jmenovaný jev přímo souvisí s umístěováním vozíků do expresního pruhu. Pokud budou palety chodit ve správných objednávkách, ušetří se okolo 347,767 min práce nadřizovaných pracovníků denně.

Na Baton Lane rovněž dojde ke snížení odpojování souprav, což má pozitivní dopad na Workload procesu třizení a na zátěž pracovníků.

Po provedení všech návrhů současně zůstane v toku malých dílů jen jediný rozměr palet ideální pro implementaci automatizace.

V současnosti je vzhledem k nemožnosti vyjádřit velkou část těchto benefitů penězi velmi obtížné určit dobu návratnosti investice. Záleželo by tedy na preferencích společnosti, jak velký vliv by při rozhodování jednotlivé benefity měly. Preference společnosti nejsou neměnné, ale naopak se neustále vyvíjí díky soustavnému tlaku hybných sil. Těmito silami může být konkurence, dodavatelé, zákazníci, odbory, legislativa a další. V následujícím textu budou nastíněny možné scénáře budoucího vývoje, ve kterých by bylo výhodné nebo i nutné tuto investici provést.

4.2.1 Scénář 1 – Nedostatek pracovní síly na pracovním trhu

Scénář 1 uvažuje situaci, kdy bude velký nedostatek pracovní síly. Tento scénář je velmi pravděpodobný, protože už nyní se nejen TMMCZ, ale jiné společnosti potýkají s nedostatkem pracovní síly, kterou musejí mnohdy doplňovat pracovníky ze zahraničí. Nedostatek pracovní síly se projevuje především nutností zvyšovat mzdu, aby se staly nabízené pracovní pozice konkurence schopnějšími. Nedostatek pracovní síly by ve výsledku mohl TMMCZ motivovat ke snížení podílu lidské práce automatizací co největšího počtu činností.

V tomto scénáři by nabylo na významu **provést všechny uvedené změny**, protože více rozměrů palet a vozíků v toku malých dílů značně znesnadňuje implementaci automatizace. Mojmír Sádílek (2019) ze společnosti EKOBAL s. r. o. uvádí, že nestandardizované požadavky na automatizované stroje prodražují investici i provoz. Eliminací dlouhých palet by vznikl jedno druhový tok, který je pro automatizaci vhodný. Pokud by k tomuto scénáři došlo, bylo by

nutné propočítat, zda vzniknou vyšší náklady v důsledku změny balení nebo v důsledku vyšších nákladů na automatizaci a robotizaci.

4.2.2 Scénář 2 – Zpřísnění legislativy manipulované hmotnosti

Scénář 2 je opět velmi realistickým scénářem, ve kterém se zpřísnila pravidla ohledně ručně manipulovaných břemen natolik, že by již ruční manipulace nebyla u některých těžších boxů možná. Momentální trend spočívá ve zpřísnování maximální hranice pro manipulaci, díky čemuž se dá předcházet pracovním úrazům a dlouhodobým potížím způsobeným nadměrnou manipulací. TMMCZ zároveň vychází tomuto trendu vstříc a snaží se procesy designovat tak, aby splňovaly maximální požadavky na maximální kumulativní hmotnost platnou pro ženy. Ta je nyní 6 500 kg za osmihodinovou směnu a již nyní je nemožné dostat pod tuto hranici všechny procesy.

Částečně by tento problém mohlo vyřešit **provedení změny u dílu A a C**, protože manipulace s paletou umístěnou na vozíku, která je v návrhové části doporučena nespadá do ruční manipulace s břemenem dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb. (Česko, 2025). Pokud by však bylo zpřísnění legislativy zásadní, jedním z řešení by mohla být automatizace manipulace s břemeny například pomocí kooperativních robotů. Pro tuto variantu by bylo opět na zvážení, zda by nedávalo ekonomicky smysl **změnit všechna nevyhovující balení**, aby se neúměrně nezvýšila cena za případnou automatizaci.

4.2.3 Scénář 3 – Přípravná fáze výroby nového modelu

Scénář 3 předpokládá, že se v TMMCZ budou v budoucnu vyrábět nové modelové řady současných modelů Aygo a Yaris nebo úplně nový model. Tato situace je velice pravděpodobná, protože automobilové společnosti se snaží pravidelně dodávat na trh nové, konkurenceschopné automobily. Náběh nového modelu s sebou vždy přináší nové díly a s tím spojené nové problémy, které je potřeba včas vyřešit. Řešení těchto problémů mají na starosti speciální týmy, jež mohou čerpat speciální rozpočty vázané na náběh nového modelu. Jedním z typických problémů, které můžou s novým modelem přijít, je nedostatek místa na výrobní lince pro nové díly.

Pokud by některý z problémů řešila investice do změny balení, potom je možné, že by mohly být **provedeny všechny navržené změny nebo část z nich**, s ohledem na řešený problém. Zároveň by mohl být do budoucna kladen tlak na upravení designu vozu tak, aby nebylo potřeba využívat 1 600 mm dlouhé boxy.

4.2.4 Scénář 4 – Současné balení na konci životního cyklu

Méně realistický scénář, ve kterém by se současné balení řešených dílů ocitlo na konci životního cyklu. Tento scénář je nepravděpodobný, protože balení je pravidelně kontrolováno a poškozené boxy jsou průběžně nahrazovány novými. Muselo by tedy dojít k náhlému zničení velkého počtu boxů. To může nastat například v důsledku přírodní katastrofy nebo lidského zavinění, ovšem i v těchto případech jsou boxy rozmístěny jak v TMMCZ, tak u dodavatelů a na distribučních cestách v návěsech.

Pokud by opravdu došlo nějakým způsobem k poškození velkého množství boxů, bylo by možné **u konkrétní navržené varianty**, jestli se vyplatí nakoupit nové dlouhé boxy nebo rovnou nakoupit navržené balení.

4.2.5 Scénář 5 – Změna dodavatele dílu

Poslední scénář 5 předpokládá, že by v budoucnu mohlo dojít ke změně dodavatele některého z dotčených dílů. Změna dodavatelů není příliš častá, protože TMMCZ udržuje se svými dodavateli silné vazby, ale ve výjimečných případech může ke změně opravdu dojít.

Pro nového dodavatele, by mohl být rozměr palet $1\ 600 \times 800$ mm komplikovaný vzhledem k jeho nastavení výroby a logistiky. TMMCZ, aby udrželo dobré dodavatelské vztahy nebo si zajistilo nižší cenu, by mohlo vyjít novému dodavateli vstříc a u konkrétního dílu změnit balení.

ZÁVĚR

Kontinuální zvyšování efektivity toku dílů je důležitou aktivitou prováděnou v turbulentně se měnícím automobilovém průmyslu. Řízení odladěného materiálového toku je pro automobilky velkou konkurenční výhodou. S ohledem na dosažení cíle práce a uchování logické struktury byla práce rozdělena na čtyři hlavní kapitoly.

V první kapitole byla teoreticky vymezena problematika řízení zásob a štíhlé logistiky. Ve vztahu k vybrané společnosti bylo rozebráno japonské pojetí štíhlé výroby.

Ve druhé kapitole bylo zjištěno, že dvojí rozměry palet v toku malých dílů způsobuje ve stejné kapitole specifikované abnormality. Díly v problémovém balení byly popsány a podrobeny analýze současného stavu z pohledu standardizovaných ukazatelů využívaných v TMM CZ.

Ve třetí kapitole byly postupně předkládány návrhy pro každý díl zvlášť. Návrhy se většinou týkaly změny balení, a to buď ve smyslu vytvoření nového balení nebo použití existujícího balení. U jednoho dílu bylo kvůli jeho parametrům navrženo ponechání současného balení se změnou toku, která by více vyhovovala podstatě tohoto balení. Změny byly navrhovány samostatně kvůli různé povaze a specifickým požadavkům jednotlivých dílů.

V poslední čtvrté kapitole byly vyhodnoceny návrhy změn, které společně vedou k odstranění abnormalit z toku malých dílů. Vyhodnocení interních ukazatelů nastínilo, jaké výhody či nevýhody, která změna přinese. Zároveň byly analyzovány benefity plynoucí z uskutečnění všech variant jako celku, z nichž některé by bylo velmi obtížné vyjádřit finančně. Vnímaná hodnota těchto benefitů je závislá na scénářích budoucího vývoje, které byly v této kapitole rovněž zpracovány.

Cílem diplomové práce bylo teoreticky vymežit problematiku interní logistiky se zaměřením na materiálový tok. Následně provést analýzu současného stavu interní logistiky v TMM CZ se zaměřením na materiálový tok. Na základě výsledků analýzy byly navrženy změny v materiálovém toku, ve snaze eliminovat zjištěné problémy. Na závěr byly změny vyhodnoceny.

POUŽITÁ LITERATURA

- BEE INTERACTIVE S. R. O., 2024. *EasyCargo* [online]. [cit. 2025-01-18]. Dostupné z: <https://www.easycargo3d.com/en/release-notes/>
- CEMPÍREK, Václav, 2000. *Technologie ložných a skladových operací*. Pardubice: Univerzita Pardubice. ISBN 80-7194-287-1
- CZECHOBAL, S.R.O., © 2024. POLYPROPYLENOVÝ MOTOUZ BÍLÝ 2 KG. *Webobal* [online]. [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: https://www.webobal.cz/motouzy-draty/polypropylenovy-motouz-bily-2-kg?varianta=3357&gad_source=1&gclid=EAIAIQobChMI9cK146ORgwMVZkNBAh3wQAf_uEAQYA_iABEgK43fD_BwE
- ČESKO, 2023. Nařízení vlády č. 290/1995 Sb.: Nařízení vlády, kterým se stanoví seznam nemocí z povolání. *Zákony pro lidi* [online]. [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-290/zneni-20230101>
- ČESKO, 2025. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.: Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. *Zákony pro lidi* [online]. [cit. 2025-03-07]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361#f3824195>
- ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2001. *Balení-Rozměrová koordinace: Část 3: Pravidla a rozměry* [online].
- DAICO: ver. 44/2023. [Ovčáry]: 2023. Interní databáze používaná v TMMCZ
- EMPORO, S. R. O., © 2024. *Přepravka RL-KLT-6280 s odtokovými otvory, 600 x 400 x 280 mm, modrá RAL 5005*. EMPORO [online]. [cit. 2024-04-15]. Dostupné z: <https://www.emporo.cz/v/1360565>
- Hot Call databáze: [Ovčáry]: 2023. Interní databáze používaná v TMMCZ
- IMAI, Masaaki, 2007. *Kaizen: metoda, jak zavést úspěšnější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1621-0
- JIRSÁK, Petr, Michal MERVART a Marek VINŠ, 2012. *Logistika pro ekonomy-vstupní logistika*. Praha: Wolters Kluwer Česká republika. ISBN 978-80-7357-958-6
- Job Element Sheet GE171: rev 0. [Ovčáry]: 2024. Detail pracovního úkonu v TMMCZ
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2001. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9
- LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, INC., © 2024. Toyota Production System. *Lean Enterprise Institute* [online]. [cit. 2024-04-15]. Dostupné z: <https://www.lean.org/lexicon-terms/toyota-production-system/>
- LEAN TECHNOLOGY CZ, b. r. Milk Run, vláčky. *Lean Technology-Implementace štihlé výroby do výrobních procesů* [online]. [cit. 2024-02-12]. Dostupné z: <https://leantechnology.cz/produkty/milk-run-vlacky/>
- LIKER, Jeffrey K. a David MEIER, 2016. *Toyota talent: řízení rozvoje zaměstnanců podle Toyota*. Přeložil Daniel HELEKAL. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-5800-8
- 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

- LUKŠŮ, Vladimír, 2001. *Logistika I*. Praha: Vysoká škola ekonomická. ISBN 80-245-0166-x
- MOLNÁR, Zdeněk, 2009. *Podnikové informační systémy*. Vyd. 2., přeprac. V Praze: České vysoké učení technické. ISBN 978-80-01-04380-6
- ŮNO, Taiichi a Norman BODEK, 1988. *Toyota Production System: beyond Large-Scale Production*. Boca Raton: CRC Press. ISBN 0-915299-14-3
- Order Summary*: ver. OS_20231102 [Ovčáry]: 2023. Interní databáze používaná v TMMCZ
- OUDOVÁ, Alena, 2013. *Logistika: základy logistiky*. Kralice na Hané: Computer Media. ISBN 978-80-7402-149-7
- PERNICA, Petr, 1994a. *Logistika: Aktivní prvky: Určeno pro studenty fakulty podnikohospodářské VŠE Praha*. Praha: Vysoká škola ekonomická. ISBN 8070798084
- PERNICA, Petr, 1994b. *Logistika: Pasivní prvky: Určeno pro stud. všech fak. VŠE Praha*. Praha: Vysoká škola ekonomická. ISBN 80-7079-316-3
- PERNICA, Petr, 1995. *Logistika: vymezení a teoretické základy*. Dot. 1. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická. ISBN 80-7079-820-3
- PPO GROUP CZ, S.R.O., © 2023. Obaly na míru. *PPO Group* [online]. [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.ppogroup.cz/obaly-na-miru>
- ROSER, Christoph, 2019. Andon: Základy. *Průmyslové inženýrství* [online]. [cit. 2024-02-12]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/2019/01/16/andon-zaklady/>
- ROTHER, Mike, 2017. *Toyota kata: systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům*. Přeložil Martin ŠIKÝŘ. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0435-2
- SADÍLEK, Mojmír, 2019. BENCHMARKING: Automatizace balení zrychluje a zlevňuje proces balení. *Svět balení - Obalové inovace, trendy, novinky, zprávy a názory pro packagingové profesionály* [online]. 23. prosince 2019 [cit. 2025-03-07]. Dostupné z: <https://www.svetbaleni.cz/2019/12/23/benchmarking-automatizace-baleni-zrychluje-a-zlevnuje-proces-baleni/>
- SHINGO, Shigeo a Andrew DILLON, 1989. *A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint*. Portland: Productivity press. ISBN 0-915299-17-8
- SIXTA, Josef a Miroslav ŽIŽKA, 2009. *Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů*. Brno: Computer Press. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-2563-2
- Stocker Heijunka*: ver. 10/2023 [Ovčáry]: 2023. Interní databáze používaná v TMMCZ
- SVĚTLÍK, Vladimír, © 2001-2024. Sledování a řízení efektivity výroby. *SystemOnline* [online]. [cit. 2024-02-12]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/sledovani-a-řízení-efektivita-vyroby.htm?mobilelayout=false>
- TART, S. R. O., © 2011. Boxen. *DE | TART, s.r.o* [online]. [cit. 2024-05-24]. Dostupné z: <https://www.tart.eu/de/produkte/komplexe-verpackung/boxen/>
- TMMCZ, © 2024. TOYOTA KOLÍN. *Toyota Motor Manufacturing Czech Republic s.r.o.* [online]. [cit. 2024-02-12]. Dostupné z: <https://www.toyotacz.com/o-nas/toyota-kolin/>
- TMMCZ, 2022. První zákazník odjel z kolínské Toyoty svým novým Aygo X. TMMCZ. *Toyota Motor Manufacturing Czech Republic s.r.o.* [online]. [cit. 2024-02-12]. Dostupné z: <https://www.toyotacz.com/tiskove-zpravy/prvni-zakaznik-odjel-z-kolinske-toyoty-svym-novym-aygo-x/>

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2000. *Řízení výroby*. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 80-7169-955-1

TOYOTA, © 2024. Nové vozy Toyota. *Toyota Central Europe - Czech s. r. o.* [online]. [cit. 2024-04-15]. Dostupné z: <https://www.toyota.cz/koupe-a-nabidky/ceniky>

WOMACK, James P., Daniel T. JONES a Daniel ROOS, 1990. *The machine that changed the world: based on the Massachusetts Institute of Technology 5-million-dollar 5-year study on the future of the automobile*. New York: Rawson Associates. ISBN 0-89256-350-8

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	<i>Rozdělení toku malých dílů</i>	<i>33</i>
Tabulka 2	<i>Rozdělení toku velkých dílů.....</i>	<i>36</i>
Tabulka 3	<i>Výškové zóny ergo tyče</i>	<i>36</i>
Tabulka 4	<i>Rozměrové varianty plastových boxů</i>	<i>37</i>
Tabulka 5	<i>Rozměrové varianty campálových boxů.</i>	<i>39</i>
Tabulka 6	<i>Počty dlouhých palet a jejich umístění v objednávce dle pozorování.....</i>	<i>43</i>
Tabulka 7	<i>Časová náročnost vývozu dlouhých palet na linku.</i>	<i>44</i>
Tabulka 8	<i>Přehled Workloadu na procesech v současném stavu.....</i>	<i>59</i>
Tabulka 9	<i>Manipulovaná hmotnost dílu A v současném stavu.</i>	<i>61</i>
Tabulka 10	<i>Manipulovaná hmotnost dílu B v současném stavu.</i>	<i>61</i>
Tabulka 11	<i>Manipulovaná hmotnost dílu C v současném stavu.</i>	<i>61</i>
Tabulka 12	<i>Manipulovaná hmotnost dílu D v současném stavu.....</i>	<i>62</i>
Tabulka 13	<i>Délka provázku na zapáskování palet dílu A v současném stavu.</i>	<i>63</i>
Tabulka 14	<i>Délka provázku na zapáskování palet dílu B v současném stavu.</i>	<i>63</i>
Tabulka 15	<i>Délka provázku na zapáskování palet dílu C v současném stavu.</i>	<i>64</i>
Tabulka 16	<i>Délka provázku na zapáskování palet dílu D v současném stavu.....</i>	<i>65</i>
Tabulka 17	<i>Přehled Workloadu na procesech dílu A v současném a navrhovaném stavu.</i>	<i>81</i>
Tabulka 18	<i>Přehled Workloadu na procesech dílu B v současném a navrhovaném stavu.....</i>	<i>83</i>
Tabulka 19	<i>Manipulovaná hmotnost dílu B v navrhovaném stavu.....</i>	<i>84</i>
Tabulka 20	<i>Délka provázku na zapáskování palet dílu B v navrhovaném stavu.</i>	<i>84</i>
Tabulka 21	<i>Přehled Workloadu na procesech dílu C v současném a navrhovaném stavu.....</i>	<i>87</i>
Tabulka 22	<i>Přehled Workloadu na procesech dílu D v současném a navrhovaném stavu.</i>	<i>90</i>
Tabulka 23	<i>Manipulovaná hmotnost dílu D v navrhovaném stavu.....</i>	<i>90</i>
Tabulka 24	<i>Délka provázku na zapáskování palet dílu D v navrhovaném stavu.....</i>	<i>91</i>
Tabulka 25	<i>Přehled Workloadu na procesech dílu E v současném a navrhovaném stavu.....</i>	<i>94</i>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1	<i>Diagram rozdělení TPS</i>	<i>17</i>
Obrázek 2	<i>Centrální Andon logistiky finální montáže TMMCZ.....</i>	<i>21</i>
Obrázek 3	<i>Porovnání hromadné výroby a výroby s principem Heijunka</i>	<i>22</i>
Obrázek 4	<i>Vztah mezi standardizací a Kaizenem</i>	<i>23</i>
Obrázek 5	<i>Kanbanová karta TMMCZ.....</i>	<i>26</i>
Obrázek 6	<i>Plán finální montáže</i>	<i>28</i>
Obrázek 7	<i>Schéma toku malých dílů</i>	<i>29</i>
Obrázek 8	<i>Schéma logiky fungování P-lane.....</i>	<i>30</i>
Obrázek 9	<i>Prostor Presortingu s P-lane v pozadí</i>	<i>31</i>
Obrázek 10	<i>Schéma toku velkých dílů.....</i>	<i>34</i>
Obrázek 11	<i>Odvození rozměrů boxu z boxtypu</i>	<i>38</i>
Obrázek 12	<i>Campálový box</i>	<i>38</i>
Obrázek 13	<i>Stillage</i>	<i>40</i>
Obrázek 14	<i>Porovnání 1 200 a 1 000 mm dlouhé palety</i>	<i>41</i>
Obrázek 15	<i>Rozmístění dlouhých palet na návěsu</i>	<i>42</i>
Obrázek 16	<i>Nashromážděné dlouhé palety v pruhu pro abnormality.....</i>	<i>44</i>
Obrázek 17	<i>Detail rozpojování soupravy náročné na manipulaci s vozíky.....</i>	<i>45</i>
Obrázek 18	<i>Díl A.....</i>	<i>46</i>
Obrázek 19	<i>Přepouštění dílu A na linku pomocí Karakuri vozíků.....</i>	<i>47</i>
Obrázek 20	<i>Schéma toku dílu A</i>	<i>48</i>
Obrázek 21	<i>Díl B.....</i>	<i>48</i>
Obrázek 22	<i>Schéma toku dílu B</i>	<i>49</i>
Obrázek 23	<i>Díl C.....</i>	<i>49</i>
Obrázek 24	<i>Schéma toku dílu C</i>	<i>50</i>
Obrázek 25	<i>Díl D</i>	<i>51</i>
Obrázek 26	<i>Schéma toku dílu D.....</i>	<i>52</i>
Obrázek 27	<i>Díl E.....</i>	<i>52</i>
Obrázek 28	<i>Schéma toku dílu E</i>	<i>53</i>
Obrázek 29	<i>Francouzská paleta používaná pro díl A</i>	<i>67</i>
Obrázek 30	<i>Paleta QA80 pro díl A</i>	<i>68</i>

Obrázek 31	<i>Schéma změněného toku dílu A.....</i>	<i>69</i>
Obrázek 32	<i>Francouzská paleta FS2G</i>	<i>70</i>
Obrázek 33	<i>Schéma změněného toku dílu C</i>	<i>71</i>
Obrázek 34	<i>Campálový box dílu B pro model G1B</i>	<i>71</i>
Obrázek 35	<i>Díl B pro model G3 umístěný v boxu pro díl B modelu G1B.....</i>	<i>72</i>
Obrázek 36	<i>Nezměněné schéma toku dílu B.....</i>	<i>72</i>
Obrázek 37	<i>Díl D umístěný do plastového boxu o délce 1 200 mm.....</i>	<i>73</i>
Obrázek 38	<i>Uložení dílu D v boxu QC45.....</i>	<i>73</i>
Obrázek 39	<i>Nezměněné schéma toku dílu D</i>	<i>74</i>
Obrázek 40	<i>Umístění plastové palety na vozík toku velkých dílů.....</i>	<i>75</i>
Obrázek 41	<i>Vizualizace nutných úprav vozíku toku velkých dílů.....</i>	<i>76</i>
Obrázek 42	<i>Schéma změněného toku dílu E.....</i>	<i>77</i>
Obrázek 43	<i>Side by side analýza dílu A</i>	<i>82</i>
Obrázek 44	<i>Side by side analýza dílu B</i>	<i>85</i>
Obrázek 45	<i>Side by side analýza dílu C</i>	<i>88</i>
Obrázek 46	<i>Side by side analýza dílu D.....</i>	<i>92</i>
Obrázek 47	<i>Side by side analýza dílu E</i>	<i>95</i>

SEZNAM ZKRATEK







AGV	Automatický tahač (Automated Guided Vehicle)
BP	Velké díly
FIFO	First In, First Out
G1B	Toyota Yaris
G3	Toyota Aygo
IT	Informační technologie
JIT	Just in time
KS	Coursesorting
QC	Kontrola kvality
QR	Quick response
SP	Malé díly
TMMCZ	Toyota Motor Manufacturing Czech Republic, s. r. o.
TPCA	Toyota Peugeot Citroen Automobile Czech, s. r. o.
TPS	Toyota production system
TT	Tact time
VZV	Vysokozdvihný vozík

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A Standard práce pro vyjmutí dílu A z navrhované palety

Příloha B Vyplněný formulář pozorování umístění palet v objednávce

Příloha A Standard práce pro vyjmutí dílu A z navrhované palety

No. GE171	Detail pracovního úkonu JOB ELEMENT SHEET	TOYOTA Assembly logistic									
Název	Způsob vyjmutí Cowl louver z palety										
<p>Uložení dílů Cowl louver v externí paletě G1 Yaris G3 Aygo</p> <p>1. Uložení dílů v paletě (díly G1 i G3 odebírat směrem od sebe)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Horní patro</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Spodní patro</p>  </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">2. Vyjmout díl z externí palety</p> <p style="text-align: center;">Díl vyjímát kolmo nahoru.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: 24px; color: yellow; border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">1</p> </div> </div> <p style="margin-top: 10px;">Díl pro správné uložení do proložky otoč pohledovou částí k sobě.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  <p style="font-size: 24px; color: yellow; border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">2</p> </div> </div>											
Klíčové body bezpečnosti	+	Klíčové body kvality									
		1) Při vyjímání pozor na kontakt s paletou. 2) Při otáčení dílu pozor na pád dílu.									
Jméno	Iniciator	Schválil				Seznámení					
		GL	SV		MG	SV	SV	SV	GL	GL	GL
	Inic.	GL	SV		MG	A	B	C	A	B	C
Datum účinnosti		Historie revízi - obsah									
14.01.2024		R0 - Vytvoření dokumentu									

Zdroj: Job Element Sheet GE171 (2024)

Příloha B Vyplněný formulář pozorování umístění palet v objednávce

Díl	KNB	A927	kurz	21	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
Back door	A927		21																	
Door opening	A922 A923		75		1							1		1						1
Cowl louver	U160, F235, F236		9		2		2				2		2						2	2
Silencer panel	E980 A953		5																	
Moulding drip	F247 F249 E960 E961		65											1						1
Počet prázdných vozíků/MROS				2	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Express				0/2	0/1	0/2	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/2	1/2	2/2	1/1	0/1	0/1	0/1	0/1	1/2
Díl	KNB	A927	kurz	21	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Back door	A927		21																	
Door opening	A922 A923		75		1				1			1		1						1
Cowl louver	U160, F235, F236		9		2		2		2		2		2						2	2
Silencer panel	E980 A953		5																	
Moulding drip	F247 F249 E960 E961		65																	1
Počet prázdných vozíků/MROS				0/2	0/1	0/2	0/1	0/1	0/1	0/1	0/2	1/2	2/2	1/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	1/2
Express				0/2	0/1	0/2	0/1	0/1	0/1	0/1	0/2	1/2	2/2	1/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	1/2

Paleta, která byla naložena ve správné objednávce
 Paleta, která byla naložena pozdě (min o 1 objednávku)
 Paleta, která byla naložena brzo (min o 1 objednávku)
 Paleta s tímto číslem objednávky nedorazila

V 45
 Z 23
 D 19
 X 0

55 palub

49
 29