

Fakulta elektrotechnická
Katedra materiálů a technologií

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Aplikace prvků procesního řízení ve vybraném podniku

Autor práce: **Bc. Lukáš Veinar**
Vedoucí práce: **Doc. Ing. Jiří Tupa, Ph.D.**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Lukáš VEINAR**
Osobní číslo: **E21N0029P**
Studijní program: **N0713A060011 Materiály a technologie pro elektrotechniku**
Téma práce: **Aplikace prvků procesního řízení ve vybraném podniku**
Zadávající katedra: **Katedra materiálů a technologií**

Zásady pro vypracování

1. S použitím odborné literatury vypracujte přehled současného stavu v oblasti procesního řízení.
2. Zpracujte představení vhodných metod a nástrojů pro řízení procesů elektrotechnické výroby.
3. Vypracujte případovou studii zaměřenou aplikaci vybraných metod a nástrojů procesního řízení v elektrotechnickém výrobním podniku.
4. Uveďte doporučení pro praxi.

Rozsah diplomové práce: **40 – 60**
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování diplomové práce: **elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. Tomek, Vávrová: Řízení výroby a nákupu.
2. Řepa: Procesně řízená organizace.
3. Elektronické informační zdroje.

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Jiří Tupa, Ph.D.**
Katedra materiálů a technologií

Datum zadání diplomové práce: **7. října 2022**
Termín odevzdání diplomové práce: **26. května 2023**



Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.
děkan



Prof. Ing. Aleš Hamáček, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 7. října 2022

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce se zabývá současným stavem v oblasti procesního řízení. V této práci jsou detailně popsány metody a nástroje, které se v oblasti procesního řízení a zlepšování procesů používají. V další části práce je předložena případová studie pro realizaci automatizovaného skladu jako ukázka aplikace vybraných metod procesního řízení. Druhá polovina je pak věnována detailnímu vypracování praktické části práce, která obsahuje analýzu dat, nabídky a předběžné kalkulace pro výstavbu automatizovaného skladu. Ke konci práce náleží shrnutí a zdůvodnění nabídek a následuje výběr neoptimálnějšího řešení pro výstavbu.

Klíčová slova

Proces, podnik, skladování, sklad, logistika, Just In Time, automatizace, procesní řízení, funkční řízení, zlepšování, optimalizace, optimalizační metody, technologie, nástroje, Lean

Abstract

The diploma thesis deals with the current state of the process management. The thesis describes in detail the methods and tools used in the process management and process improvement field. The next part of the thesis presents a case study for the implementation of an automated warehouse as an example of the application of selected process control methods. The second half is given to the detailed development of the practical part of the thesis, which includes data analysis, offers and preliminary calculations for the construction of an automated warehouse. Towards the end of the thesis, a summary and justification of the offerings is presented, followed by the selection of the most optimal solution for the new automation warehouse.

Key Words

Process, enterprise, warehousing, warehouse, logistics, Just In Time, automation, process control, functional control, improvement, optimization, optimization methods, technology, tools, Lean

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Jiřímu Tupovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, konzultace, připomínky a metodické vedení práce. Dále bych rád poděkoval mé rodině a přítelkyni za podporu během mého studia.

Obsah

Úvod.....	- 1 -
1 Současný stav v oblasti procesního řízení	- 2 -
1.1 Funkční řízení.....	- 2 -
1.2 Procesní řízení	- 2 -
1.3 Rozdíl mezi funkčním a procesním řízením	- 3 -
1.4 Reengineering procesů	- 4 -
1.5 Vývoj a historie procesního řízení v elektrotechnice	- 5 -
1.6 Současné trendy a inovace v oblasti procesního řízení	- 6 -
1.7 Význam a úloha digitálních technologií v procesním řízení.....	- 7 -
1.8 Zdroje dat a jejich využití při procesním řízení	- 7 -
1.9 Ekonomický a environmentální vliv procesního řízení na elektrotechnický průmysl	- 9 -
1.10 Současné bezpečnostní standardy a regulace v oblasti procesního řízení elektrotechnických zařízení.	- 10 -
2 Metody a nástroje pro řízení procesů	- 12 -
2.1 Lean Management.....	- 12 -
2.2 Six Sigma	- 14 -
2.3 Kaizen.....	- 15 -
2.4 Proces neustálého zlepšování	- 16 -
2.5 5S.....	- 17 -
2.6 Ganttův diagram.....	- 20 -
2.7 Warehouse Management Systém	- 20 -
2.8 Transportation Management Systém.....	- 22 -
2.9 Just In Time	- 24 -
2.10 Just In Sequence	- 25 -
2.11 Milk Run	- 27 -
3 Případová studie – Aplikace prvků procesního řízení ve vybraném podniku	- 28 -
3.1 Zadání případové studie	- 28 -
3.2 Popis společnosti Murr CZ s.r.o.....	- 28 -
3.3 Vizualizace a parametry pro rozšíření skladu č. 5	- 29 -
3.4 Požadavky pro rozšíření skladu č. 5.....	- 31 -

3.5	Časový plán pro případovou studii.....	- 33 -
3.6	Sběr dat.....	- 34 -
3.6.1	Průměrná a maximální váha palet.....	- 34 -
3.6.2	Frekvence pohybů ve skladu č. 5 – interval 60 min	- 37 -
3.6.3	Frekvence pohybů ve skladu č.5 – interval 24 hod.....	- 38 -
3.6.4	Sklad č. 5 a externí sklad	- 38 -
3.6.5	Transport a cena paletového místa – externí sklad	- 39 -
3.7	Výběr dodavatele pro výstavbu automatizovaného skladu	- 40 -
3.7.1	Seznam potencionálních dodavatelů.....	- 40 -
3.8	Popis jednotlivých řešení od dodavatelů.....	- 41 -
3.8.1	Jungheinrich.....	- 41 -
3.8.2	Ramatech Systems AG	- 43 -
3.8.3	Schäfer SSI.....	- 45 -
3.8.4	PSB Intralogistics	- 46 -
3.9	Porovnání jednotlivých nabídek.....	- 48 -
3.10	Výpočet ekonomické návratnosti.....	- 51 -
4	Doporučení pro praxi.....	- 54 -
4.1	Výběr a doporučení řešení.....	- 54 -
4.2	Zdůvodnění nabídky.....	- 55 -
4.3	Další možnosti.....	- 56 -
	Závěr	- 58 -
	Literatura.....	- 59 -
	Přílohy.....	I

Seznam symbolů a zkratk

Značka	Popisek
<i>BPM</i>	Business Process Management
<i>BPR</i>	Business Process Reengineering
<i>IoT</i>	Internet of Things
<i>ERP</i>	Enterprise Resource Planning
<i>SCADA</i>	Supervisory control and data acquisition
<i>SAP</i>	Systems, Applications, and Products in Data Processing
<i>LVD</i>	Low Voltage Device
<i>RoHS</i>	Restriction of Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment
<i>PET</i>	Polyethylentereftalát
<i>TPS</i>	Toyota Production System
<i>VSM</i>	Value Stream Mapping
<i>JIT</i>	Just In Time
6σ	Six Sigma
<i>CIP</i>	Continuous improvement process
<i>HR</i>	Human resources
<i>WMS</i>	Warehouse Management System
<i>RFID</i>	Radio Frequency Identification
<i>TMS</i>	Transportation Management System
<i>JIS</i>	Just In Sequence
<i>GPS</i>	Global Positioning System
<i>PE</i>	Polyethylen
<i>VZV</i>	Vysokozdvížený vozík

Úvod

Tato diplomová práce je zaměřena na oblast procesního řízení jako takového, ale také na techniky, které se pro tento způsob řízení používají. Právě procesní řízení dosáhlo koncem 20. století značný vzestup a navázalo tak na funkční řízení. Procesní řízení se zaměřuje primárně na procesy v organizaci, jejich řízení a na přidanou hodnotu. Opak je řízení funkční, které se vyznačuje dělbou práce a je zde velký důraz na dovednosti. V procesním řízení se používá řada různých technik pro řízení a zlepšování procesů, které v této práci budou dále popsány.

Práce je rozdělena na 4 základní kapitoly, v první kapitole jsou popsány rozdíly mezi funkčním a procesním řízením v organizaci a také charakteristika jednotlivých typů řízení. V této kapitole bude podrobně popsáno, co to je reengineering procesů, a jak se vyvíjelo procesní řízení v poslední době. Budou představeny současné trendy, které se objevují a jaký ekonomický a environmentální vliv má procesní řízení na elektrotechnický průmysl. Na konci této kapitoly budou také zmíněny bezpečnostní standardy, které se v procesním řízení objevují.

Druhá kapitola je věnována podrobnému popisu základních nástrojů a metodik používaných v oblasti procesního řízení. Pomocí těchto technik je organizace schopna dosáhnout zlepšení procesů nebo zvýšit bezpečnost a plynulost na pracovišti. Jako základní techniky budou v druhé kapitole zmíněny například metodika Six Sigma a Kaizen, dále také technika 5S, Just In Time nebo Just In Sequence.

Třetí kapitola se primárně zaměřuje na případovou studii ve firmě Murr CZ s.r.o. Cílem případové studie je vybudování plně automatizovaného skladu dle požadavků firmy. V této kapitole bude detailně popsána společnost Murr CZ s.r.o, analýza a sběr dat pro případovou studii. Druhá polovina třetí kapitoly bude zaměřena na výběr dodavatele pro výstavbu plně automatizovaného skladu a budou podrobně představeny a analyzovány jednotlivé nabídky od různých dodavatelů. Součástí třetí kapitoly bude kalkulace nákladů, návratnost a porovnání nabídek dle klíčových parametrů.

Poslední kapitola je věnována výběru neoptimálnějšího řešení pro danou situaci. Finální výběr bude v poslední kapitole detailně vysvětlen a popsán včetně zdůvodnění výběru dodavatele. Nabídky budou zváženy a porovnány s ostatními. Ke konci budou stručně představeny další alternativní možnosti, které lze brát v úvahu při výstavbě automatizovaného skladu, pokud by finální výběr přeci jenom nesplnil očekávání.

1 Současný stav v oblasti procesního řízení

V této kapitole bude představen současný stav procesního řízení a jeho vývoj v průběhu let. Budou představeny dva hlavní typy řízení, a to procesní a funkční řízení i rozdíly mezi nimi. Dále bude vysvětlen pojem reengineering, což je proces přehodnocení a přeorganizování firemních procesů za účelem zlepšení jejich efektivity a efektivnosti. V této kapitole bude také nastíněna historie a vývoj procesního řízení, také současné trendy a inovace. V této kapitole bude také zmíněno, jak využívat zdroje dat, jaké jsou vlivy na elektrotechnický průmysl a v neposlední řadě budou představeny současné bezpečnostní standardy.

1.1 Funkční řízení

První zmínky o funkčním řízení lze datovat od druhé poloviny 18. století. Hlavními charakteristickými znaky pro funkční řízení je dělba práce a kladení velkého důrazu na dovednosti. Dělbba práce je provedena podle specializace a práce je tak rozdělena na dílčí jednoduché úkony, které mohou provádět i nekvalifikovaní pracovníci. Každé pracovní místo má tedy jasně definované základní pracovní povinnosti a postupy. Funkční řízení je velmi typické pro hromadnou sériovou výrobu, kde se neustále opakují stejné operace. Tento typ řízení je především orientován na samotný produkt, a nikoliv na zákazníka jako u procesního řízení. Hlavní nevýhodou je především vytváření zbytečných pracovních míst, které nepřidávají finálnímu produktu žádnou přidanou hodnotu. Typickým příkladem mohou být duplicitní pozice. Další nevýhodou může být problém v komunikaci či další dělení společnosti na různé funkční celky. [1, 2]

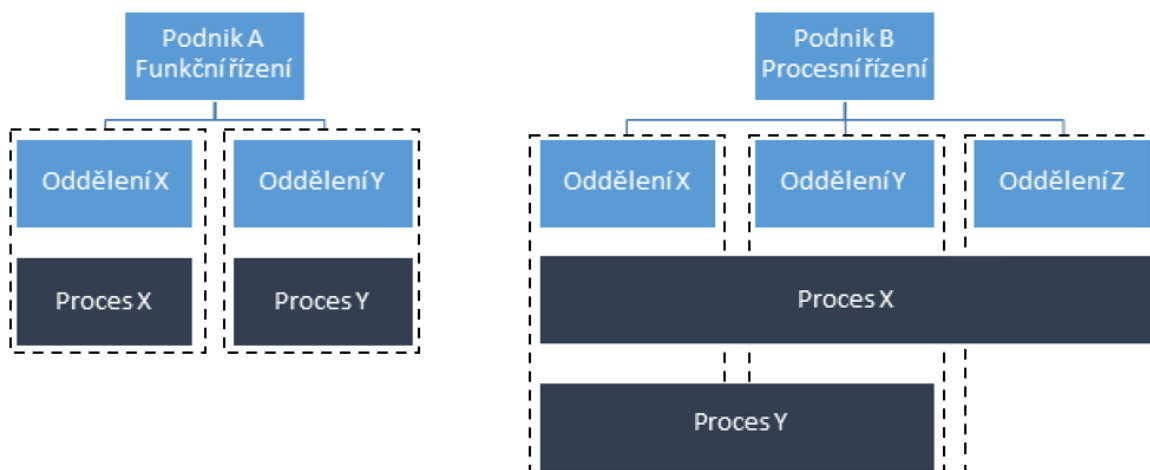
1.2 Procesní řízení

Jak již název napovídá, tak procesní řízení se zaměřuje přímo na procesy a činnosti, které se vztahují k řízení a průběhu procesů napříč celou organizací. Značný vzestup byl převážně v 90. letech 20. století, kdy byl trendem reengineering procesů. Velmi často se procesní řízení označuje zkratkou BPM a je nástupcem funkčního řízení. Definice pojmu procesního řízení není přesně dána a může se mírně lišit u různých autorů, nicméně definice jsou si vždy velmi podobné. Lze si tedy pod tímto pojmem představit různé systémy, výrobní postupy či nástroje pro neustálé zlepšování, které vedou k dosažení maximální kvality a efektivity výrobního procesu. Hlavní podstatou v procesním řízení je definovat si cíl, který by měl být splněn. Tímto cílem je především spokojenost zákazníka společně s optimálním

chodem společnosti, která bude vedena co nejchopodárněji a nejefektivněji. Nevýhody procesního řízení mohou být spojené s jeho zaváděním, nicméně z pohledu zaměstnance za nevýhodu lze považovat možnou ztrátu pracovního místa. [3, 2]

1.3 Rozdíl mezi funkčním a procesním řízením

Jedním z mnoha rozdílů, kterým se funkční řízení liší od procesního, je právě dělba práce mezi jednotlivé pracovníky, u kterých není vyžadována vysoká kvalifikace. Naopak u procesního řízení se sleduje převážně proces a dosažení výsledku oproti jednotlivým činnostem a operacím, jak je tomu u funkčního řízení. Vysoká rychlost a produkce výroby převažuje u funkčního řízení a je zde malá orientace na zákazníka, zatímco procesní řízení se zaměřuje především na zákazníka, a tak je podnik schopen vyhovět specifickým požadavkům od zákazníka. Oba typy se také značně liší v typu řízení. U funkčního řízení převažuje zejména hierarchické uspořádání, naopak u procesního řízení převažuje uspořádání napříč útvary. Rozdílů mezi těmito typy řízení je mnoho, další rozdíly jsou shrnuty do *Tab. 1* a *Obr. 1*. [2, 4]



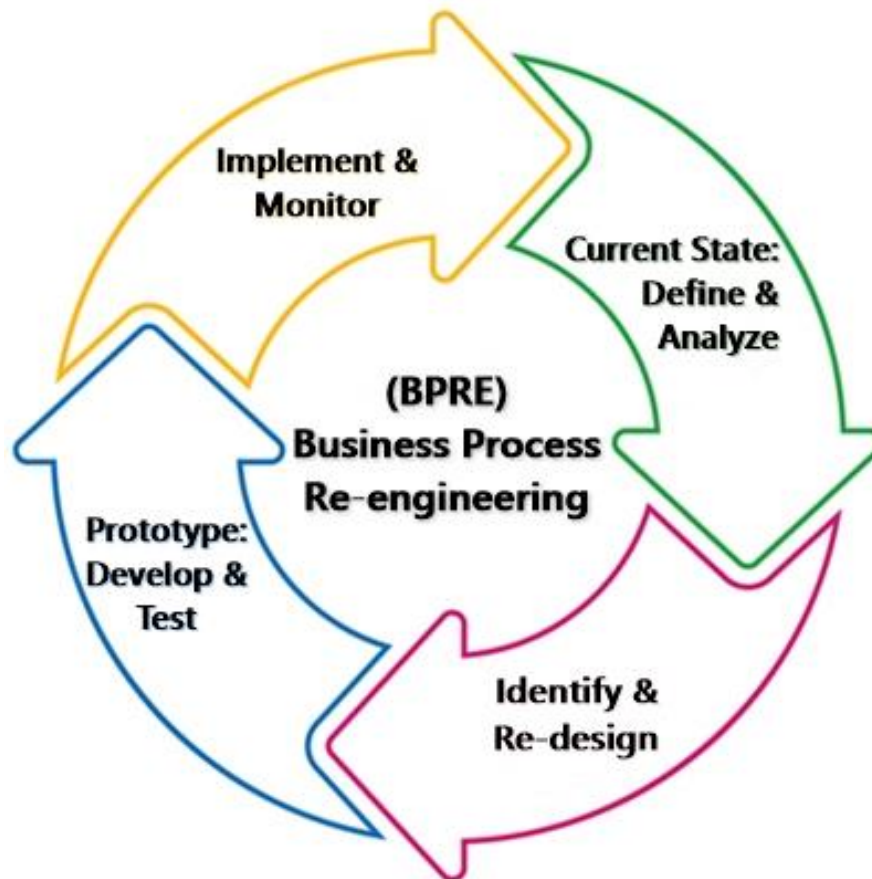
Obr. 1 - Grafické srovnání funkčního a procesního stylu řízení.

Tab. 1 – Srovnání funkčního a procesního řízení. Převzato z: [2, 4]

Funkční přístup	Procesní přístup
System dělby práce	System integrace činností
Zaměření na činnosti	Zaměření na přidanou hodnotu
Charakter práce – Specializace	Charakter práce – Integrace
Hierarchické řízení	Řízení napříč útvary
Komunikace probíhá přes vrstvy organizační struktury	Komunikace je napříč útvary
Funkce podniku – výroba	Funkce podniku – marketing

1.4 Reengineering procesů

Reengineering procesů je přístup k řízení a optimalizaci procesů v organizaci, který se zaměřuje na přehodnocení a přepracování stávajících procesů za účelem dosažení větší efektivity a inovace. Pojem reengineering lze nalézt také pod zkratkou BPR, což znamená business process reengineering. Cílem reengineeringu procesů je dosáhnout značného zlepšení výkonu a výsledků organizace prostřednictvím změn v základním designu, průběhu a řízení procesů. Reengineering procesů obvykle zahrnuje čtyři základní fáze, identifikaci a analýzu současných procesů, návrh nových procesů, implementaci nových procesů a sledování výsledků. V průběhu procesu reengineeringu se často používají technologie, jako je automatizace procesů a digitální transformace, aby se urychlilo a zefektivnilo řízení procesů. Reengineering procesů se obvykle provádí tehdy, když organizace čelí výzvěm, jakými jsou snížení výkonnosti, ziskovosti, zhoršení kvality, zvýšení nákladů nebo potřeba inovace. Reengineering procesů může vést k dramatickému zlepšení výkonu organizace, ale zároveň vyžaduje velké úsilí a zdroje.[5, 6, 7]



Obr. 2 – Základní fáze reengineeringu. Převzato z: [7].

1.5 Vývoj a historie procesního řízení v elektrotechnice

Procesní řízení v elektrotechnice se vyvíjelo po mnoho let a stalo se klíčovým faktorem pro úspěšné fungování elektrotechnických firem. První pokusy o automatizaci procesů v elektrotechnice se datují již od 19. století, kdy byly zkonstruovány první elektrické motory a spínače. Tyto první kroky vedly ke vzniku průmyslových kontrolních systémů, které se postupně vyvíjely a zdokonalovaly. V druhé polovině 20. století došlo k významnému rozvoji elektroniky a počítačových technologií, což vedlo ke vzniku digitálních procesních řízení. [8, 9]

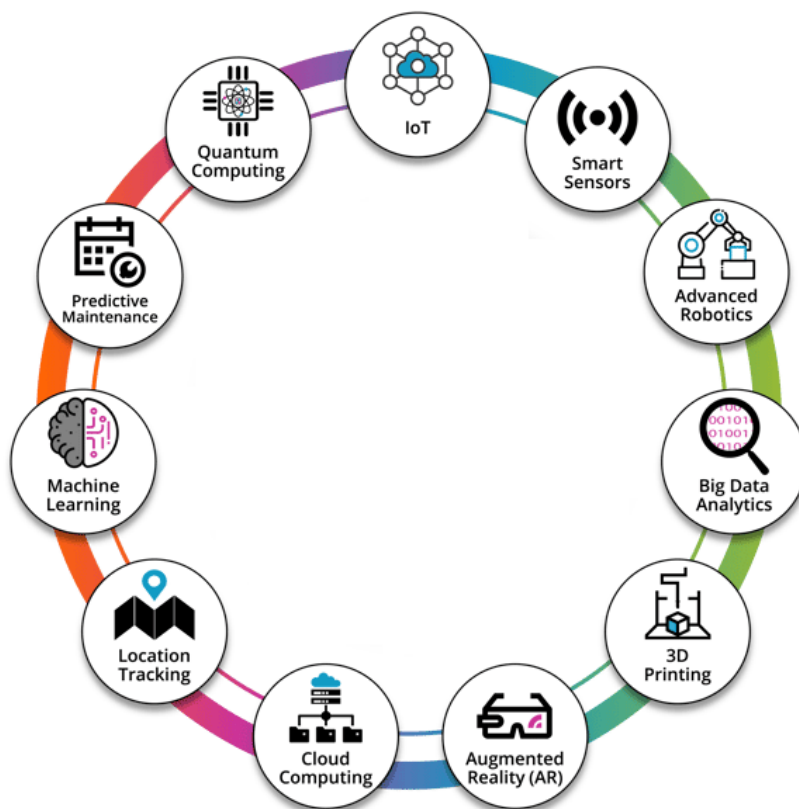
Tyto systémy umožňovaly řídit a monitorovat výrobní procesy elektrotechnické výroby s vysokou přesností a rychlostí. V posledních desetiletích došlo k dalšímu rozvoji, kdy bylo digitální procesní řízení propojeno s internetem, a tento způsob řízení začal být využíván pro řízení a monitorování výrobních elektrotechnických procesů na celosvětové úrovni. Současně s tím dochází k rozvoji inteligentních procesních řízení, která využívají umělou inteligenci a strojové učení k optimalizaci a automatizaci elektrotechnických procesů. Tyto systémy jsou schopny se učit a adaptovat se na změny v prostředí, což přináší významné

výhody v oblasti efektivity a spolehlivosti. Vývoj a historie procesního řízení v elektrotechnice tak ukazují, že se jedná o dynamický obor, který se neustále vyvíjí a zdokonaluje. Tato zlepšení vedou k lepšímu řízení elektrotechnických firem a tím ke zlepšení kvality a bezpečnosti elektrotechnických produktů. [8, 9]

1.6 Současné trendy a inovace v oblasti procesního řízení

- **Digitální transformace:** Digitální transformace se stala jedním z hlavních trendů v oboru procesního řízení. Umožňuje automatizaci a digitalizaci procesů, což významně zlepšuje efektivitu a přesnost řízení. Díky digitální transformaci lze také snadněji monitorovat stav jednotlivých procesů a rychle reagovat na případné problémy. [10, 11]
- **Propojení s IoT:** Procesní řízení se také stále více propojuje s internetem věcí. To umožňuje real-time monitoring a řízení elektrotechnických zařízení. Díky propojení s IoT lze také získávat cenná data, která mohou být využita k dalšímu následnému zlepšování procesů. [10, 11]
- **Cloud computing:** V oboru procesního řízení se stále více používají cloudová řešení. Ta umožňují vzdálený přístup k procesním datům a umožňují také snadnou spolupráci mezi různými odděleními a společnostmi. Cloudová řešení také umožňují lepší zabezpečení dat a snadnou údržbu systému. [10, 11]
- **Umělá inteligence a strojové učení:** Umělá inteligence a strojové učení se staly významnými inovacemi v oboru procesního řízení. Tyto technologie umožňují automatické rozpoznávání a řešení problémů, což významně zlepšuje efektivitu a přesnost řízení. Kromě toho také umožňují lepší prognózování budoucího vývoje a řízení rizik. [10, 11]
- **Prediktivní údržba:** Prediktivní údržba se stala dalším důležitým trendem v oboru procesního řízení. Tato metoda umožňuje predikci možných poruch zařízení na základě analýzy dat a následné plánování preventivní údržby. Tím lze významně snížit riziko výpadků a zároveň zlepšit efektivitu údržby. Prediktivní údržba také umožňuje lepší plánování a optimalizaci procesů. [10, 11]

Trendů a inovací je v dnešní době značné množství, těchto pět výše zmíněných trendů patří mezi ty hlavní. Inovace se objevují také v průmyslu 4.0, kde se hojně využívají. Dalšími možnými trendy jsou například integrace, rozšířená realita, simulace, chytré senzory nebo také autonomní roboti. [10, 11]



Obr. 3 – Další trendy a nástroje využívané v procesním řízení. Převzato z: [12].

1.7 Význam a úloha digitálních technologií v procesním řízení

Digitální technologie představují klíčový prvek pro modernizaci a zlepšování procesů v oboru elektrotechniky. Tyto technologie umožňují efektivnější a automatizované řízení procesů a tím přispívají ke zvýšení produktivity a kvality výroby. Jednou z hlavních rolí digitálních technologií v procesním řízení je zajištění plynulého a efektivního provozu zařízení. Díky řízení na základě dat a algoritmů lze v reálném čase analyzovat stav zařízení a optimalizovat jeho chod. Tyto technologie také umožňují lépe plánovat a řídit údržbu, což přispívá ke snižování nákladů a ke zlepšení celkové efektivity procesu. Navíc digitální technologie umožňují vzdálenou správu a monitoring zařízení, což ulehčuje práci obsluhy a umožňuje rychlou reakci na případné problémy. [13, 14]

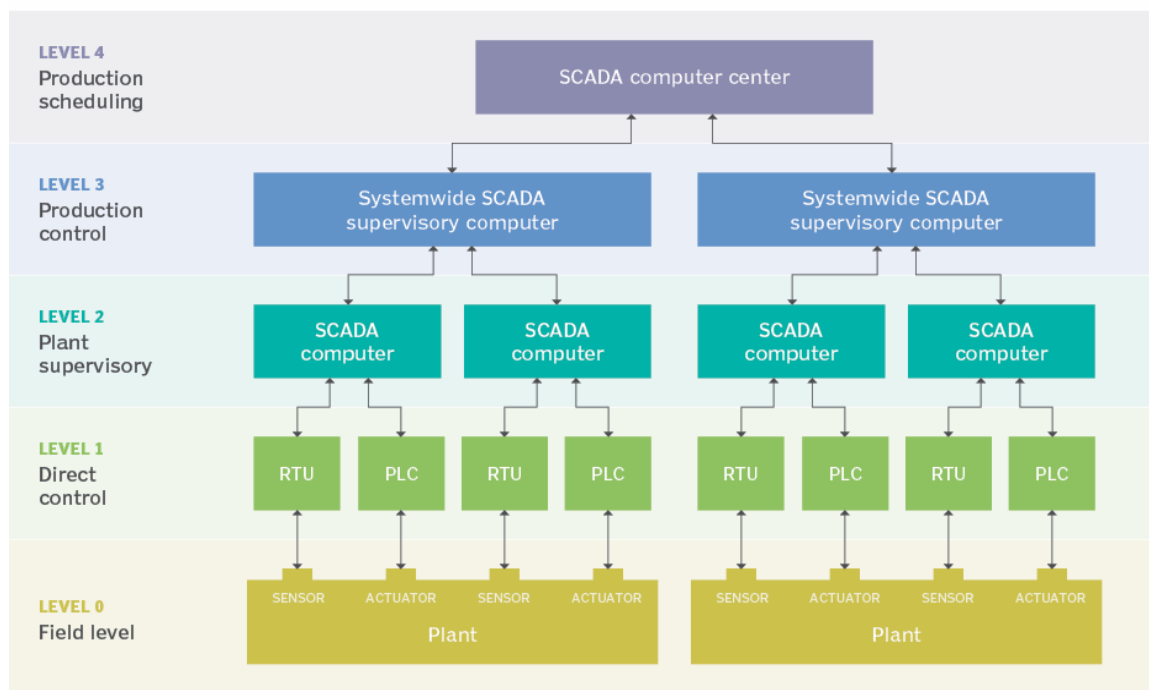
1.8 Zdroje dat a jejich využití při procesním řízení

Při procesním řízení elektrotechnických zařízení se využívají data z různých zdrojů. Data slouží k monitorování a optimalizaci procesů. Tyto zdroje zahrnují senzory, automatizační zařízení, SCADA systémy a ERP systémy.

Senzory jsou základním zdrojem dat, která poskytují informace o stavu jednotlivých částí zařízení. Tyto informace se používají k vyhodnocování a optimalizaci provozu zařízení. Automatizační zařízení pak umožňují automatizaci procesů a řízení na základě dat získaných ze senzorů.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) systémy slouží k řízení a monitorování procesů v průmyslových zařízeních. Tyto systémy umožňují centrální řízení a kontrolu vzdálených procesů pomocí počítačů a sítí. SCADA systémy také umožňují zaznamenávat a analyzovat data z jednotlivých procesů a používat je k optimalizaci a zlepšení výkonu. Tyto systémy se používají v různých odvětvích, jako je například energetika, vodní a kanalizační systémy, dopravní infrastruktura a průmysl. Jednou z klíčových výhod SCADA systémů je jejich schopnost sbírat a analyzovat velké množství dat v reálném čase. Tato data mohou být použita k identifikaci trendů, detekci anomálií a optimalizaci výrobních procesů. SCADA systémy také mohou poskytovat upozornění a notifikace operátorům v případě poruchy zařízení nebo abnormálních podmínek, což umožňuje rychlejší reakční časy a zvýšení bezpečnosti. [15]

Layers of the SCADA system architecture

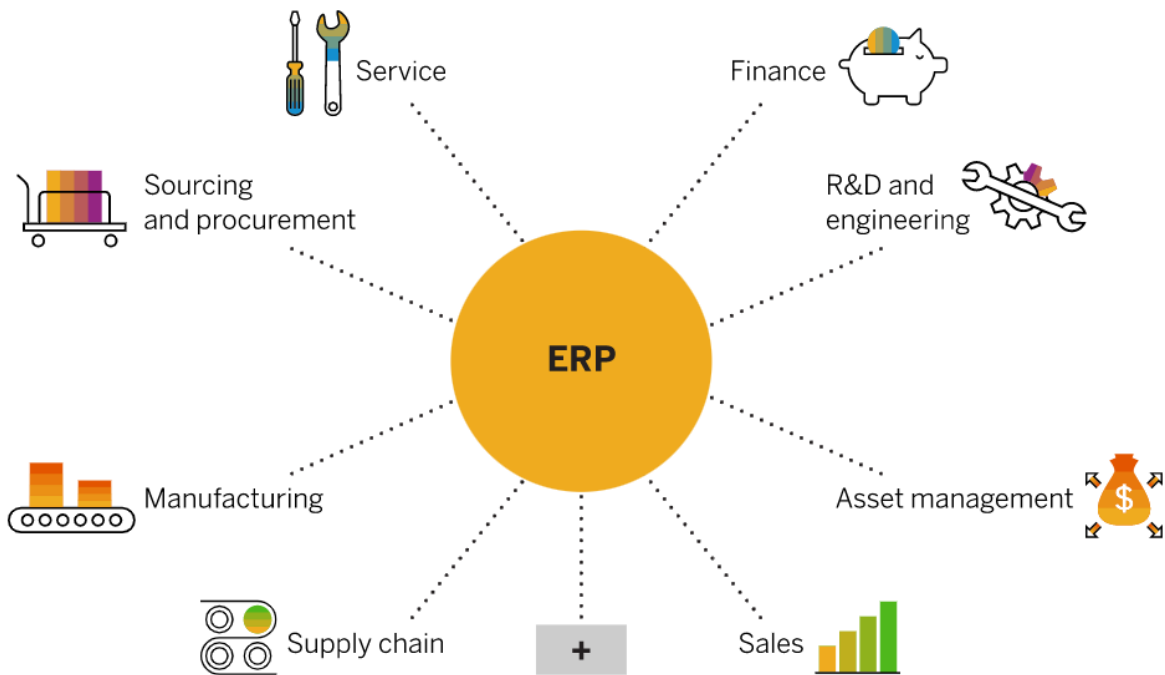


Obr. 4 – Architektura systému SCADA. Převzato z: [15].

ERP (Enterprise Resource Planning) systémy slouží k integraci a automatizaci podnikových procesů a informací. Tyto systémy umožňují efektivnější řízení zdrojů,

zlepšení kvality dat a zvýšení efektivity a produktivity podniku. ERP systémy zahrnují funkce jako účetnictví, nákup, prodej, výrobu, skladování a správu lidských zdrojů. Tyto systémy poskytují centralizované informace o všech podnikových procesech a umožňují efektivnější rozhodování a řízení. ERP systémy se často používají ve velkých a středně velkých podnicích, ale existují také řešení pro menší společnosti. Cílem ERP systémů je zlepšit efektivitu a produktivitu podniku a zajistit, aby informace byly správné, aktuální a dostupné všem relevantním stranám. [16, 18]

SAP (Systems, Applications, and Products in Data Processing) je jeden z největších výrobců ERP softwaru na světě. SAP nabízí širokou škálu softwarových řešení pro různé oblasti podnikání, jako jsou finance, výroba, prodej, distribuce a lidské zdroje. SAP ERP systémy jsou velmi rozšířené v podnikovém prostředí a používají je tisíce organizací po celém světě. Využití různých zdrojů dat při procesním řízení elektrotechnických zařízení tak umožňuje efektivnější a automatizované řízení procesů, což přispívá ke zvýšení produktivity a kvality výroby. [17]



Obr. 5 – Hlavní komponenty ERP systémů. Převzato z: [16].

1.9 Ekonomický a environmentální vliv procesního řízení na elektrotechnický průmysl

Procesní řízení má v elektrotechnickém průmyslu významný ekonomický vliv. Efektivní procesní řízení může pomoci snížit náklady na výrobu a zlepšit kvalitu výrobků. Pokud jsou procesy řízeny efektivně, znamená to, že výroba bude probíhat rychleji a s menšími náklady

na energii a materiály. To může vést k nižším nákladům na výrobu, což zvyšuje ziskovost elektrotechnických firem. Procesní řízení také umožňuje elektrotechnickým firmám optimalizovat své zásoby a zlepšit efektivitu skladování. [2, 18]

Na druhé straně má procesní řízení také vliv na životní prostředí. Elektrotechnický průmysl produkuje velké množství emisí, jako je oxid uhličitý a další škodlivé látky. Efektivní procesní řízení může pomoci snížit tyto emise a tím snížit negativní dopad na životní prostředí. Například úspora energie a materiálů v průběhu výroby může snížit emise skleníkových plynů a snížit množství odpadu, který se dostane do přírody. Procesní řízení také umožňuje elektrotechnickým firmám implementovat opatření pro ochranu životního prostředí, jako jsou recyklace, minimalizace odpadů a snížení spotřeby energie. S rostoucími nároky na udržitelnost a environmentální odpovědnost lze předpokládat, že význam procesního řízení bude nadále růst a bude hrát stále důležitější roli v elektrotechnickém průmyslu. [18, 20]

1.10 Současné bezpečnostní standardy a regulace v oblasti procesního řízení elektrotechnických zařízení.

Bezpečnost je v oblasti procesního řízení v elektrotechnice klíčovým aspektem. Proto se v této oblasti vyvinuly řady standardů a regulací, které zajišťují to, že elektrotechnická zařízení fungují bezpečně a spolehlivě. Tyto standardy se neustále vyvíjejí a aktualizují tak, aby odpovídaly stále se měnícím potřebám a požadavkům trhu. Na zařízeních lze nalézt řadu symbolů označujících recyklaci, nutnost speciální ekologické likvidace a další symboly na *Obr. 6*. [2]

Mezi nejdůležitější současné bezpečnostní standardy v oblasti procesního řízení v elektrotechnice patří například IEC 61511, který se zaměřuje na bezpečnost funkčního řízení procesů, a EN 62061, který se zabývá bezpečností strojů. Tyto standardy definují požadavky na bezpečnost, testování a certifikaci elektrotechnických zařízení. Dále existují regulace, jako je Evropská směrnice o elektrických nízkonapěťových zařízeních (LVD), které vyžadují splnění požadavků, na bezpečnost v souladu s evropskými normami. V neposlední řadě jsou důležité i regulace týkající se ochrany životního prostředí, jako například Evropská směrnice o ochraně životního prostředí a elektrotechnice (RoHS) Výše uvedená směrnice stanovuje limity pro bezpečné používání škodlivých látek v elektrotechnických zařízeních. Tyto standardy a regulace spolu s výzkumem a inovacemi v oblasti procesního řízení pomáhají zlepšovat bezpečnost, účinnost a hospodárnost elektrotechnických zařízení. [22, 24]



Obr. 6 – Recyklační symboly. Zleva: zelený bod, RoHS směrnice, recyklovatelný materiál, materiál k ekologické likvidaci, recyklovatelný materiál PET.

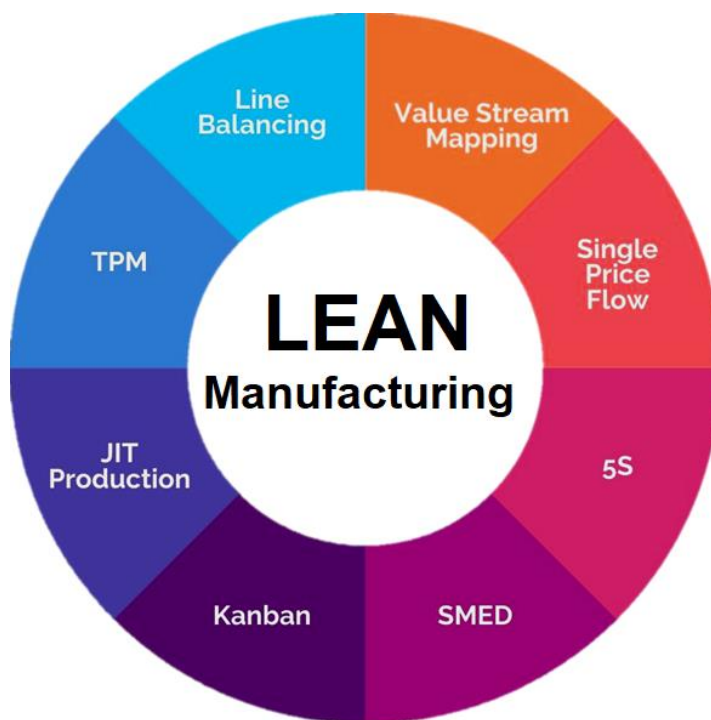
2 Metody a nástroje pro řízení procesů

V rámci této kapitoly jsou představené metody a nástroje, které se používají pro optimalizaci a zlepšování procesů. Nástroje a metody pro optimalizaci úzce souvisí s případovou studií. V případové studii budou použity určité nástroje. Jedním z nich je Ganttův diagram nebo JIT.

2.1 Lean Management

Lean Management, také známý jako Lean Manufacturing nebo Lean Production, (v češtině jej lze nalézt pod pojmem „Štíhlá výroba“) je strategie řízení a filozofie, která se zaměřuje na maximalizaci efektivity a minimalizaci plýtvání v průmyslové výrobě a procesech. Jeho hlavním cílem je optimalizovat výrobu a procesy tak, aby dosáhly co nejvyšší kvality a produktivity s co nejnižšími náklady. Lean Management vychází ze systému Toyota Production System (TPS), který byl vyvinut v Japonsku v 50. letech minulého století. Toyota Production System (TPS) byl vyvinut jako reakce na omezené zdroje a nízkou výrobní kapacitu Japonska po druhé světové válce. TPS se zaměřuje na minimalizaci plýtvání, maximalizaci efektivity a zlepšení kvality výroby. [5, 6, 7]

V praxi se Lean Management zaměřuje na optimalizaci procesů prostřednictvím eliminace všech zdrojů plýtvání, jako jsou například neefektivní čekání, nadbytečné pohyby a manipulace s materiály, přepracování, přetváření, přetížení a neefektivní plánování. Lean Management se také zaměřuje na posilování role a odpovědnosti pracovníků a vytváření kultury neustálého zlepšování. Při použití Lean Managementu se využívají různé nástroje a techniky, jako je například 5S, který slouží k organizaci a standardizaci pracovišť, Value Stream Mapping (VSM), který pomáhá identifikovat a eliminovat plýtvání v procesech, Kanban, který umožňuje efektivní řízení zásob a Just-In-Time (JIT), který minimalizuje zásoby a zvyšuje flexibilitu výroby. Další z možných nástrojů využívaných v Lean Managementu jsou na *Obr. 7*. Lean Management lze využít v jakémkoliv procesu, ať už ve výrobě, službách, zdravotnictví, administrativě a dalších oblastech. Jeho cílem je neustále zlepšovat procesy, aby byly co nejefektivnější a kvalitnější, což v konečném důsledku vede k větší spokojenosti zákazníků, nižším nákladům a zvýšené konkurenceschopnosti. [5, 6, 7]



Obr. 7 – Lean Management a jeho klíčové nástroje Převzato z: [24].

Pro implementaci Lean Managementu je důležité, aby celá organizace sdílela jeho filozofii a principy a aby byla zapojena do procesu neustálého zlepšování. Proces zavádění Lean Managementu může být náročný a vyžaduje čas a úsilí, ale v konečném důsledku přináší mnoho výhod. Mezi hlavní výhody patří: [22]

- Nižší náklady: Eliminace plýtvání v procesech a minimalizace zásob snižuje náklady na výrobu a skladování zboží a služeb.
- Větší kvalita: Procesy optimalizované pomocí Lean Managementu jsou méně náchylné k chybám a vadám a výsledkem jsou kvalitnější produkty a služby.
- Větší spokojenost zákazníků: Optimalizované procesy zajišťují rychlejší dodávky, kvalitnější produkty a služby a lepší zákaznickou podporu, což vede ke zvýšené spokojenosti zákazníků.
- Zvýšená produktivita: Eliminace plýtvání a zefektivnění procesů zvyšuje produktivitu a snižuje čas výroby.
- Flexibilita: Lean Management umožňuje rychlé reagování na změny v poptávce a zajišťuje flexibilitu výroby.
- Zlepšení firemní kultury: Lean Management posiluje odpovědnost a roli pracovníků a podporuje kulturu neustálého zlepšování a inovace.

- Implementace Lean Managementu vyžaduje silné vedení, podporu managementu, komunikaci, spolupráci mezi odděleními a zaměstnanci, školení, podporu zaměstnanců a neustálé monitorování výkonu procesů.

Výhody Lean Managementu jsou obrovské a mnoho firem využívá tuto metodiku k zefektivnění procesů a zvýšení konkurenceschopnosti. Pokud chce firma zlepšit své procesy a dosáhnout lepších výsledků, může být Lean Management pro firmu tou správnou volbou.

2.2 Six Sigma

Six Sigma (značeno 6σ) je metodika, která se používá ke zlepšování kvality výrobků a procesů v různých průmyslových odvětvích. Tato metodika byla vyvinuta v 80. letech společností Motorola, která se snažila zlepšit kvalitu svých výrobků a procesů. Po úspěšném nasazení v Motorole se Six Sigma stala populární a používá se v celém světě v průmyslových odvětvích, jako jsou automobilový průmysl, zdravotnictví, bankovníctví a dalších. Six Sigma se zaměřuje na snížení počtu chyb v procesu a maximalizaci kvality produktu nebo služby. Tato metodika se opírá o statistické techniky, jako je kontrola procesu a statistická analýza dat, aby se dosáhlo vysoké kvality. [25, 27]

Výhodou Six Sigma je, že umožňuje firmám identifikovat a odstranit chyby a nedostatky, což zvyšuje efektivitu procesů, snižuje náklady a zvyšuje spokojenost zákazníků. Další výhodou Six Sigma je, že pomáhá firmám dosáhnout mnohých udržitelných konkurenčních výhod. Tato metodika umožňuje firmám zlepšovat své procesy a produkty, aby byly konkurenceschopnější na trhu. Tím se firma může odlišit od svých konkurentů a získat větší podíl na trhu. Six Sigma je tedy velmi užitečným nástrojem pro firmy, které se snaží zlepšit své procesy a produkty a stát se konkurenceschopnějšími na trhu. [26]

Jednou z hlavních technik Six Sigma je technika DMAIC, která umožňuje firmám systematicky identifikovat a následně řešit problémy a zlepšovat kvalitu svých procesů i produktů. DMAIC zahrnuje pět fází – definice problému, měření stávajícího stavu, analýza dat, návrh a implementace řešení a kontrola výsledků. DMAIC je široce používanou technikou v průmyslových odvětvích po celém světě a umožňuje firmám dosáhnout významného zlepšení kvality a snížení nákladů. [27, 28]



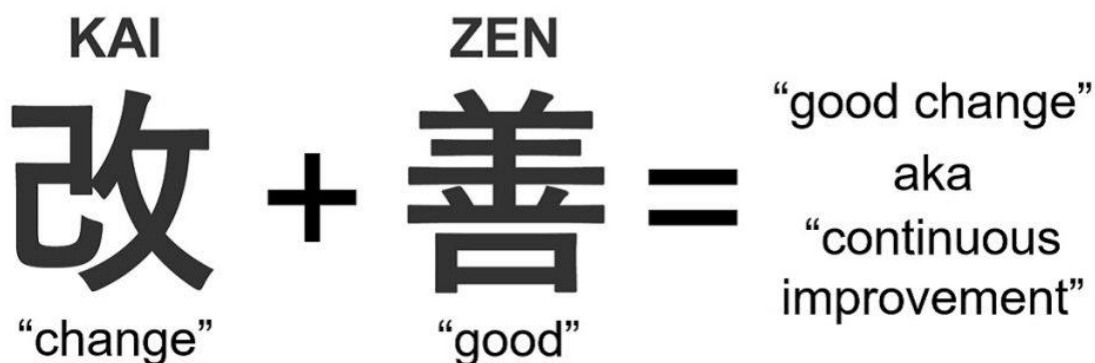
Obr. 8 – DMAIC cyklus, hlavní nástroj metodiky Six Sigma. Převzato z :[28].

2.3 Kaizen

Kaizen je japonský termín pro kontinuální zlepšování. Slovo Kaizen je složeno z japonských slov "kai" a "zen", což znamená "změna" a "lepší" nebo "dobře" viz *Obr. 9*. Tento koncept byl vyvinut v Japonsku po druhé světové válce a stal se klíčovým prvkem v japonském průmyslu. Jeho cílem je neustálé zlepšování procesů a produktů pomocí systematického přístupu. Kaizen se používá v mnoha oblastech, jako jsou výroba, služby, zdravotnictví a vzdělávání. Tento koncept je založen na myšlence, že neustálé malé změny vedou k velkým výsledkům. Zaměřuje se na identifikaci problémů, nalezení řešení a jejich následné implementaci. Kaizen podporuje kulturu zaměstnaneckého zapojení a participace, což vede k vyšší spokojenosti a angažovanosti zaměstnanců. Zaměstnanci jsou tak zapojováni do procesu zlepšování a mají tak možnost přispět svými nápady a inovacemi k úspěchu organizace. [29, 30]

Hlavní výhodou Kaizen je, že umožňuje společně zlepšovat své procesy a produkty v malých krocích, což vede k větší efektivitě a konkurenceschopnosti. Kaizen také pomáhá snižovat náklady a zvyšovat zisk. Společnosti, které se rozhodnou zavést Kaizen, musí být připraveny na změny v organizační kultuře a na dlouhodobý proces neustálého zlepšování. Je to proces, který vyžaduje trpělivost a vytrvalost, ale pokud se podaří Kaizen implementovat úspěšně, může to mít pozitivní dopad na celou organizaci a povede to k dlouhodobému úspěchu. Kaizen je tedy důležitým nástrojem pro zlepšování výkonu organizace a dosahování konkurenční výhody. [29, 32, 34]

Existují některé rozdíly v tom, jak západní a východní podniky přistupují k implementaci Kaizenu, což je japonský koncept kontinuálního zlepšování. Západní podniky se obvykle soustředí na rychlé inovace a změny, které jsou založeny na nových technologiích a procesech. Na druhé straně východní podniky, jako jsou japonské a korejské, jsou známé pro svůj dlouhodobý a trpělivý přístup k procesu neustálého zlepšování. V západních podnicích se často používají nástroje jako Six Sigma nebo Lean Management, které mají silný důraz na statistiku a data. Na druhé straně východní podniky se zaměřují na procesy a na přímé zapojení zaměstnanců. Zaměstnanci jsou u východních podniků často zapojováni do procesu zlepšování a mají tak možnost přispět svými nápady a inovacemi k úspěchu organizace. Západní a východní podniky se tedy mohou lišit v tom, jakým způsobem přistupují k implementaci Kaizenu. Západní podniky se soustředí na rychlé inovace a technologie, zatímco východní podniky se zaměřují na trpělivý a dlouhodobý proces neustálého zlepšování s důrazem na zapojení zaměstnanců. [32, 34]

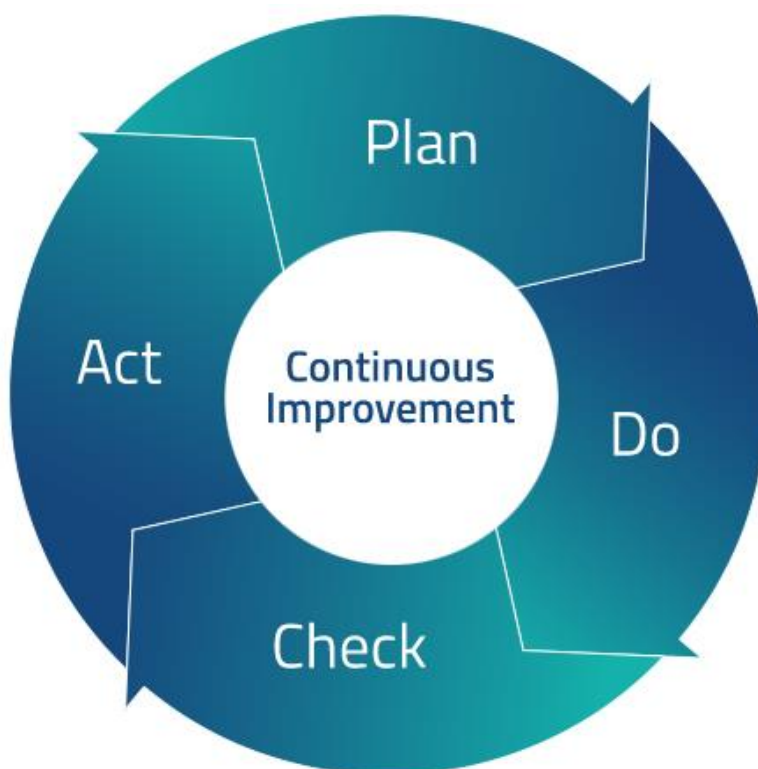


Obr. 9 – Význam slova Kaizen. Převzato z: [30].

2.4 Proces neustálého zlepšování

Proces neustálého zlepšování (CIP – continuous improvement process) je metodika, která se zaměřuje na neustálé zlepšování procesů a výkonu organizace. Jeho hlavním cílem je zvyšovat efektivitu a efektivnost práce a tím zlepšovat výsledky organizace. CIP se zakládá na filozofii, že každý proces lze vylepšit a že neustálé zlepšování vede k úspěchu. Proces CIP se skládá z několika kroků, jako je plánování, realizace, kontrola a přizpůsobení. Plánování je zaměřeno na identifikaci oblastí, které je třeba zlepšit, na stanovení cílů a na plánování postupu. Realizace zahrnuje implementaci navržených změn a kontrola sleduje, zda se dosažené výsledky shodují s plánovanými cíli. Přizpůsobení pak zahrnuje úpravy a vylepšení procesů na základě zjištěných zlepšení. [4, 33, 35]

CIP může být velmi užitečný pro organizace, které se snaží zlepšit svou konkurenceschopnost a dosahovat lepších výsledků. Pomáhá snižovat náklady a zvyšovat výkonnost, což může vést k větší spokojenosti zákazníků a zlepšení vztahů se zainteresovanými stranami. Kromě toho může CIP také přispět k vytvoření kultury inovace a k podpoře a motivaci zaměstnanců. Proces neustálého zlepšování může být použit v různých oblastech organizace, jako jsou výroba, služby, řízení lidských zdrojů nebo marketing, a může se aplikovat na různé úrovně organizace, od procesů po strategické rozhodování. V praxi může být CIP implementován pomocí různých nástrojů a metodik, jako je například Six Sigma, Lean Management, Kaizen, PDCA, 5S nebo Kanban. Tyto metodiky se zaměřují na identifikaci a odstranění plýtvání, snižování chyb, zvyšování kvality a zlepšování výkonu organizace. [4, 35, 37]



Obr. 10 – Cyklus neustálého zlepšování (PDCA cyklus). Převzato z: [33].

2.5 5S

Metoda 5S je nástroj pro zlepšování efektivity a kvality práce. Pochází z japonského managementu. Je to systematický přístup k organizaci pracoviště, který se soustředí na eliminaci ztrát a zlepšení výkonu zaměstnanců. Metoda 5S je součástí systému Lean Manufacturing, který se zaměřuje na minimalizaci ztrát a maximalizaci efektivity výrobního procesu. Název metody 5S pochází z japonských slov seiri, seiton, seiso, seiketsu a shitsuke,

což v anglické verzi znamená sort, set in order, shine, standardize a sustain. Metoda 5S není jen pro výrobní firmy, ale může být aplikována v jakémkoliv odvětví. Přínosy této metody jsou mnohostranné. Pomáhá zvyšovat efektivitu práce, minimalizovat ztráty, zlepšit kvalitu výroby, snižovat riziko nehod a zlepšovat bezpečnost a zdraví pracovníků. [36, 37, 38]

- První fáze této metody, sortování (seiri), zahrnuje odstranění všech nepotřebných věcí z pracoviště. Tento krok pomáhá zvýšit efektivitu práce tím, že se zaměstnanci nemusí zabývat nepotřebnými věcmi a mohou se soustředit na důležité úkoly. [37, 38]
- Druhá fáze, rozřídění (seiton), znamená uspořádání zbývajících věcí na pracovišti tak, aby byly snadno přístupné a všechny potřebné věci byly na svém místě. Tento krok usnadňuje vyhledávání potřebných věcí a zkracuje dobu, kterou zaměstnanci tráví hledáním nástrojů a materiálů. [37, 38]
- Třetí fáze, uklízení (seiso), znamená udržování pracoviště čistého a uklizeného. Tento krok pomáhá snižovat riziko nehod a zlepšuje bezpečnost a zdraví pracovníků. Kromě toho čisté pracoviště pomáhá zvyšovat efektivitu práce, protože zaměstnanci se mohou soustředit na svou práci bez rušení. [37, 38]
- Čtvrtá fáze, standardizace (seiketsu), znamená vytvoření standardů pro pracovní postupy, které zlepšují kvalitu výroby a snižují riziko chyb. Standardizované postupy pomáhají minimalizovat neefektivní procesy a zvyšují produktivitu a kvalitu výroby. [37, 38]
- Poslední fáze, udržování (shitsuke), znamená udržování dosažených výsledků a trvalou práci na zlepšování a optimalizaci procesů. Tento krok pomáhá zajistit trvalé zlepšování a udržení vysoké úroveň produktivity a kvality výroby a zároveň podporuje zodpovědnost zaměstnanců za svou práci a pracovní prostředí. [37, 38]



Obr. 11 – Pět základních kroků metody 5S. Převzato z: [38].

Pro zavedení této metody je důležité, aby se vedení firmy aktivně zapojilo a podporovalo ji. Zaměstnanci musí být pečlivě vycvičeni v metodě 5S a měli by mít jasně definované role a zodpovědnost. Pravidelná kontrola a hodnocení úspěšnosti metody 5S pomáhá zajistit trvalé zlepšování a udržení vysoké úrovně produktivity a kvality výroby. Metoda 5S je nejen nástrojem pro zlepšování výroby, ale také pro zlepšování pracovního prostředí a kvality života zaměstnanců. Vytváří se tím kultura, ve které jsou čistota, pořádek a efektivita součástí pracovního procesu a přispívá se tak k celkovému úspěchu firmy. [37, 38]



Obr. 12 – Pracoviště před a po zavedení metody 5S. Převzato z: [38].

2.6 Ganttův diagram

Tvůrcem Ganttova diagramu byl americký inženýr a vědec Henry Gantt. Tento diagram navrhl v roce 1910 a v dnešní době je jeho používání u projektových manažerů velmi časté. Ganttův diagram je velmi jednoduchý a zároveň velmi užitečný nástroj, díky kterému je možné plánovat projekty a činnosti v časové ose a mít nad tím dostatečně dobrý přehled a kontrolu. Nalézt jej můžeme ve stavebnictví, plánování výroby či marketinku nebo HR.

Celý diagram působí velmi jednoduše a logicky, na vertikální ose jsou zobrazeny pevně dané úkoly a na horizontální ose je zobrazena časová osa. Tato časová osa může být zobrazena nejčastěji od řádu hodin až po měsíce či roky. Na ploše diagramu jsou pak jednotlivé činnosti označeny obdélníky, které označují dobu trvání činností. Příklad jednoduchého Ganttova diagramu lze vidět na *Obr. 13*. [39, 40]

Task Name	Q1 2019			Q2 2019		Q3 2019
	Jan 19	Feb 19	Mar 19	Apr 19	Jun 19	Jul 19
Planning		■				
Research		■				
Design			■			
Implementation				■		
Follow up					■	

Obr. 13 – Ganttův diagram. Převzato z: [40].

Ganttův diagram obsahuje vždy několik základních bodů, které je nutné dodržet. Těmito body jsou začátek a konec samotného projektu a také dílčí úkoly, doba trvání jednotlivých úkolů, odpovědné osoby a osoby s úkoly spojenými. Značnými výhodami takového diagramu je možnost sledování všech úkolů v reálném čase, velké možnosti organizovatelnosti, transparentnost a detailní plánování s rozvržením v čase. Jako nevýhody je možné zmínit neustálou potřebu aktualizace, náročnost zpracování nebo nemožnost zobrazení celého diagramu na papíře z důsledku velkého množství úkolů. [39, 40]

2.7 Warehouse Management System

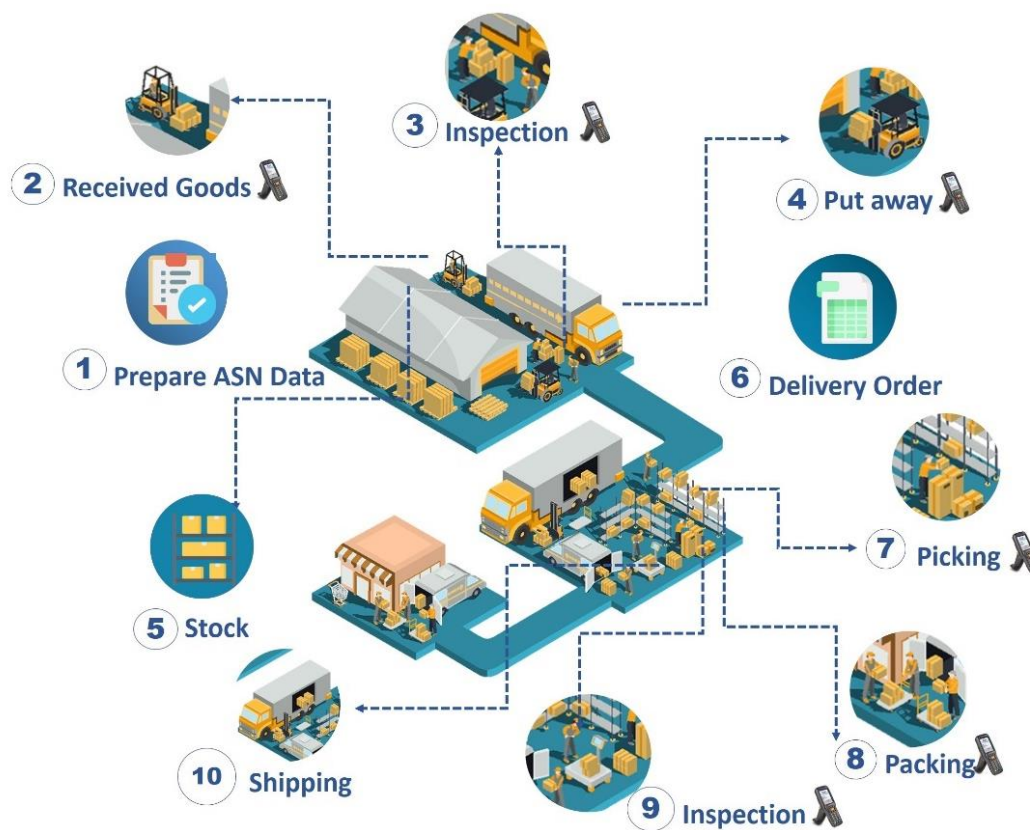
Warehouse Management System (WMS) neboli skladový systém řízení je softwarové řešení, které umožňuje efektivní plánování a řízení skladových operací. WMS pomáhá spravovat zásoby, usnadňuje příjem a výdej zboží, a také minimalizuje riziko ztráty zásob. WMS je běžně používán v logistických a výrobních podnicích, kde je skladování zboží

jednou z klíčových činností. Systém umožňuje automatizovat mnoho procesů, což vede ke zvýšení efektivity a produktivity práce a snižuje se tak čas potřebný na správu skladu. [41, 42]

WMS využívá různé technologie a procesy, které pomáhají usnadnit správu skladových operací. Mezi tyto technologie patří například čárové kódy, QR kódy nebo RFID technologie pro snadné sledování zásob. Důležitou součástí je také správné označení a kategorizace zboží, což usnadňuje jeho nalezení a správné umístění na skladě. Využívá se také systémů automatických skladovacích a dopravních zařízení. Výhody použití WMS jsou zřejmé. Systém umožňuje lepší kontrolu a sledování pohybu zboží, snižuje riziko ztráty zásob, zvyšuje efektivitu a produktivitu práce a minimalizuje chyby způsobené manuálním procesem. Díky WMS jsou náklady na skladování nižší a zásoby jsou rychlejší a spolehlivější k dispozici. [42, 44, 45]

Pro implementaci WMS je důležité zvolit vhodný software, který bude odpovídat specifickým potřebám podniku. Existuje mnoho různých řešení na trhu, které se liší funkcemi, cenou a složitostí implementace. Je tedy důležité pečlivě vybrat a zvolit řešení, které bude optimální pro daný podnik. Celkově lze říci, že Warehouse Management System je nezbytným nástrojem pro efektivní správu skladu a může pomoci podnikům dosáhnout vyšší produktivity, lepšího sledování zásob a snížení nákladů. [42, 45]

Warehouse Management System (WMS)



Obr. 14 – Detailní schéma WMS. Převzato z: [41].

2.8 Transportation Management System

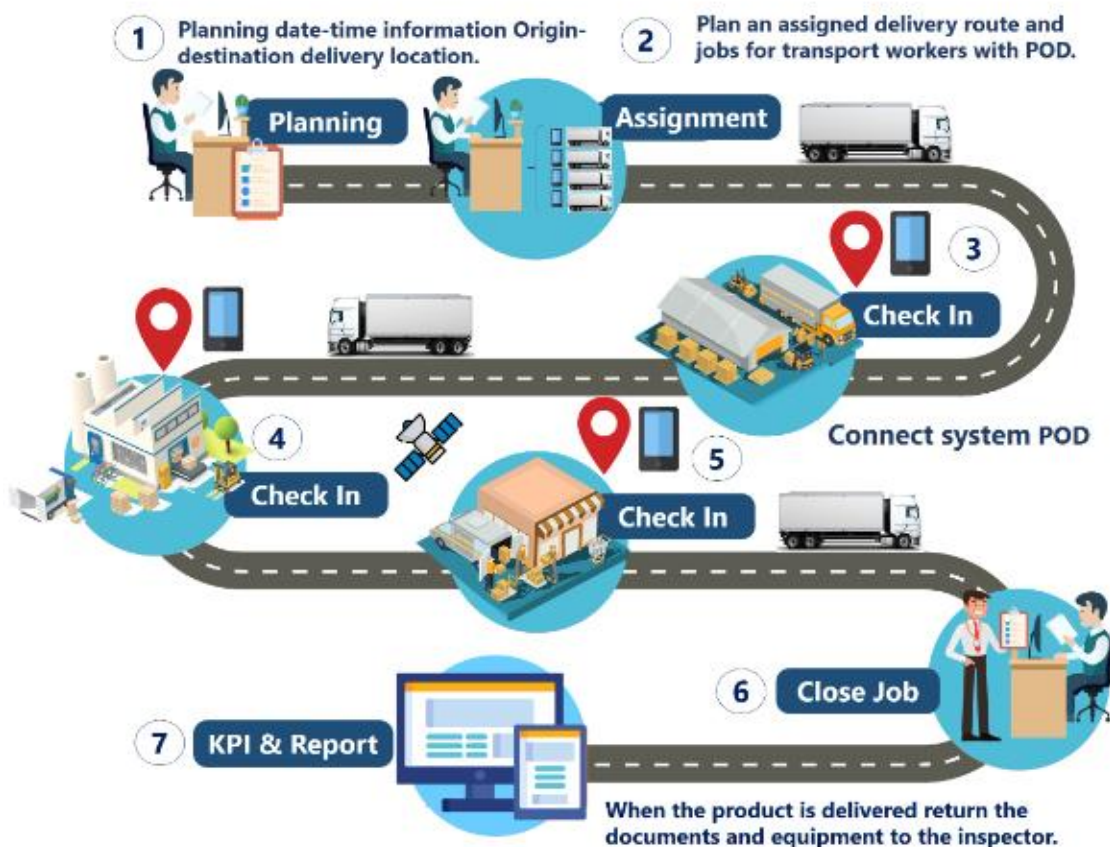
Transportation Management System (TMS) neboli systém pro řízení dopravy je software, který umožňuje organizacím nejen plánovat ale i spravovat a optimalizovat své dopravní procesy. TMS lze použít v různých odvětvích, včetně logistiky, dopravy zboží, e-commerce a výroby. V systému TMS se využívá moderních technologií, jako jsou cloudové služby, umělá inteligence, big data a IoT. TMS umožňuje organizacím v reálném čase sledovat své zásilky, plánovat optimální trasy a snižovat náklady na dopravu. Díky využití automatizace, TMS snižuje rizika spojená s lidskými chybami a zlepšuje celkovou efektivitu dopravních procesů. [44, 45, 46]

Hlavní výhodou TMS je zvýšení efektivity a optimalizace celkových nákladů na dopravu. Díky lepšímu plánování a optimalizaci tras lze snížit počet prázdných jízd a zlepšit využití vozidel. TMS také umožňuje lepší sledování zásilek a rychlejší řešení problémů, jako jsou zpoždění, ztráty nebo poškození zboží. Další výhodou TMS je zvýšení transparentnosti a spolehlivosti dopravních procesů. Díky lepšímu monitorování a sledování zásilek mohou

organizace lépe plánovat a koordinovat své dodavatelské řetězce. TMS také umožňuje snadnější komunikaci mezi všemi zúčastněnými stranami, včetně dopravců, zákazníků a dodavatelů. [47, 45, 46]

Využití TMS je pro organizace stále důležitější, zejména v době, kdy se zvyšuje počet zásilek a komplexita dodavatelských řetězců. Díky TMS mohou organizace snížit své náklady na dopravu a zlepšit celkovou efektivitu svých procesů. Rozdíl oproti WMS spočívá v tom, že TMS se zaměřuje na řízení dopravy a plánování tras, zatímco WMS se zaměřuje na řízení skladových procesů a správu zásob v rámci skladu. Dále se TMS často používá pro koordinaci a optimalizaci přepravy zboží mezi různými místy, zatímco WMS se zaměřuje na správu a optimalizaci skladování zboží v jednom konkrétním skladu. [47, 45, 46]

Transportation Management System(TMS)



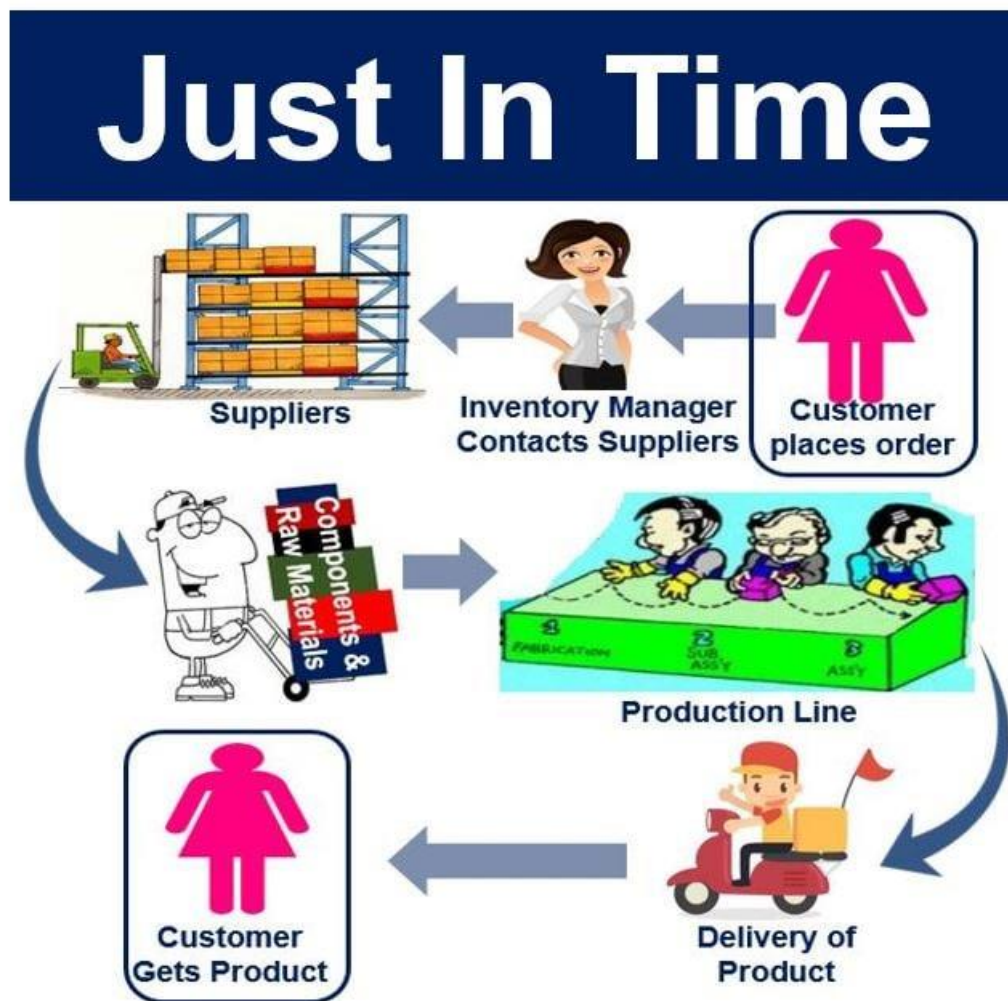
Obr. 15 - Detailní schéma TMS. Převzato z: [45].

2.9 Just In Time

Just In Time (JIT) je metoda řízení výroby, která se zaměřuje na zvyšování efektivity a minimalizaci nákladů. Tato metoda vznikla v Japonsku v 70. letech 20. století a byla vyvinuta v rámci Toyota Production System. JIT se soustředí na minimalizaci zásob a snížení nákladů spojených s jejich uchováváním. Hlavním principem JIT (Just In Time) je minimalizovat zásoby a doručovat materiál a komponenty přesně v okamžiku, kdy jsou potřebné pro výrobu konkrétního výrobku tak jak je znázorněno na *Obr. 16*. To znamená, že se výroba orientuje na přesné plánování a synchronizaci s dodavateli a jejich výrobou. Tímto způsobem se snižují náklady na skladování, riziko zastavení výroby kvůli nedostatku materiálu a minimalizuje se odpad. Tato metoda se používá především v průmyslové výrobě, kde je potřeba rychlá a efektivní výroba, aby se minimalizovaly náklady a zvýšila se konkurenceschopnost. [48, 49, 51]

Pro implementaci JIT se využívají různé technologie, jako jsou automatizované sklady, systémy sledování objednávek a softwarové nástroje pro plánování výroby. Mezi hlavní výhody JIT patří zvýšení produktivity, snížení nákladů na skladování a minimalizace odpadu. Konkrétním příkladem implementace JIT může být výroba automobilů, kde se používá systém "just in sequence" (JIS), který zajistí doručení přesně načasovaných komponentů pro montáž na výrobní lince. [48, 49, 51]

JIT se stává stále více populární i v jiných odvětvích, jako jsou například služby nebo zdravotnictví. Přestože může mít JIT své nevýhody, jako je zvýšená závislost na spolehlivosti dodavatelů, vyšší náklady na dopravu a nutnost přesného plánování výroby, stále je to jeden z nejúčinnějších způsobů řízení výroby, který může být klíčovým faktorem pro zlepšení produktivity a konkurenceschopnosti firem. [51, 48]



Obr. 16 – Výroba pomocí metody Just In Time. Převzato: [50].

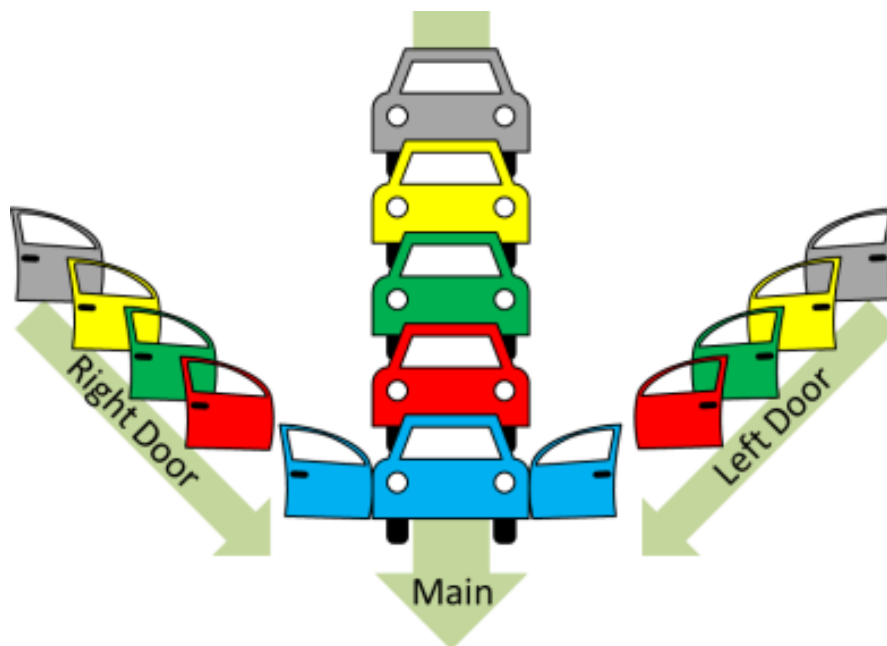
2.10 Just In Sequence

Historie JIS sahá až do Japonska v 70. letech minulého století, kdy automobilové firmy začaly implementovat JIT výrobní procesy, aby snížily náklady na skladování a minimalizovaly riziko ztráty zásob. V průběhu času se však ukázalo, že samotné JIT není dostačující pro řešení všech problémů výroby, zejména v automobilovém průmyslu. Proto byl vyvinut koncept JIS, který přináší řešení pro řízení dodávek materiálů na místo určení. Princip JIS spočívá v tom, že dodavatel materiálů doručuje výrobnímu podniku materiály přesně v pořadí, v jakém jsou potřebné pro výrobu konkrétního produktu. Tímto způsobem se minimalizují zásoby, což přináší úsporu nákladů a zvyšuje efektivitu výroby. Kromě toho se minimalizuje riziko chyb v pořadí a umožňuje se snadná identifikace chyb v případě, že některá dodávka selže. [51, 52]

JIS využívá pokročilé technologie, jako jsou například bezdrátové senzory a RFID technologie, které umožňují sledovat pohyb materiálů v reálném čase. Díky tomu lze snadno

identifikovat, kde se nachází každá část a kdy bude doručena na místo určení. JIS se nejčastěji používá v automobilovém průmyslu, kde se materiály doručují přesně v pořadí, v jakém jsou potřebné pro výrobu jednotlivých dílů automobilů. Výhodou JIS je zvýšení efektivity a kvality výroby, snížení nákladů na skladování a minimalizace rizika chyb v pořadí materiálů. [51, 52, 54]

Konkrétním příkladem, kde se používá JIS, může být dodávka dílů pro montáž automobilů v automobilovém průmyslu viz *Obr. 17*. Zde jsou díly dodávány v přesném pořadí, v jakém jsou potřebné pro montáž, a to včetně speciálních nástrojů, jako jsou například šroubováky a klíče. Každý díl je označen identifikačním kódem, aby bylo možné sledovat jeho pohyb a umožnilo se rychle identifikovat chyby v případě, že nějaká dodávka selže. JIS se však neomezuje pouze na automobilový průmysl a lze ho využít také v jiných oborech, kde je potřeba efektivně a přesně řídit dodávky materiálů. Mezi další výhody JIS patří snížení času potřebného k výrobnímu procesu, zlepšení přesnosti výroby a zvýšení spokojenosti zákazníka. Využití JIS může být pro firmy velmi výhodné, zejména v případě, že se zaměřují na výrobu produktů s velkým počtem dílů a složitými výrobními procesy. [51, 54]

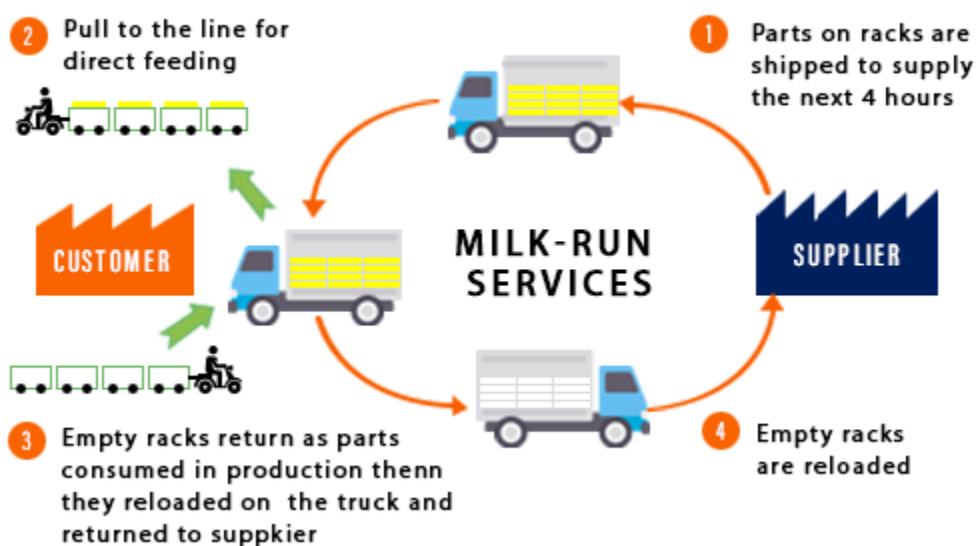


Obr. 17 – Využití metody JIS při montáži automobilů. Převzato z: [51].

2.11 Milk Run

Milk run je logistický koncept, který se vyskytuje především v automobilovém průmyslu a v oblasti dopravy zboží. Tento systém byl poprvé použit v Japonsku v 60. letech 20. století a postupně se rozšířil do celého světa. Princip milk runu spočívá v tom, že se zboží přepravuje z různých zdrojů pomocí jedné dopravní trasy, tak jak je znázorněno na *Obr. 18*. Tyto zdroje mohou být například různé výrobní linky, sklady nebo dodavatelé. Doprava se provádí v určených intervalech, které jsou stanoveny na základě potřeb zákazníka a objemu výroby. Milk run je také využíván k doručení zboží z výrobních linek do skladů a distribučních center. Výhodou tohoto systému je efektivnější využití kapacity vozidel a minimalizace zbytečného pohybu a času v rámci dopravy. Využívá se také moderních technologií, jako jsou GPS sledování a plánování trasy, aby se minimalizovala ztráta času a nákladů. [54, 55, 27]

Typický příklad využití milk runu může být například u výroby automobilů, kde se jednotlivé díly a komponenty dopravují od různých dodavatelů a skladů na výrobní linky pomocí jedné trasy. Díly jsou převáženy v přesném pořadí a intervalu, které jsou potřebné pro výrobu vozidla. Díky tomu se minimalizují náklady na dopravu a zkracuje se doba, která je potřebná na dopravu dílů. Milk run se však neomezuje pouze na výrobu automobilů, ale lze ho využít také v jiných oblastech, kde je potřeba řídit dodávky zboží, tj. například dodávka elektrotechnických součástek. Výhodou tohoto systému je, že umožňuje efektivnější využití kapacity, minimalizaci času a nákladů a zlepšení přesnosti a spokojenosti zákazníka. [54, 55]



Obr. 18 – Dodávka materiálu pomocí konceptu milk run. Převzato z: [56].

3 Případová studie – Aplikace prvků procesního řízení ve vybraném podniku

3.1 Zadání případové studie

Cílem této případové studie je kompletní analýza pro vybudování plně automatizovaného skladu ve společnosti Murr CZ s.r.o. Jedná se o rozšíření stávajícího skladu č. 5 na kabelové špulky, kde výše zmíněná společnost požaduje konkrétní prvky a požadavky, které budou v další části práce detailně zmíněny a popsány.

3.2 Popis společnosti Murr CZ s.r.o

Zmíněná firma Murr CZ s.r.o je jednou ze tří dceřiných společností a také největší společností co se výroby týče spadající pod německý podnik Murrelektronik GmbH. Firma Murrelektronik GmbH byla založena v roce 1975 v německém městě Oppenweiler, které je vzdálené zhruba 40 km severovýchodně od Stuttgartu. Sídlo českého závodu Murr CZ nalezneme ve Stodu, který je vzdálen zhruba 20 km jihozápadně od Plzně. Ve Stodu nalezneme také společnost Murrelektronik CZ, která obstarává obchodní zastoupení právě mateřské společnosti na českém trhu. V dnešní době pracuje ve výrobní společnosti Murr CZ zhruba 1200 zaměstnanců a firma každoročně roste o 15-20 %. Ve firmě Murrelektronik CZ pracuje momentálně 16 zaměstnanců. Výrobní závod na *Obr. 20* ve Stodu u Plzně byl založen v dubnu roku 1999 a stále se rozšiřuje.¹ [57]



Obr. 19 - Logo skupiny Murrelektronik. [57]

¹ Veškeré informace, které budou uváděny dále, byly a jsou použity z interních zdrojů podniku, pokud není uvedeno jinak. [57]



Obr. 20 - Pohled z dronu na výrobní závod Murr CZ.

Co se samotné výroby týče, tak se firma specializuje zejména na výrobu elektrotechnických a elektronických prvků pro průmyslovou automatizaci. Vyrábí se zde odrušovací moduly, řídicí moduly, rozbočovače, různé typy transformátorů, pulsní napájecí zdroje, konektory nebo široká škála kabelových konektorů. V logu společnosti na *Obr. 19* lze nalézt také samotné heslo společnosti, které je „Stay connected“. Tímto slovním spojením si firma zakládá na trvalých spojeních jak na jejich výrobcích, tak i na vztazích s ostatními společnostmi, kterými jsou například BMW, ABB, Siemens nebo Volkswagen. Z pohledu kvality splňuje firma požadavky podle mezinárodní normy DIN EN ISO 9001.

Z pohledu zákaznického servisu firma nabízí koncovým zákazníkům podporu ve všech fázích projektu počínaje od samotného návrhu a plánování až do uvedení do provozu. Firma si zakládá na spokojenosti koncových zákazníků a také na vysoké kvalitě výrobků. Zvláště kvalita je pro zákazníky velmi důležitá. Podnik dodržuje směrnice RoHS a dbá na ochranu životního prostředí což je trendem dnešní doby. Pro balení a expedici jsou využívány materiály z recyklovatelných zdrojů, kterými jsou například dřevo, papír či PE folie.

3.3 Vizualizace a parametry pro rozšíření skladu č. 5

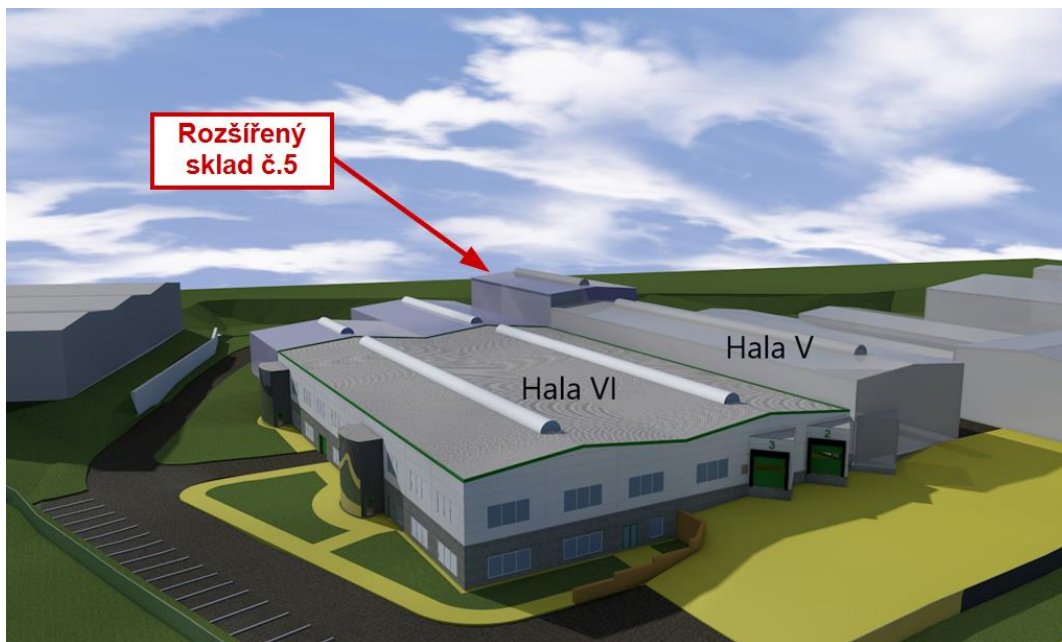
Na leteckém snímku na *Obr. 21* je zobrazena společnost Murr CZ s.r.o. K obrázku náleží i legenda, která popisuje jednotlivé budovy. Největší zastoupení, co se rozměrů týče, má výroba, která dosahuje plochy 9 991 m². Výroba je na obrázku znázorněna jako budovy H1, H2, H4, H6. Celková velikost všech tří skladů s označením H3, H5 a H7 dosahuje 2 678 m². Zbylá část znázorněná modrou barvou připadá na budovy pro administrativu a disponuje celkovou plochou 2 678 m².



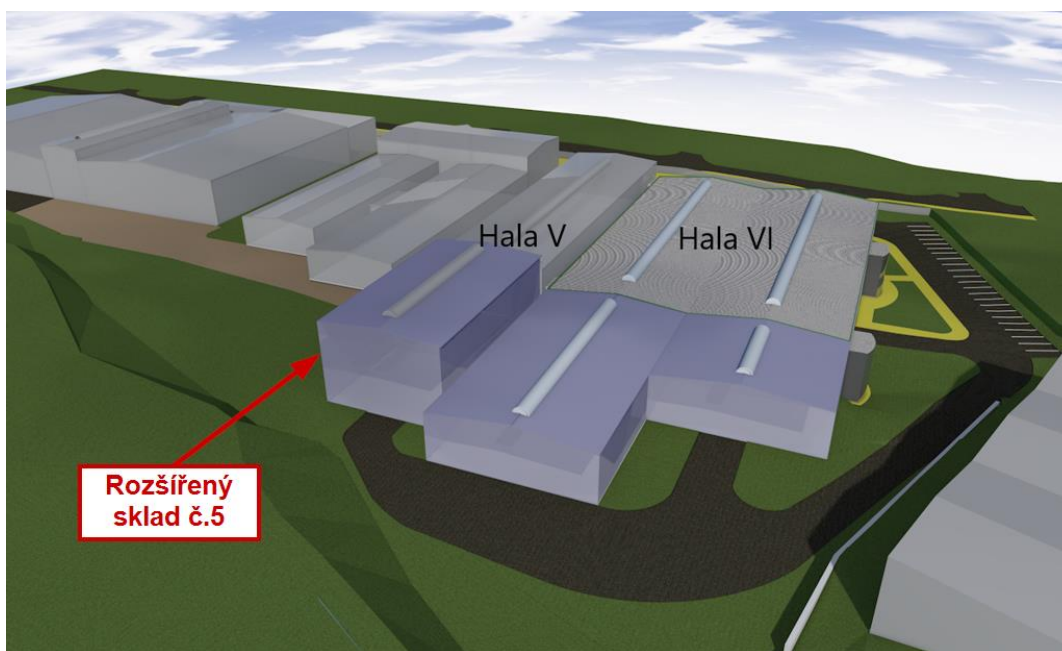
Obr. 21 – Letecký snímek společnosti Murr CZ s.r.o.

Tato část se zaměřuje na rozšíření skladu č. 5 (označení H5), který je zobrazen na *Obr. 21* žlutě a přiléhá na budovu H5 z levé strany. Rozměry pro rozšíření skladu č. 5 byly stanoveny následovně: 17,808 m×12,000 m×31,380 m (Š×V×H). Detailní náčrtek je zobrazen v **Příloze I**. Je ale nutné počítat s maximální možnou užitečnou výškou 10 m. Na *Obr. 22* a *Obr. 23* je zobrazena předběžná vizualizace plánovaného objektu pro rozšíření skladu č. 5.

Je nutné dodržet výše zmíněné rozměry pro výstavbu. Na vizualizaci, kde je zobrazen rozšířený sklad ze zadní strany, jsou také důležité cesty pro transport. Tyto cesty musí být zachovány a není možná jejich úprava či přemístění. Tyto cesty budou sloužit zejména k manipulaci a převozu materiálu.



Obr. 22 - Pohled na rozšíření skladu č. 5 z přední strany (vizualizace).



Obr. 23 - Pohled na rozšíření skladu č. 5 ze zadní strany (vizualizace).

3.4 Požadavky pro rozšíření skladu č. 5

Po dohodě byly stanoveny čtyři základní požadavky, které by systém měl splňovat. Jelikož firma Murr CZ s.r.o využívá systém SAP, tak právě připojení automatizovaného skladu na systém SAP je důležitým požadavkem. Je to typ softwarového systému, který firmě umožňuje optimalizaci výkonu pomocí automatizace a řízení základních obchodních procesů. Tento systém je známý po celém světě. Dalším požadavkem je dimenzování skladu

vzhledem k váze palety. Z měření bylo stanoveno, že průměrná váha palety je 320 kg a maximální naměřená váha palety byla stanovena na 400 kg. Tyto váhy je nutné respektovat při výstavbě, aby sklad byl dostatečně dimenzovaný na velikost a váhu palet. Dalším požadavkem je skladování palety s kabelovou špulkou s maximální možnou výškou 105 cm. Maximální průměr špulky používaný ve skladu je 90 cm. Výška samotné palety pak byla stanovena na 15 cm. Detail maximální možné palety pro automatizovaný sklad je zobrazen na *Obr. 24*. Vzhledem k tomu, že se ve firmě vyskytuje pouze několik kusů takovýchto palet s maximálními rozměry, je nutné počítat i s prostorem vhodným pro výše uvedené palety. Čtvrtým a poslední klíčovým požadavkem je časový interval pro operaci. Slovem operace je myšleno uskladnění či vyskladnění palety. Tento časový interval byl stanoven na 60poh/hod. To znamená, že jedna operace bude provedena do 60 s.



Obr. 24 Detail největší možné palety používané ve firmě.

3.5 Časový plán pro případovou studii

Dle dohody byl se společností Murr CZ s.r.o stanoven časový plán, kterým se autor při zpracovávání případové studie řídil. Jedním z nástrojů pro vytvoření časového plánu je Ganttův diagram, který je v teoretické části detailně popsán. Zde autor použil právě Ganttův diagram vytvořený v aplikaci Microsoft Excel.

Časový plán	Rok	2022				2023			
	Měsíc	9	10	11	12	1	2	3	4
Sběr dat a podkladů									
Analýza dat									
Výběr a oslovení dodavatele									
Analýza dodavatelů									
Kalkulace a výběr dodavatele									

Obr. 25 - Časový plán při zpracovávání případové studie.

Jak lze pozorovat na časovém plánu zobrazeném na Obr. 25, tak prvotní začátek práce případové studie započal v září 2022. Od září do konce listopadu 2023 se autor společně s pracovníky firmy Murr CZ s.r.o věnovali sběru dat a veškerých podkladů, které byly nutné pro výstavbu rozšíření skladu č. 5. Tato část zahrnuje zejména plánovanou spotřebu kabelů ve firmě, počty pohybů ve skladu při operacích jako je vyskladňování a uskladňování a další pohyby materiálu. Byla zohledněna velikost palet s kabelovými špulkami, jejich minimální a maximální váha. Dále také počet pracovníků vykonávajících práci ve skladu a jejich časové vytížení během dne.

Část analýzy během listopadu a prosince 2022 je věnována zejména prověření správnosti získaných dat, a také případnému rozšíření skladu v budoucnosti. V této části byly také vybrány klíčové parametry pro dodavatele. Těmito parametry jsou zejména rozměry pro výstavbu, požadovaná rychlost pohybů, maximální zatížení a maximální možná váha a rozměr skladovací palety. Dále v této části bylo stanoveno, co by autor společně s firmou Murr CZ s.r.o od dodavatele očekávali.

Třetí část je věnována zejména hledání vhodných dodavatelů pro výstavbu automatizovaného skladu. Tato část proběhla na konci roku 2022 a v lednu 2023. Po průzkumu vhodných dodavatelů došlo k oslovení vybraných dodavatelů pomocí e-mailové komunikace. Dle získaných informací a nabídek od dodavatelů pro výstavbu došlo k analýze, která je čtvrtým bodem časového plánu.

Samotná analýza dodavatelů a jejich nabídek proběhla v lednu a únoru 2023. Byly detailně prověřeny nabídky společně s firmou Murr CZ s.r.o aby vyhovovaly předem stanoveným parametrům.

Poslední část od února do dubna 2023 byla věnována kalkulaci nabídek od dodavatelů a po konzultaci s pracovníky z firmy Murr CZ s.r.o byl vybrán konečný dodavatel. Tato část se také věnuje detailním kalkulacím jako je cenová návratnost, časová úspora apod.

3.6 Sběr dat

Tato podkapitola je věnována zejména sběru dat, která jsou klíčová pro oslovení případných dodavatelů. V této podkapitole bude popsán sběr dvou typů dat, konkrétně jak se zjišťovala váha palet a frekvence pohybů ve skladu.

3.6.1 Průměrná a maximální váha palet

Na *Obr. 26* lze vidět stávající uspořádání skladu č. 5. Uskladnění palet s kabelovými špulkami je zde řešené jako běžné regálové uspořádání. Pro manipulaci s paletami je využíváno elektrického vysokozdvížného vozíku s obsluhou. Na jednotlivých pozicích jsou číselné kódy společně s čárovými kódy, které po načtení čtečkou zobrazí údaje o materiálu. Každé místo je zaplněno paletou a sklad je tak využit na maximální možnou kapacitu.



Obr. 26 - Stávající řešení skladování kabelových špulek.

Ve skladu lze nalézt dva typy uskladněných palet s kabelovými špulkami. Na paletě je pouze jedna velká kabelová špulka či dvě menší kabelové špulky. To je nutné brát také v úvahu při sběru dat.



Obr. 27 - Paleta s jednou kabelovou špulkou.



Obr. 28 - Paleta se dvěma paletovými špulkami.

Bylo náhodně vybráno 25 různých palet s kabelovými špulkami a následně byla každá z těchto 25 palet zvážena pomocí elektrického paletového vozíku na *Obr. 29*. Paletový vozík disponoval digitální váhou, která při zvednutí palety samotnou paletu zvážíla. Nebylo tedy nutné každou paletu manuálně zvedat a vážit na velké průmyslové váze. Díky elektrickému paletovému vozíku s digitální váhou bylo ušetřeno značné množství času. Měření hmotnosti palet bylo zapsáno do provizorní tabulky, která obsahuje údaje o hmotnosti palety a počtu špulek na paletě. Tato provizorní tabulka byla následně zpracována do tabulky v Microsoft Excel a byla zde stanovená maximální a průměrná hmotnost. Tato tabulka je zde označena jako *Tab. 2*. Vzhledem k dimenzování byla maximální váha stanovena na 400 kg a průměrná váha byla stanovena na 320 kg.



Obr. 29 - Vážení palet pomocí paletové vozíku s digitální váhou.

Tab. 2 – Hmotnost palet a počet kabelových špulek na jedné paletě.

Váha [kg]	Počet špulek na paletě [-]
349	2
242	2
126	1
374	2
357	2
263	2
180	1
379	2
302	2
245	2
262	2
360	2
325	2
295	2
319	2
321	2
197	1
145	1
286	2
353	2
274	2
182	1
262	2
375	2
199	1

3.6.2 Frekvence pohybů ve skladu č. 5 – interval 60 min

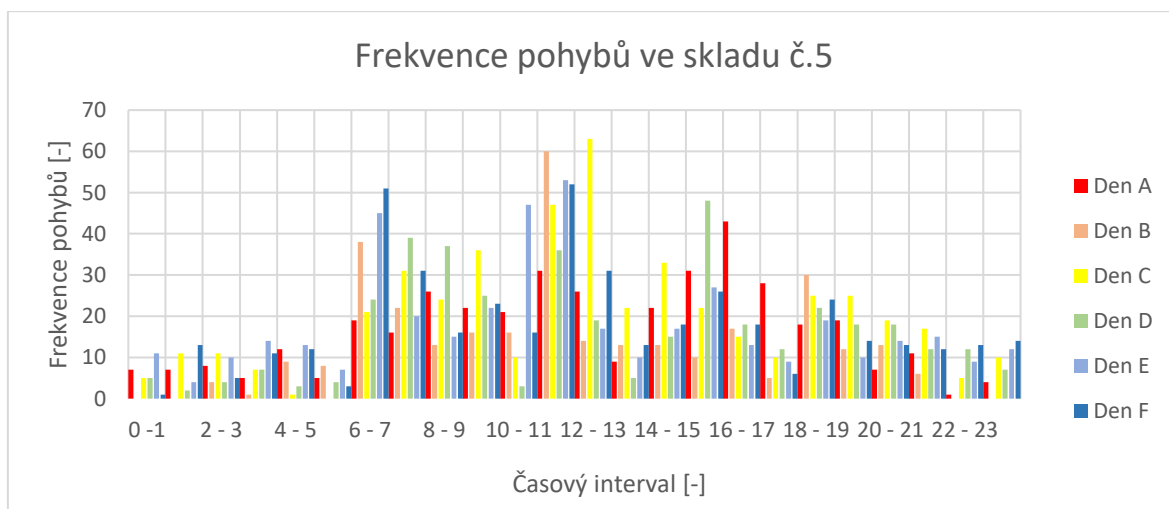
Druhým měřením v samotném skladu bylo měření doby operací – transportu. Nebyl zde brán ohled na to, zda se jedná o vyskladnění či uskladnění palety. Tento úkon byl považován za jednu operaci. Měření bylo provedeno v dopoledních hodinách, kdy je vytížení skladu maximální. Měření proběhlo v intervalu 60 min a měřicím přístrojem zde byly použity pouze digitální stopky. Čas se začal měřit od zadání úkonu až po jeho konec. To znamená, že čas se začal měřit, ve chvíli, kdy pracovník vstoupil do vysokozdvizného vozíku až po uložení palety na požadované místo nebo v opačném sledu operací, když pracovník paletu z manipulačního místa uskladnil do regálu. Během 60 minutového intervalu bylo naměřeno celkem 42 pohybů s průměrnou dobou na úkon 56 s. Tento úkon je téměř dvojnásobný, než je požadavek pro automatizované řešení. Pro automatický sklad je požadovaná maximální frekvence 1 paleta za minutu tj. 60 pal/hod. Data s časem byla zpracována do tabulky, která je v **Příloze II.**

3.6.3 Frekvence pohybů ve skladu č.5 – interval 24 hod

Bylo provedeno i třetí orientační měření, které se od předchozího měření lišilo tím, že měření bylo prováděno během celého dne. Náhodně bylo vybráno 6 dní, kdy se po celých 24 hodin měřil pohyb materiálu ve skladu. Toto měření mělo ověřit, zda předchozí měření je důvěryhodné a lze jej brát v úvahu.

Jak lze z dat přiložených v **Příloze III** pozorovat, tak je patrné, že v dopoledních hodinách je pohyb ve skladu nejčastější. Mezi 7–12 h je nejčastější frekvence pohybů, v tomto časovém úseku se frekvence pohybuje mezi 30–60 pohyby za hodinu. Ve špičce se v jednom případě frekvence dostala až na úroveň 63 pohybů za minutu. Z toho lze usoudit, že námi předchozí provedené měření v intervalu 60 min. bylo korektní.

Na **Obr. 30** je přiložený graf vytvořený z dat v **Příloze III**. Na tomto grafu lze pozorovat značné vytížení mezi 6. až 15. hodinou. Poté je pohyb zhruba poloviční oproti hodnotám v dopoledne a drží se zhruba okolo hodnoty 30 pohybů za hodinu až do 22 hodiny. V nočních hodinách je pohyb minimální a největší pohyb je právě na ranní a odpolední směně.

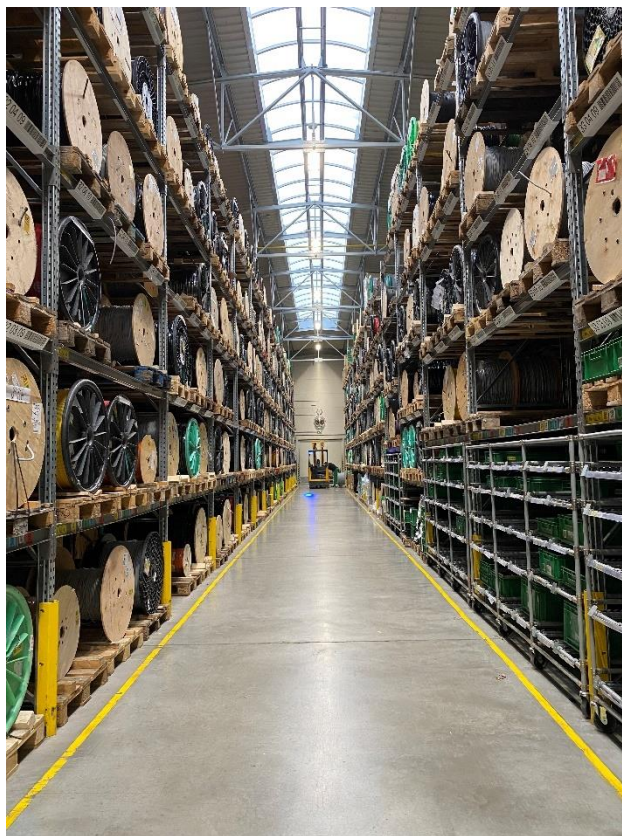


Obr. 30 - Frekvence pohybů ve skladu č.5.

3.6.4 Sklad č. 5 a externí sklad

V **Příloze I** je zobrazeno momentální řešení skladu č. 5. Jeho rozměry jsou 17,808m×9,500m×63,387m (Š×V×H) s celkovou skladovací plochou 1 128,79m². K dispozici dle provedené analýzy je zde celkově 938 míst pro uskladnění palet. Na ranní a odpolední směně jsou zde přítomni 3 pracovníci na směnu, 2 pracovníci s VZV a 1 pracovník pro manipulaci. Tj. 6 pracovníků na den. Hodinová mzda pracovníka byla pro účel zpracování diplomové práce stanovena na 21€/hod. Manipulace s paletami je prováděna pomocí ručně vedených vysokozdvizných vozíků v celkem třech uličkách mezi regály. Po

vyskladnění palety z regálu skladník odveze paletu na manipulační místo, kde další pracovník přemístí kabelovou špulku z palety na manipulační vozík s kolečky a dále dopraví na místo určení. Sklad je tedy vytížen na maximum, co se týče uskladnění palet. Z tohoto důvodu si firma Murr CZ s.r.o pronajímá dále ještě externí sklad u jiné společnosti.



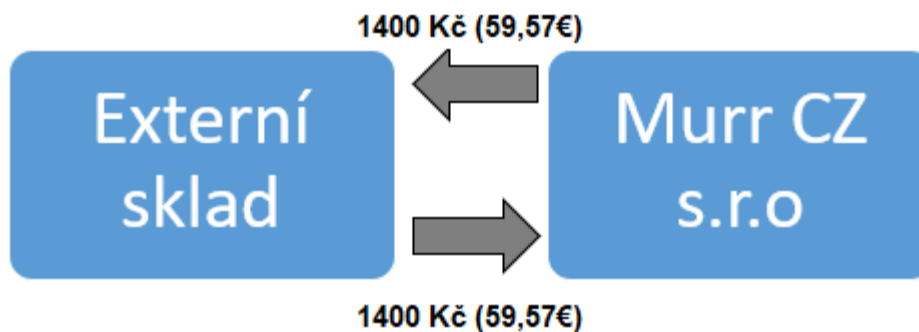
Obr. 31 – Ulička s regály ve skladu č.5. V pozadí operátor s VZV u manipulačního místa.

Z důvodu nedostatku skladovacích míst si firma dále pronajímá externí sklad nedaleko Plzně. V externím skladu má firma celkem uskladněno na 985 palet a každá paleta obsahuje celkem 2 kabelové špulky. Palety jsou tak obsazeny na maximum, aby bylo využito místo ve skladu. Transport do externího skladu a ze skladu je řešen pomocí nákladní kamionové dopravy a je realizován každý pracovní den.

3.6.5 Transport a cena paletového místa – externí sklad

Jak již bylo zmíněno, transport do výše zmíněného skladu a přeprava z externího skladu je prováděna každý pracovní den a jednotná cena za jednu jízdu byla stanovena na 1400 Kč za cestu tam nebo zpět. Každý den je využito dopravy jak do externího skladu, tak i z externího skladu do firmy Murr CZ s.r.o a cena za transport za jeden pracovní den tedy činí 2800,- Kč (119,15€). Je zde uskladněno celkem 985 palet a cena za uskladnění jedné

palety byla pro účel zpracování diplomové práce stanovena na 160,- Kč/pal/měsíc (6,81€). Celková částka za uskladnění palet v externím skladu za měsíc činí 6707,85 Kč (285,44€). Na *Obr. 32* je znázorněn jednoduchý cyklus průběhu dopravy do externího skladu a zpět včetně finanční částky za transport.



Obr. 32 Cyklus transportu do externího skladu a z externího skladu.

3.7 Výběr dodavatele pro výstavbu automatizovaného skladu

Ke konci roku 2022 došlo k samotnému výběru a oslovení potenciálních dodavatelů pro výstavbu plně automatizovaného skladu. To zahrnovalo detailní průzkum trhu a analýzu nabízených služeb jednotlivých firem. Po dohodě s vedením firmy Murr CZ s.r.o došlo k výběru celkem čtyř dodavatelů. Detailní nabídky a popis jednotlivých řešení budou popsány v další části této práce, kde jim bude věnována samostatná část.

3.7.1 Seznam potenciálních dodavatelů

Existuje mnoho firem, které mohou být vhodnými dodavateli pro tento typ projektu. Každá z těchto firem může doložit odborné předpoklady a má své vlastní unikátní přednosti, proto je důležité pečlivě zvážit, která z nich by byla nejvhodnějším dodavatelem automatizovaného skladu. Všechny oslovené firmy mají sídlo v Evropě. Jedná se konkrétně o firmy:

- Jungheinrich
- Ramatech Systems AG
- Schaefer SSI
- PSB Intralogistics

Těmto výše zmíněným čtyřem dodavatelům byl odeslán e-mail s žádostí o nabídku jejich řešení dle zjištěných parametrů a dat z předchozí analýzy. E-mail byl odeslán přes firmu

Murr CZ s.r.o. Od všech oslovených subjektů obdržela firma odpovědi na odeslaný e-mail a pokračovala následná komunikace a demonstrace jednotlivých možností realizace.

3.8 Popis jednotlivých řešení od dodavatelů

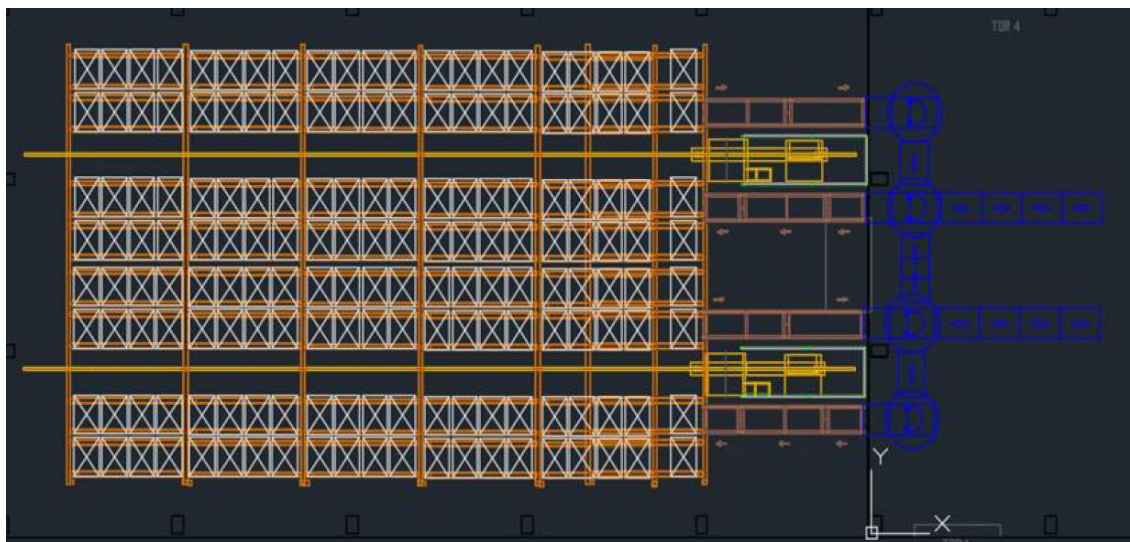
V této podkapitole budou detailně popsány jednotlivé možnosti realizace od jednotlivých dodavatelů. Bude zde popsán typ a možnost výstavby s příloženým nákresem či obrázkem. Dále budou popsány parametry daného systému a jeho možnosti jako je například maximální kapacita skladování, rychlost systému či případné rozšíření. Veškeré nabídky popsané níže, jsou pouze prvotní orientační nabídky. Z těchto prvotních nabídek byla praktická část diplomové práce řešena. Nabídky se mohou v průběhu realizace lehce změnit.

3.8.1 Jungheinrich

Jungheinrich je německá firma, která se specializuje na výrobu a prodej vysokozdvížných vozíků, skladových a dopravních systémů a řešení pro logistiku. Firma byla založena v roce 1953 a má sídlo v Hamburku. Jungheinrich je jedním z předních světových dodavatelů zvedací a manipulační techniky a nabízí širokou škálu produktů, včetně ručních vozíků, elektrických a výkonných vysokozdvížných vozíků, skládacích regálů, skladovacích a řídicích systémů. Firma má pobočky a prodejní zastoupení v mnoha zemích světa a zaměstnává tisíce lidí. Jungheinrich je znám pro své inovativní technologie a řešení v oblasti intralogistiky a má vynikající pověst mezi zákazníky po celém světě. S touto firmou již Murr CZ s.r.o. úzce spolupracuje řadu let a odebírá různé produkty, jakými jsou například vysokozdvížné vozíky. [58]

- **Nabídka řešení 1**

První variantou je varianta s dvěma automaticky zakládajícími jeřáby. Tato varianta je tedy plně automatická. Jeřáby jezdí po pevně dané dráze mezi regály a dle daného požadavku provádějí nakládku či vykládku materiálu. Co se týče paletových míst, tak u tohoto řešení je celková kapacita 1000 paletových míst. Tento plně automatizovaný systém pracuje s frekvencí 100 pal/hod. Celková investice této varianty řešení činí 2 500 000€.



Obr. 33 – Jungheinrich. Plně automatizovaná varianta.

První předběžný náčrt je na *Obr. 33*. V levé části náčrtu jsou vyobrazeny paletové regály. Žlutě znázorněny jsou plně automatické zakládací jeřáby, které se pohybují po žlutě vyobrazené trajektorii. S těmito jeřáby není možné provádět jinou manipulaci a jsou tedy nepřesuvné. Mezi těmito jeřáby je místo pro následnou manipulaci s paletami. Regály pro palety jsou také nepřesuvné a nelze je jinak přestavět či upravovat. K této variantě je nutný pouze jeden operátor na směnu (2 operátoři na den). Tento operátor provádí následnou manipulaci palety s kabelovou šplnkou na další místo určení. Systém lze napojit na systém SAP.

- **Nabídka řešení 2**

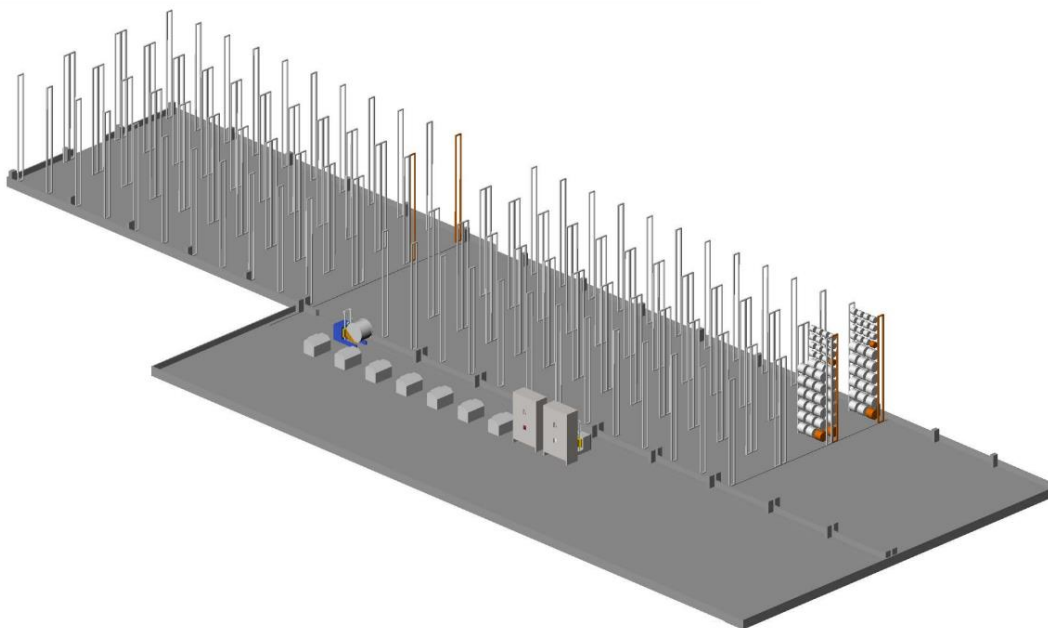
Druhá varianta vychází z náčrtu na *Obr. 33*. Tato varianta je s přesuvnými regály a automaticky naváděným vysokozdvihným vozíkem. Tato varianta má celkem 10 řad regálů, které se manuálně přesouvají. Jeřáb nemá pevně danou trajektorii tak jako u prvního řešení, ale pohybuje se mezi regály. Náčrt se změní tak, že na náčrtu bude pouze jeden zakládající vysokozdvihný vozík. Tento systém disponuje kapacitou 2000 paletových míst, což je dvojnásobek oproti první variantě. U této varianty je frekvence 60 pal/hod, ta je téměř poloviční oproti první variantě. Typ tohoto řešení je pouze polo automatizovaný. Co se týče investice, tak toto řešení je za celkovou částku 350 000€. K této variantě jsou nutní dva operátoři na směnu (4 operátoři na den). Jeden operátor sedí ve vysokozdvihném vozíku a obsluhuje pouze tlačítko, nikoliv celý VZV. Druhý operátor provádí následnou manipulaci s paletou a kabelovou šplnkou. Tuto paletu pak následně dopraví na potřebné místo. V případě polo automatizované varianty je napojení na systém SAP plně dostupné.

3.8.2 Ramatech Systems AG

Ramatech Systems AG je švýcarská firma se sídlem v obci Safenwil. Firma se specializuje na výrobu a prodej vysokorychlostních laserových řezacích strojů pro průmyslové využití. Firma se zaměřuje na vývoj a výrobu špičkových řešení pro zákazníky z oblasti průmyslu, jako jsou automobilový, letecký a stavební průmysl. Dále se firma také specializuje na výrobu a prodej regálů pro kabelové cívky. Jedná se o zvláštní typ regálů, které jsou navrženy pro úložiště velkých kabelových cívek, které se používají v různých průmyslových odvětvích. Tyto regály jsou vyrobeny s ohledem na specifické potřeby zákazníka, včetně velikosti cívek, výšky a nosnosti regálů. Ramatech Systems AG nabízí širokou škálu regálů pro kabelové cívky, od menších až po velké regály, které jsou určeny pro vysoké zatížení a jsou vybaveny různými možnostmi přizpůsobení. [59]

- **Nabídka řešení**

Technické řešení od firmy Ramatech spočívá v zaskladnění ve speciálních regálech. Tyto speciální regály jsou přímo určené pro kabelové cívky, které firma Murr CZ s.r.o používá. Tento systém je plně automatizovaný, jelikož disponuje speciálním automatickým zakladačem. Samotná konstrukce je zobrazena na předběžné vizualizaci na *Obr. 34*. Lze zde vidět speciální regály, do který se budou umísťovat kabelové špulky. Mezi těmito regály se pohybuje automatický zakladač.



Obr. 34 – Ramatech. Plně automatizovaná varianta na kabelové špulky.

Celková kapacita tohoto řešení je na 2000 kabelových špulky. Toto množství odpovídá celkem 1000 paletám, pokud budeme uvažovat, že se na jednu paletu umístí dvě kabelové špulky. Co se týče frekvence systému, tak tento systém dosahuje rychlosti 30 pal/hod (30 špulky/hod). Frekvence je velmi nízká díky speciálnímu řešení. Celková cena investice do tohoto řešení je stanovena na 1 900 000€. K tomuto systému je nutno připočítat ještě jednoho pracovníka na směnu (2 pracovníci na celý den). Tento pracovník bude mít za úkol přemístit kabelovou špulku na další určené místo v závodu. Není tedy nutné dalších operátorů pro zakládací systém. Ilustrační fotografie je na *Obr. 35* a lze na ni pozorovat kabelové špulky uskladněné ve speciálních regálech. V pozadí je vidět speciální automatizovaný zakládající stroj od firmy Ramatech. Napojení celého automatizovaného systému na systém SAP je možné.



Obr. 35 – Ramatech. Plně automatizovaná varianta na kabelové špulky.

3.8.3 Schaefer SSI

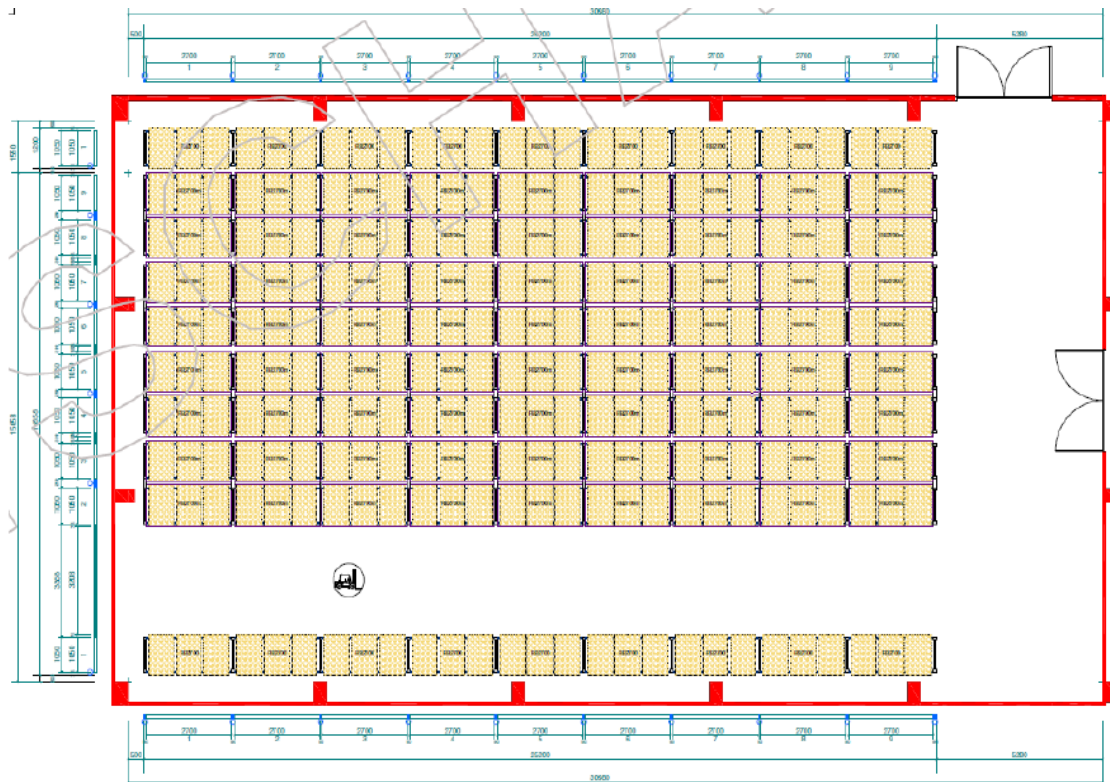
SSI Schaefer je globální dodavatel celosvětových intralogistických řešení a systémů pro skladování a logistiku. Firma byla založena v roce 1937 v Německu a dnes má pobočky ve více než 50 zemích. SSI Schaefer je jedním z největších a nejvýznamnějších hráčů v oboru intralogistiky. Firma nabízí širokou škálu produktů a služeb, včetně skladovacích a dopravních technologií, automatizovaných skladovacích systémů, regálových systémů, řešení pro efektivní a ergonomické využití skladového prostoru, řídicích systémů pro skladové operace, logistických služeb a mnoho dalšího. SSI Schaefer se zaměřuje na vývoj a implementaci špičkových a efektivních intralogistických řešení pro různá odvětví, včetně automobilového průmyslu, potravinářského průmyslu, maloobchodu, e-commerce a farmaceutického průmyslu. Firma dokáže navrhnout a vyrobit řešení pro jakýkoliv druh skladování, včetně paletového skladování, malých dílů a jednotlivých objednávek. [60]

Jedním z hlavních přínosů řešení SSI Schaefer je zvyšování produktivity a účinnosti skladových operací, což zahrnuje snížení nákladů na skladování, zvýšení rychlosti a přesnosti plnění objednávek a optimalizaci využití skladového prostoru. Firma také kladně dbá na udržitelnost a vývoj ekologických a energeticky úsporných řešení, které přinášejí významné přínosy pro životní prostředí. Celkově lze říci, že SSI Schaefer je jedním z nejvýznamnějších hráčů v oboru intralogistiky a poskytuje zákazníkům špičkové a inovativní řešení pro skladování a logistiku, které přináší významné přínosy v oblasti produktivity, efektivity a udržitelnosti. [60]

- **Nabídka řešení**

Firma Schaefer nabídla celkem jedno technické řešení. Řešení spočívá v tom, že se jedná o řešení čistě manuální. Nejedná se o plně automatizované ani polo automatizované řešení. U této varianty jsou k dispozici dva manuálně ovládané vysokozdvizné vozíky. Dále jsou zde přesuvné regály tak, jako u varianty od firmy Jungheinrich. Celková kapacita paletových míst u této varianty dosahuje celkového počtu 1944 míst. Frekvence je 100 pal/hod díky dvěma vysokozdvizným vozíkům. Celková cena tohoto typu řešení je za částku 940 000€. K této variantě je nutné počítat ještě se třemi pracovníky na směnu (6 pracovníků na den). Jeden z pracovníků bude obstarávat manipulaci s paletou a její následnou dopravu na dané místo v závodu. Další dva pracovníci budou obsluhovat vysokozdvizné vozíky. Díky přemístitelným regálům dosahuje toto řešení značné kapacity pro uskladnění palet. I v případě této varianty lze napojit systém na systém SAP. Prvotní náskres tohoto systému je

na Obr. 36. Světle žlutou barvou jsou označeny přemístitelné regály a v uličce mezi nimi na spodní straně obrázku je operátor s VZV.



Obr. 36 – SSI Schaefer. Varianta s přesuvnými regály a manuálními VZV.

3.8.4 PSB Intralogistics

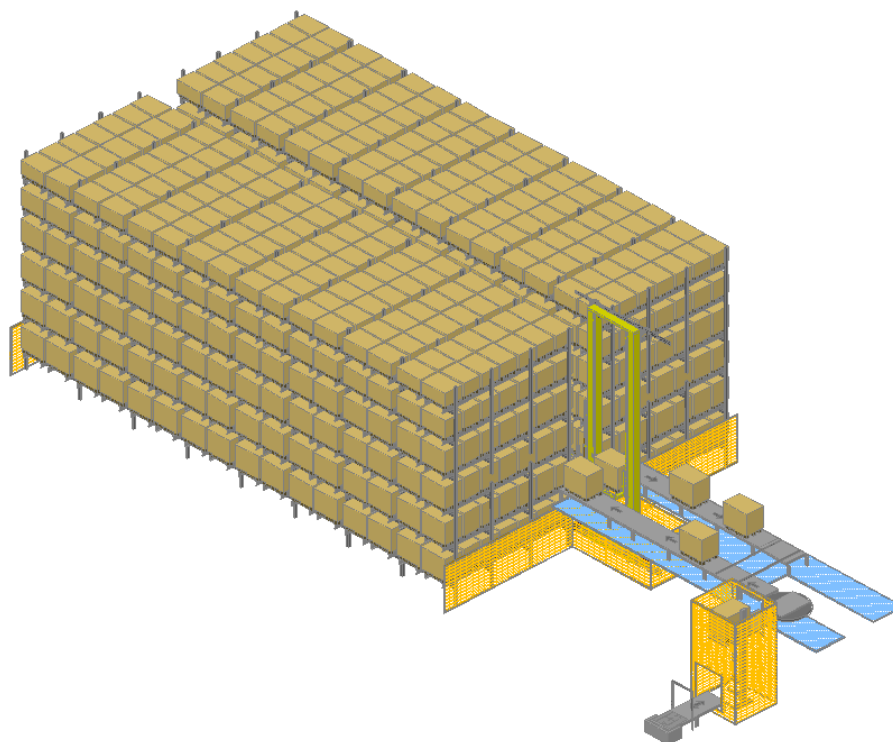
PSB intralogistics je přední mezinárodní dodavatel řešení pro intralogistiku a materiálový tok. Firma byla založena v roce 1972 v Rakousku a dnes má pobočky a zástupce v celé Evropě, Asii, Africe a Americe. PSB intralogistics je firma známá svými kvalitními a inovativními řešeními pro skladování, logistiku a materiálový tok. PSB intralogistics se zaměřuje na poskytování efektivních řešení pro skladování a logistiku, která umožňují zvýšit produktivitu, zlepšit využití prostoru a zefektivnit vnitropodnikové procesy. Firma nabízí širokou škálu produktů a služeb, včetně řešení pro automatizaci skladování, řízení materiálového toku, plánování a optimalizaci logistických procesů, řízení skladových operací a mnoho dalšího. [61]

Jedním z hlavních produktů PSB intralogistics je automatizovaný skladovací systém PSB Shuttle, který umožňuje efektivní skladování a přepravu materiálu. Tento systém je vhodný pro různé typy zboží, včetně palet, boxů, sudů a dalších nákladů. Díky PSB Shuttle mohou zákazníci zvýšit kapacitu svých skladů, snížit náklady na skladování a zefektivnit manipulaci s materiálem. Firma PSB intralogistics také nabízí špičkové řešení pro optimalizaci

logistických procesů, které umožňuje snížit náklady na dopravu, zvýšit rychlost plnění objednávek a zlepšit kvalitu dodávek. Díky využití moderních technologií a vysoké úrovni automatizace jsou řešení PSB intralogistics špičková a inovativní. PSB intralogistics si kladne velký důraz na spolupráci se zákazníky a na přizpůsobení svých řešení konkrétním potřebám a požadavkům zákazníka. Firma poskytuje komplexní služby od konzultace a návrhu až po instalaci, školení a servis. To zaručuje, že zákazníci dostanou nejlepší řešení pro své potřeby a mohou se spolehnout na vysokou kvalitu a spolehlivost. [61]

- **Nabídka řešení**

Technické řešení od firmy PSB intralogistics spočívá v tzv. „kanálovém skladu“. Tato varianta je plně automatizovaná, jelikož o zaskladňování se stará plně automatizovaný základací systém zvaný „shuttle“. Celý tento systém je zobrazen na prvotní vizualizaci na *Obr. 37*. Vlevo na obrázku je zobrazen kanálový sklad a v pravé části automatizovaný systém pro zaskladnění palet. Na obrázku jsou boxy, které představují právě palety s kabelovými špulkami. Celková kapacita pro uskladnění u tohoto řešení dosahuje 1344 paletových míst. Frekvence zaskladňování je u tohoto systému 40 pal/hod. Celková cena tohoto systému přijde na částku 1 020 000€. K tomuto systému je pak nutný jeden operátor na směnu (2 operátoři na den). Tento operátor bude mít opět na starost manipulaci vyskladněné palety s kabelovými špulkami na další místo pro zpracování. Není zde potřeba dalších operátorů pro provoz tohoto systému. Připojení na systém SAP je v případě této varianty zaručeno a je možné.



Obr. 37 – PSB intralogistics. Plně automatizovaný kanálový sklad.

3.9 Porovnání jednotlivých nabídek

Při výběru správné nabídky je důležité zvážit všechny možnosti a porovnat různé faktory, jako jsou kvalita, cena, typ provedení a další parametry. V této části bude zaměřeno na čtyři typy nabídek od výše zmíněných dodavatelů. Budou představeny jejich nabídky včetně stručného popisu. Následně bude provedeno k těmto nabídkám detailní srovnání dle jejich parametrů a klíčových vlastností.

- **Porovnání nabídek**

Pro porovnání jednotlivých nabídek byla vytvořena jednoduchá tabulka, která zobrazuje základní údaje pro porovnání jednotlivých nabídek. S touto tabulkou se bude dále pracovat, a později bude rozšířena při výpočtu ekonomické návratnosti. Její kompletní zobrazení včetně základních údajů a výpočtů pro výpočet návratnosti je v **Příloze IV** – Kurz 1€ byl určen na hodnotu 23,5 Kč.

Tab. 3 – Porovnání jednotlivých nabídek z hlediska technických parametrů.

Dodavatel	Typ varianty	Stupeň automatizace	Investice [€]	Počet paletových míst [-]	Frekvence [poh/hod]	Počet operátorů na den [-]
Jungheinrich	Dva nepřesuvné základní jeřáby (1)	Plně	2500000	1000	100	2
Jungheinrich	Přesuvné regály – automaticky naváděné VZV (2)	Polo	350000	2000	60	4
Ramatech	Speciální regály pro kabelové špulky	Plně	1900000	1000	30	2
SSI Schäfer	Přesuvné regály – manuálně naváděné VZV	Man	940000	1944	100	6
PSB Intralogistics	Automatizovaný kanálový sklad	Plně	1020000	1344	40	2

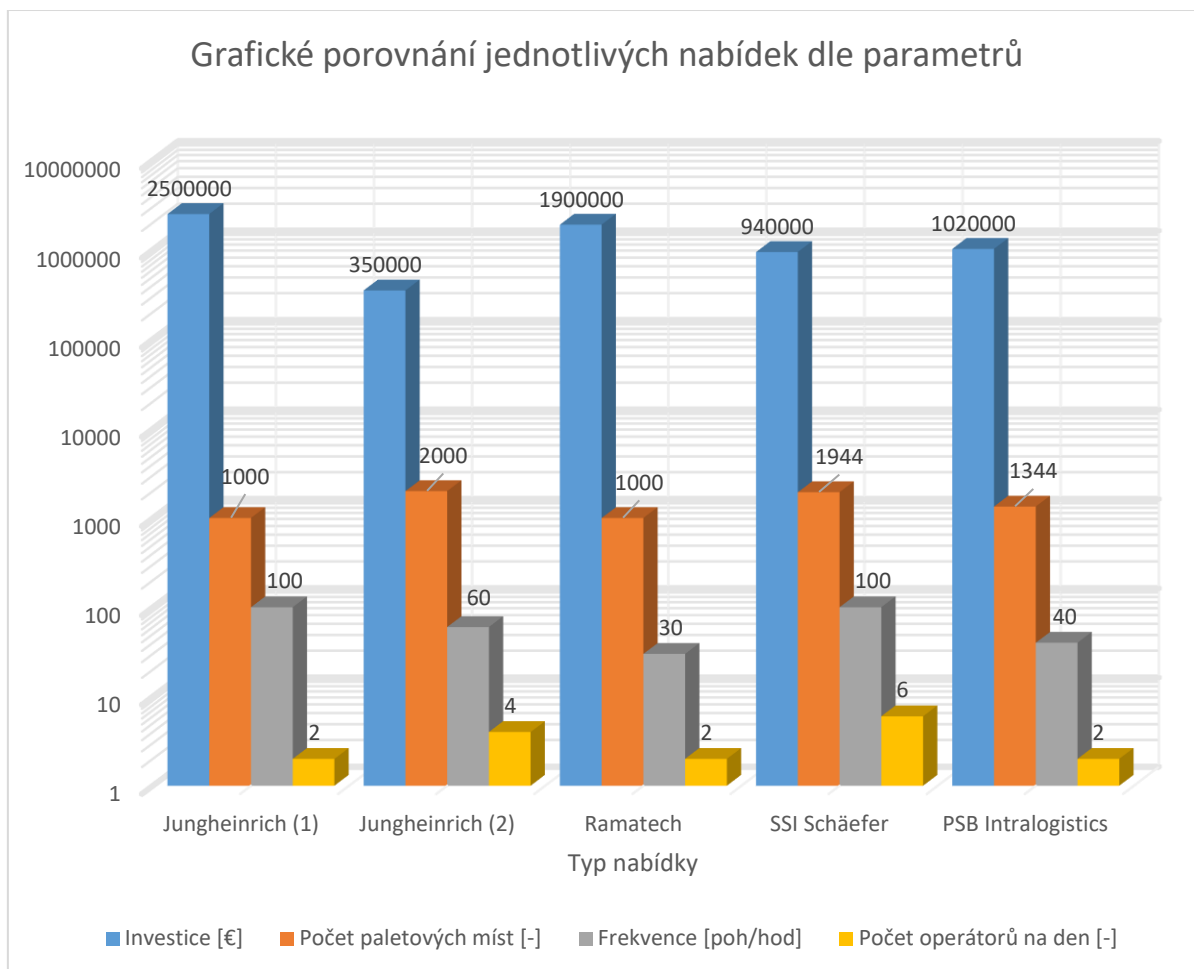
V Tab. 3 lze nalézt celkem 5 technických řešení od celkem 4 různých dodavatelů. Firma Jungheinrich nabídla dva typy řešení, plně a polo automatizovanou variantu řešení. Plně automatizované řešení nabídla dále také firma Ramatech a PSB Intralogistics. Čistě manuální řešení nabídla pouze firma SSI Schäfer. Celkem jsou tedy tři plně automatizované varianty, jedno polo automatizované a jedno manuální řešení. Nejdražším řešením je právě plně automatizovaná varianta od firmy Jungheinrich. Naopak nejlevnější variantou je řešení polo automatické opět od firmy Jungheinrich, která dosahuje nejvyšší kapacity pro skladování ze všech nabídek, které je až pro 2000 míst. Druhou největší kapacitu dosahuje řešení od firmy SSI Schäfer s celkovou kapacitou 1944 míst. Naopak nejmenší kapacitou disponuje plně automatizované řešení od firmy Jungheinrich a Ramatech s celkovou kapacitou 1000 míst.

Pokud bude brán ohled na rychlost systému, tak nejvyšší frekvence systému lze dosáhnout u plně automatizovaného řešení od firmy Jungheinrich a manuální řešení od SSI Schäfer které dosahuje frekvence 100 poh/hod. Zbývá tři řešení mají rychlost zhruba

poloviční oproti těmto dvěma řešením, konkrétně 30, 40, 60 poh/hod. Ke všem těmto řešením je ještě nutné připočítat operátory, kteří budou obstarávat manipulaci. U plně automatizovaných řešení jsou to celkem dva operátoři na den – Firmy Jungheinrich, Ramatech a PSB Intralogistics. U řešení od firmy Jungheinrich u polo automatického řešení je nutné počítat s celkem čtyřmi pracovníky a u čistě manuální řešení od SSI Schaefer je nutné počítat s celkem šesti pracovníky na den.

Jedním z hlavních rozhodujících parametrů je také celková cena investice do konkrétního řešení. Nejdražší variantou je právě plně automatizované řešení od firmy Jungheinrich za cenu 2 500 000€. Poté následuje řešení od firmy Ramatech, které je téměř o čtvrtinu levnější a vychází na celkovou cenu 1 900 000€. Naopak nejlevnější variantou je polo automatizované řešení od firmy Jungheinrich za cenu 350 000€. Zbylé dvě varianty jsou za cenu zhruba poloviční oproti nejdražší variantě. Konkrétně 940 000€ od firmy Ramatech a 1 020 000€ za kanálový sklad od firmy PSB Intralogistics.

Všechna tato data byla přenesena do kombinovaného 3D sloupcového grafu, který je na *Obr. 38*. Tento graf porovnává celkem 4 parametry, kterými jsou cena, počet míst, frekvence systému a počet operátorů. Díky tomuto grafu lze přehledně porovnat jednotlivá řešení mezi sebou.



Obr. 38 – Grafické porovnání jednotlivých nabídek dle parametrů.

3.10 Výpočet ekonomické návratnosti

Tato podkapitola bude věnována postupu výpočtu pro výpočet návratnosti investice. Dále zde budou dílčí výpočty pro výpočet klíčových hodnot pro finální výpočet. Kompletní tabulka s výpočty pro všechny varianty včetně základních údajů je v **Příloha IV** –. Pro výpočet byla použita pouze část tabulky, která je označena jako **Tab. 4**. Provozní náklady u jednotlivých nabídek lze pro výpočet zanedbat. Kurz 1€ byl určen na hodnotu 23,5 Kč.

Jednou ze základních metod hodnocení investic a ekonomické návratnosti je metoda výnosnosti investic ROI (Return on Investment). ROI se počítá jako poměr ročního zisku z investice k celkovým nákladům investice. Pro případovou studii byl použit tento vzorec a roční zisk z investice je zde pak označen jako „celkové úspory za rok“.

Tab. 4 – Tabulka se základními údaji pro finální výpočet návratnosti investice.

Dodavatel	Typ varianty	Investice [€]	Počet paletových míst [-]	Počet operátorů na den [-]	Sazba pracovníka [€/hod]	Odpracované hodiny za směnu [-]	Úspora pracovníků [-]
Jungheinrich	Dva nepřesuvné zakládací jeřáby (1)	2500000	1000	2	21	7,5	4
Jungheinrich	Přesuvné regály – automaticky naváděné VZV (2)	350000	2000	4	21	7,5	2
Ramatech	Speciální regály pro kabelové špulky	1900000	1000	2	21	7,5	4
SSI Schaefer	Přesuvné regály – manuálně naváděné VZV	940000	1944	6	21	7,5	0
PSB Intralogistics	Automatizovaný kanálový sklad	1020000	1344	2	21	7,5	4

Sazba za uskladnění palety v externím skladu v € se vypočítá jako podíl hodnoty za uskladnění v korunách a kurzu 1€ v korunách.

$$\text{Sazba za uskladnění palety v externím skladu} = 160 \div 23,5 = 6,81 \text{ [€/pal/měsíc]} \quad (1)$$

Sazba za transport do externího skladu a zpět za den v € se vypočítá jako podíl celkové ceny za transport za den v korunách a kurzu 1€ v korunách.

$$\text{Sazba za transport – Externí sklad} = 2800 \div 23,5 = 119,15 \text{ [€/den]} \quad (2)$$

Personální náklady v € za rok jsou pak součinem hodnot: počet operátorů za den, počet pracovních dní v kalendářním roce, počet odpracovaných hodin za směnu a hodinová sazba pracovníka.

$$\text{Personální náklady} = 2 \times 250 \times 7,5 \times 21 = 75750 \text{ [€/rok]} \quad (3)$$

Celková úspora na personálních nákladech v € za rok je pak součinem hodnot: počet uspořené pracovníků oproti stávajícímu řešení, počet pracovních dní v kalendářním roce, počet odpracovaných hodin za směnu a hodinová sazba pracovníka.

$$\text{Úspora personálních nákladů} = 4 \times 250 \times 7,5 \times 21 = 157500 \text{ [€/rok]} \quad (4)$$

Celková úspora na uskladněných paletách v externím skladu v € za rok je dána součinem hodnot: sazba uskladnění palety v externím skladu z rovnice (1), počet měsíců v kalendářním roce a celkový počet paletových míst pro konkrétní řešení.

$$\text{Úspora na paletách v externím skladu} = 6,81 \times 12 \times 1000 = 81702,13 \text{ [€/rok]} \quad (5)$$

Celková úspora na transportu do externího skladu a zpět v € za rok je pak dána jako součin hodnot: počet pracovních dní v kalendářním roce a sazbou za transport za den v € z rovnice (2).

$$\text{Úspora transport} - \text{Externí sklad} = 250 \times 119,15 = 29787,23 \text{ [€/rok]} \quad (6)$$

Celková úspora v € za rok je pak součtem hodnot: úspora personálních nákladů z rovnice (4), úspora na paletách v externím skladu z rovnice (5) a úspora na transportu do externího skladu a zpět z rovnice (6).

$$\text{Celková úspora} = 157500 + 81702,13 + 29787,23 = 268989,36 \text{ [€/rok]} \quad (7)$$

Návratnost investice se pak vypočte jako podíl hodnoty celkové úspory v € za rok z rovnice (7) a celkové ceny investice v €.

$$\text{Návratnost investice} = 2500000 \div 268989,36 = 9,29 \text{ [rok]} \quad (8)$$

Pomocí těchto výpočtů lze postupně dojít k finálnímu výpočtu pro návratnost investice. Výpočet byl proveden pro nabídku od firmy Jungheinrich pro plně automatizovanou variantu označenou jako (1). Pro tuto variantu vyšla návratnost lehce přes 9 a čtvrt roku, konkrétně 9,29 let. V Příloze IV jsou pak již vypočteny všechny potřebné hodnoty včetně finálního výpočtu pro návratnost investice pro všechny typy nabídek.

4 Doporučení pro praxi

Tato kapitola bude zaměřena na poskytnutí užitečných doporučení pro praxi v oblasti dané problematiky – vybudování automatizovaného skladu. První doporučení se bude týkat výběru nabídek, které lze seřadit od té nejvhodnějších po nevhodné. V druhé podkapitole bude následovat zdůvodnění výběru nabídek, proč jsou právě tato doporučení nejvhodnější či nevhodná pro daný projekt. V poslední podkapitole budou představeny další možnosti a alternativy, které by mohly být pro určité případy vhodnější.

4.1 Výběr a doporučení řešení

Pro finální výběr bude použita *Tab. 5*, která bude obsahovat porovnání dle hlavních parametrů. Jedním z klíčových parametrů při výběru řešení je návratnost investice do daného řešení. Pokud se zaměříme na celkovou dobu návratnosti, tak jednoznačně nejdelší dobu má řešení od firmy Jungheinrich typ (1). Jako druhá nabídka je pak od firmy Ramatech a na třetím místě je řešení od firmy SSI Schaefer. Naopak investice se nejrychleji vrátí při výběru řešení opět od firmy Jungheinrich typ (2) kde návratnost je cca 1,5 roku. Druhou nejkratší dobu investice dosahuje řešení od firmy PSB Intralogistics s kanálovým skladem. Celkové uspořené náklady za rok jsou u všech nabídek velmi podobné, až na řešení od firmy SSI Schaefer, kde úspora je značně menší než u zbylých 4 nabídek.

Dle těchto parametrů, je zřejmá nevýhodnost nabídky Jungheinrich typ (1), Ramatech a SSI Schaefer. Tyto tři nabídky jsou za poměrně vysokou cenu a jejich doba návratnosti je velmi vysoká. Nedosahují až tak velkých skladovacích prostor díky náročnému systému na automatizaci – Konkrétně Jungheinrich typ (1) a Ramatech. U těchto nabídek zabere systém značnou plochu místa ve skladu. Opakem je typ řešení od firmy SSI Schaefer, které je čistě manuální, u tohoto řešení jsou nejmenší uspořené náklady za rok. Cena za toto řešení není nijak vysoká, ale díky malým uspořeným nákladům za rok je návratnost investice téměř 5 let, což je stále velmi dlouhá doba. Zbývají pouze dvě řešení a těmi jsou Jungheinrich typ (2) a PSB Intralogistics. Z těchto dvou se jako nejoptimálnější řešení pro výstavbu automatizovaného skladu nabízí řešení od firmy Jungheinrich typ (2). V Podkapitole **4.2** bude popsáno zdůvodnění tohoto výběru.

Tab. 5 – Tabulka s porovnáním jednotlivých nabídek dle parametrů a návratnosti investice

Dodavatel	Jungheinrich	Jungheinrich	Ramatech	SSI Schaefer	PSB Intralogistics
Typ varianty	Dva nepřesuvné základací jeřáby (1)	Přesuvné regály – automaticky naváděné	Speciální regály pro kabelové špulky	Přesuvné regály – manuálně naváděné	Automatizovaný kanálový sklad
Stupeň automatizace	Plně	Polo	Plně	Man	Plně
Investice [€]	2500000	350000	1900000	940000	1020000
Počet paletových míst [-]	1000	2000	1000	1944	1344
Frekvence [poh/hod]	100	60	30	100	40
Počet operátorů na den [-]	2	4	2	6	2
Celková úspora [€/rok]	268989,36	271941,49	268989,36	188616,17	297094,89
Návratnost investice [rok]	9,29	1,29	7,06	4,98	3,43

4.2 Zdůvodnění nabídky

Dle základních a klíčových parametrů je neoptimálnějším výběrem polo automatické řešení od Firmy Jungheinrich typ (2). Jak je již na první pohled zřejmé, právě toto řešení je ze všech pěti nabídek nejlevnější. U tohoto systému není potřeba místo pro automatizovaný systém jako například u SSI Schaefer nebo Jungheinrich typ (1). Díky tomu, že u tohoto řešení není systém tak náročný na prostor a disponuje pouze automaticky naváděným VZV a přesuvnými regály, tak dosahuje nejvyšší hodnoty pro skladování. Konkrétně toto řešení

nabízí až 2000 paletových míst. Téměř stejnou hodnotu pro skladování má systém od SSI Schaefer, ale toto řešení je zhruba trojnásobně dražší, je pouze čistě manuální a vyžaduje stejného počtu pracovníků jako ve stávajícím řešení skladu č. 5, konkrétně šesti pracovníků na den.

Díky tomu, že právě řešení Jungheinrich typ (2) je nejlevnějším řešením ze všech a zároveň dosahuje nejvyšší hodnoty uspořené částky za rok je návratnost investice nejnižší. U tohoto řešení je návratnost zhruba za jeden a čtvrt roku. Co se týče počtu pracovníků pro toto řešení, je to kompromisem mezi ostatními nabídkami. U tohoto řešení jsou potřeba celkem dva pracovníci na směnu, jeden manipulátor a druhý pracovník ovládající VZV. Pokud bude brán ohled na frekvenci systému, žádné řešení nedosáhlo předem požadované frekvence. Tento systém dosahuje frekvence, která byla požadována a ta byla stanovena na 60 poh/hod. Toto řešení je tedy kompromisem mezi všemi parametry nabízí se jako nejvíce vhodné pro danou výstavbu.

Řešení od firmy PSB Intralogistics nelze doporučit díky malým skladovacím prostorám, nedosahují ale tak nízkých hodnot jako ostatní řešení. U tohoto řešení je stále vysoká cena investice do výstavby. Pokud se zaměříme na frekvenci, tak ta je pouhých 40 poh/hod a návratnost celého systému se pohybuje okolo 3,5 let.

4.3 Další možnosti

Pokud výše vybrané řešení nebude splňovat očekávání lze zvážit také další alternativní možnosti pro řešení problému. Jelikož výstavba automatizovaného skladu je velmi náročná nabízí se několik možností, kterými může být například podrobnější analýza. To znamená, stanovit přesnější požadavky na sklad a zvážit, zda se tyto požadavky následně odrážejí v nabídkách dodavatelů. Je možné, že některé požadavky byly vynechány, tak je vhodné se zaměřit i na tyto. Nabízí se zde možnost upravit právě klíčový požadavek z plně automatizovaného na polo automatizovaný sklad. Na takto malé ploše se nevyplatí investice do tak náročného řešení. Podrobnější analýza je ale časově náročná, takže se čas značně prodlouží. Další možností je pak revidovat již zmíněné požadavky. Je možné, že požadavky, které byly stanovené, jsou až moc vysoké a je problém najít vhodného dodavatele. Pokud by byly požadavky upraveny, je vyšší šance na více nabídek od různých dodavatelů a také i možnost menší ceny pro výstavbu. Třetí možností je hledání dalších dodavatelů. Zde se také nabízí možnost oslovit firmy specializující se právě na výstavby automatizovaných skladů, a tak je požádat o nabídku. Toto řešení je ale opět velmi časově náročné.

Další možností se nabízí využití externího skladu. Externí sklad již firma využívá, toto řešení není vhodné, jelikož zde jsou poměrně vysoké náklady a dlouhodobé skladování v externím skladu je značně nevýhodné. Vlastní výstavba je další možností, jak řešit tento problém. Zde se ale objevuje značná nevýhoda a tou je velmi vysoká investice do zařízení a pracovní síly. Naproti tomu lze brát v úvahu také možnost, že automatizovaný sklad nebude vybudován a místo toho se zde budou používat pouze klasické pevné regály s manuálně vedenými VZV. Poslední možností je odklad řešení. Pokud projekt není tak naléhavý, tak se nabízí možnost prodloužit čas a počkat na případnou výhodnější nabídku od dodavatelů v budoucnosti. Je také možné, že se objeví více specializovanějších firem, které dokáží nabídnout jiná řešení.

Dalších možností je zpracování důkladnější analýzy a úprava požadavků investora. Díky tomu by mohlo být více nabídek za menší náklady, a dokonce i za menší finanční částku. Je také možné zavrhnout takto nákladný projekt na vybudování automatizovaného skladu a vybudovat zde čistě manuální sklad s pevnými regály. U tohoto řešení bude značně nižší investice, pokud bychom ji porovnali s momentálními nabídkami od dodavatelů.

Závěr

Cílem této diplomové práce bylo seznámit se se základními pojmy v oblasti procesů a procesního řízení. V této práci jsou vysvětleny základní pojmy, jakými je funkční a procesní řízení, jaké jsou mezi nimi rozdíly nebo například co je to reengineering procesů. V první kapitole této práce je přiblížen současný stav v procesním řízení a jeho historie. Objevují a vysvětlují se zde také nejmodernější inovace a trendy, které se používají. Těmito trendy je IoT, umělá inteligence nebo využití cloudu. V druhé kapitole je popsáno celkem 11 základních nástrojů objevujících se v procesním řízení. Jsou představeny jak filosofie řízení, tak i samotné techniky jako například JIT, JIS nebo CIP. Existuje řada dalších nástrojů a technik, které se v dnešní době používají, byly vybrány a popsány jedny z nejznámějších nástrojů. Díky těmto nástrojům lze dosáhnout lepších výsledků v organizaci, zlepšit bezpečnost na pracovišti nebo se vyvarovat zbytečným chybám.

V druhé polovině práce se třetí kapitola věnuje případové studii, která byla zpracována ve firmě Murr CZ s.r.o ve Stodu nedaleko města Plzně. Tato firma se zabývá výrobou komponentů pro elektrotechniku a také širokou škálou kabelových svazků. Cílem této případové studie byl sběr relevantních dat pro výstavbu automatizovaného skladu a následná analýza trhu a výběr vhodného kandidáta. V třetí kapitole se tedy objevují části věnované přímo sběru dat, kde se měřil čas jednotlivých operací, váha jednotlivých palet či frekvence pohybů ve skladu. Tato data sloužila jako výchozí bod pro určení základních parametrů pro automatizovaný sklad. Po sběru dat následovalo oslovení celkem čtyř dodavatelů, od kterých bylo obdrženo celkem 5 různých řešení.

Ke konci práce následovalo podrobné porovnání jednotlivých nabídek mezi sebou a byla provedena kalkulace včetně roční návratnosti pro jednotlivá řešení. Finálním výběrem bylo řešení od firmy Jungheinrich s polo automatizovaným skladem, který dosahuje kapacity až 2000 paletových míst s návratností do 1,5 roku. Tento finální výběr byl následně ve čtvrté kapitole zdůvodněn a byly stručně popsány případné další možnosti při výstavbě. Cíl této diplomové práce a také praktické části pro vybudování automatizovaného skladu byl dosažen.

Literatura

- [1] *Řízení procesů (Process Management)* - *ManagementMania.com* [online]. [vid. 2022-12-05]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/rizeni-procesu>
- [2] GRASSEOVÁ, M., a kolektiv. *Procesní řízení ve veřejném i soukromém sektoru*. 2008.
- [3] *Procesní řízení (Process-based management)* - *ManagementMania.com* [online]. [vid. 2022-12-05]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/procesni-rizeni>
- [4] ŘEŘIČKA, Tomáš. *Přednášky z předmětu MOTP: Modelování a optimalizace techn. procesů*. 2022.
- [5] *Business Process Reengineering (BPR): Definition, Steps, Examples* [online]. [vid. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://kissflow.com/workflow/bpm/business-process-reengineering-bpr/>
- [6] *What is Business Process Reengineering (BPR)? - Definition* [online]. [vid. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/business-process-reengineering>
- [7] *Business Process Re-engineering vs. Business Process Management* [online]. [vid. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.hitechnectar.com/blogs/business-process-reengineering-vs-business-process-management/>
- [8] *BPM: Past, Present, Future | ProcessMaker* [online]. [vid. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.processmaker.com/blog/bpm-past-present-future/#>
- [9] HARMON, Paul. *The Scope and Evolution of Business Process Management. Handbook on Business Process Management 1* [online]. 2010, 37–81 [vid. 2023-04-19]. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-642-00416-2_3
- [10] *What is Industry 4.0 and how does it work? | IBM* [online]. [vid. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.ibm.com/topics/industry-4-0>
- [11] *What is Industry 4.0 and what technologies are driving it?* [online]. [vid. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.xmreality.com/blog/what-is-industry-4.0>
- [12] *11 Simple Definitions to Help You Better Understand Industry 4.0* [online]. [vid. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://blog.rgbsi.com/11-definitions-to-understand-industry-4.0>
- [13] AHMAD, Tahir a Amy Van LOOY. *Business Process Management and Digital Innovations: A Systematic Literature Review. Sustainability 2020, Vol. 12, Page 6827* [online]. 2020, **12**(17), 6827 [vid. 2023-04-19]. ISSN 2071-1050. Dostupné

- z: doi:10.3390/SU12176827
- [14] *Digitální transformace: Nastává čas, kdy se průmysl dostává do vysokých otáček - Vše o průmyslu* [online]. [vid. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://www.vseoprmyslu.cz/inspirace/trendy/digitalni-transformace-nastava-cas-kdy-se-prumysl-dostava-do-vysokych-otacek.html>
- [15] *What is SCADA (supervisory control and data acquisition)?* [online]. [vid. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/SCADA-supervisory-control-and-data-acquisition>
- [16] *Co je ERP | Definice plánování podnikových zdrojů | SAP Insights* [online]. [vid. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.sap.com/cz/insights/what-is-erp.html>
- [17] *SAP - ERP Introduction* [online]. [vid. 2023-04-20]. Dostupné z: https://www.tutorialspoint.com/sap/sap_introduction.htm
- [18] LI, Kun, Yufei QIN, Daolong ZHU a Shengen ZHANG. Upgrading waste electrical and electronic equipment recycling through extended producer responsibility: A case study. *Circular Economy* [online]. 2023, **2**(1), 100025. ISSN 2773-1677. Dostupné z: doi:10.1016/J.CEC.2023.100025
- [19] XU, Jiawei, Yubing YU, Min ZHANG a Justin Zuopeng ZHANG. Impacts of digital transformation on eco-innovation and sustainable performance: Evidence from Chinese manufacturing companies. *Journal of Cleaner Production* [online]. 2023, **393**, 136278. ISSN 0959-6526. Dostupné z: doi:10.1016/J.JCLEPRO.2023.136278
- [20] *RoHS Procedure - The Content of a Corporate Procedure* [online]. [vid. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.getenviropass.com/2020-07-22-rohs-compliance-the-procedure/>
- [21] *IEC 61511: Safety instrumented systems for the process industry* [online]. [vid. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.gt-engineering.it/en/technical-standards/en-iec-standards/iec-61511-gt-engineering/>
- [22] *Lean Manufacturing Training Materials - Lean Factories* [online]. [vid. 2023-04-12]. Dostupné z: <https://leanfactories.com/lean-training-materials/>
- [23] HELMOLD, Marc. Basics in Lean Management. In: [online]. B.m.: Springer, Cham, 2020 [vid. 2021-03-31], s. 1–14. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-030-46981-8_1
- [24] *Lean Manufacturing : c'est quoi et quels sont les risques ?* [online]. [vid. 2023-04-12]. Dostupné z: <https://www.portices.fr/lean-manufacturing/>
- [25] TRUSCOTT, William. Six Sigma. 2003 [online]. 2003 [vid. 2021-03-20]. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=pbMABAAAQBAJ&oi=fnd&pg=P>

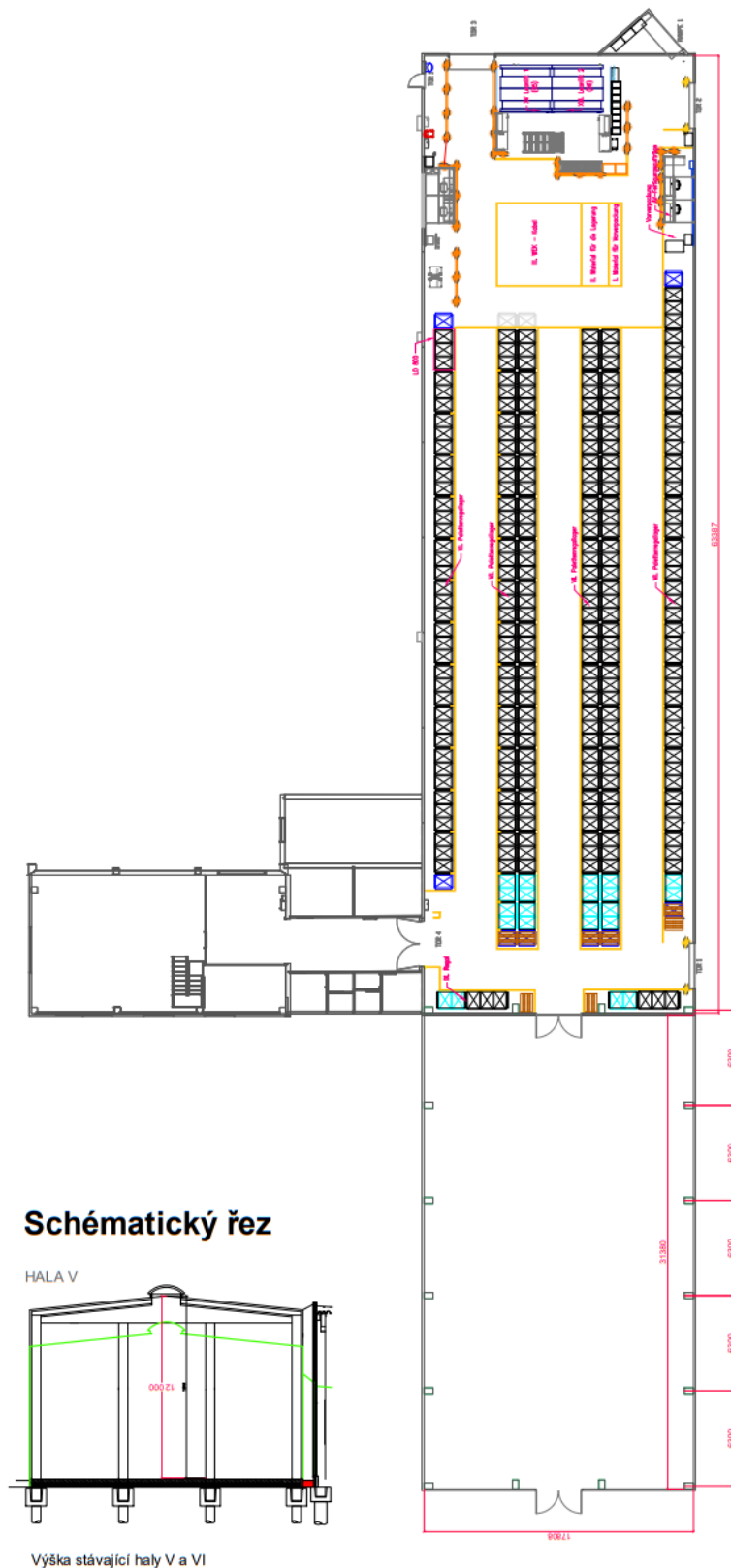
- R1&dq=six+sigma&ots=W14RFuCMni&sig=3VyGXNqfPuCB92zaZa9WoUnBzRk&redir_esc=y#v=onepage&q=six sigma&f=false
- [26] *What is Six Sigma and how does it work?* [online]. [vid. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/searchcio/definition/Six-Sigma>
- [27] NETOLICKÝ, Petr. *Přednášky z předmětu NRK: Nástroje řízení kvality v elektrotechnice*. 2022.
- [28] *Lean Six Sigma Training - DEKRA North America* [online]. [vid. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.dekra.us/en/training/lean-six-sigma/>
- [29] IMAI, Masaaki. *Praise for Gemba Kaizen*. nedatováno.
- [30] *Kaizen: The Spirit of Lean Manufacturing Culture - Lean Smarts* [online]. [vid. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://leansmarts.com/lean-101/kaizen/>
- [31] SUÁREZ-BARRAZA, Manuel F., Juan RAMIS-PUJOL a Laoucine KERBACHE. Thoughts on kaizen and its evolution: Three different perspectives and guiding principles. *International Journal of Lean Six Sigma* [online]. 2011, 2(4), 288–308. ISSN 20404174. Dostupné z: doi:10.1108/20401461111189407
- [32] KIKUCHI, Tsuyoshi a Momoko SUZUKI. Kaizen and standardization. *Applying the Kaizen in Africa: A New Avenue for Industrial Development* [online]. 2018, 111–149 [vid. 2023-04-23]. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-91400-8_4/FIGURES/3
- [33] *What is CIP? The Continuous Improvement Process* [online]. [vid. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.gbtec.com/resources/kvp/>
- [34] *Continuous Improvement | Definition and Overview* [online]. [vid. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.productplan.com/glossary/continuous-improvement/>
- [35] *9 Continuous Improvement Methodologies & Tools* [online]. [vid. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.viima.com/blog/continuous-improvement-tools>
- [36] *5S - What are The Five S's of Lean? | ASQ* [online]. [vid. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://asq.org/quality-resources/lean/five-s-tutorial>
- [37] *Applying 5S in the Manufacturing Industry | Lean Production* [online]. [vid. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.leanproduction.com/5s/>
- [38] *What is 5S? 5S System is explained including tips on getting a 5S program started*. [online]. [vid. 2023-04-23]. Dostupné z: <https://www.5stoday.com/what-is-5s/>
- [39] *Ganttův diagram: Důvody, proč je to skvělý pomocník – Lumeer* [online]. [vid. 2022-11-13]. Dostupné z: <https://www.lumeer.io/cs/ganttuv-diagram/>
- [40] *What is a Gantt Chart? | Examples and Best Practices* [online]. [vid. 2022-11-13]. Dostupné z: <https://www.productplan.com/glossary/gantt-chart/>

- [41] *Hecht Group | The Top Trends And Developments In Warehouse Management* [online]. [vid. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://www.hechtgroup.com/the-top-trends-and-developments-in-warehouse-management/>
- [42] *What is a Warehouse Management System (WMS)?* [online]. [vid. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/searcherp/definition/warehouse-management-system-WMS>
- [43] MAO, Jia, Huihui XING a Xiuzhi ZHANG. Design of Intelligent Warehouse Management System. *Wireless Personal Communications* [online]. 2018, **102**(2), 1355–1367 [vid. 2023-04-24]. ISSN 1572834X. Dostupné z: doi:10.1007/S11277-017-5199-7/FIGURES/3
- [44] RAMAA, A; K.N,Subramanya; T.M,Rangaswamy. Impact of Warehouse Management System in a Supply Chain [online]. 2012 [vid. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=faff485f479ec9f8fa0c280a4c1f977697f23ebe>
- [45] *LOGISTEED (Thailand), Ltd. : IT Solution : Transport Management System* [online]. [vid. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://th.logisteed.com/en/tms>
- [46] *What is a Transportation Management System? A Beginner's Guide to TMS* [online]. [vid. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://resources.coyote.com/source/what-is-a-tms>
- [47] *What are the differences between a TMS and a WMS?* [online]. [vid. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://zozio.tech/en/differences-tms-wms/>
- [48] *Just in Time: Co to vlastně je? | Průmyslové Inženýrství.cz* [online]. [vid. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/just-in-time-co-to-vlastne-je/>
- [49] *Just-in-Time Manufacturing: An introduction - T.C. Cheng, S. Podolsky - Knihy Google* [online]. [vid. 2023-04-24]. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=WL95yzpj1TIC&oi=fnd&pg=PR11&dq=just+in+time+&ots=o5pXbCS0W-&sig=Hq8Px2nniiTvIUWBpJTSSI9wG_8&redir_esc=y#v=onepage&q=just in time&f=false
- [50] *What is just in time? Definition and meaning - Market Business News* [online]. [vid. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://marketbusinessnews.com/financial-glossary/just-time-definition-meaning/>
- [51] *Just in Sequence (1) – Co to vlastně je? - Průmyslové inženýrství* [online]. [vid. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/just-in-sequence-1-co>

- to-vlastne-je/
- [52] HÜTTMEIR, Andreas, Suzanne DE TREVILLE, Ann VAN ACKERE, Léonard MONNIER a Johann PRENNINGER. Trading off between heijunka and just-in-sequence. *International Journal of Production Economics* [online]. 2009, **118**(2), 501–507. ISSN 0925-5273. Dostupné z: doi:10.1016/J.IJPE.2008.12.014
- [53] *Just in Sequence Part 1 – What is it? | AllAboutLean.com* [online]. [vid. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/just-in-sequence-definition/>
- [54] *Milk Run in Logistics: Meaning, Pros, & Cons for 2022* [online]. [vid. 2023-04-25]. Dostupné z: <https://www.shipbob.com/blog/milk-run-logistics/>
- [55] *What is Milk Run Logistics? How It Works | Airhouse Glossary* [online]. [vid. 2023-04-25]. Dostupné z: <https://www.airhouse.io/glossary/milk-run-logistics>
- [56] *Milk Run Transportation | Milk Run Operation Services india* [online]. [vid. 2023-04-25]. Dostupné z: <https://www.watsooexpress.com/milk-run.html>
- [57] Interní zdroje podniku. nedatováno.
- [58] *Jungheinrich – leading intralogistics provider* [online]. [vid. 2023-04-30]. Dostupné z: <https://www.jungheinrich.com/en>
- [59] *Ramatech - Home* [online]. [vid. 2023-04-30]. Dostupné z: <https://www.ramatech.ch/index.php/de/>
- [60] *SSI SCHAEFER in the US | SSI SCHAEFER* [online]. [vid. 2023-04-30]. Dostupné z: <https://www.ssi-schaefer.com/en-us>
- [61] *Automated storage systems: Multi Access Warehouse from psb* [online]. [vid. 2023-04-30]. Dostupné z: <https://www.psb-gmbh.com/>

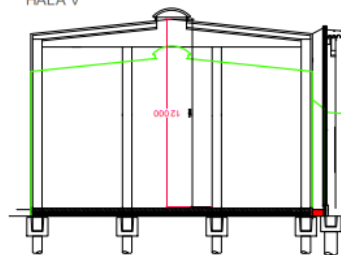
Přílohy

Příloha I - Náčres stávající haly č.5 a plánované výstavby rozšíření pro halu č.5



Schématický řez

HALA V



Výška stávající haly V a VI

Příloha II - Doba transportu ve skladu č.5

Doba transportu [s]
35
35
50
74
57
36
44
49
50
92
80
62
100
35
60
70
60
60
40
30
40
60
60
55
25
75
60
60
60
60
50
60
60
30
60
72
50
40
50
60
70
60

Příloha III - Frekvence pohybů ve skladu č.5 po dobu 24 hod

Čas	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
Den A	7	7	8	5	12	5	19	16	26	22	21	31	26	9	22	31	43	28	18	19	7	11	1	4
Den B	0	0	4	1	9	8	38	22	13	16	16	60	14	13	13	10	17	5	30	12	13	6	0	0
Den C	5	11	11	7	1	0	21	31	24	36	10	47	63	22	33	22	15	10	25	25	19	17	5	10
Den D	5	2	4	7	3	4	24	39	37	25	3	36	19	5	15	48	18	12	22	18	18	12	12	7
Den E	11	4	10	14	13	7	45	20	15	22	47	53	17	10	17	27	13	9	19	10	14	15	9	12
Den F	1	13	5	11	12	3	51	31	16	23	16	52	31	13	18	26	18	6	24	14	13	12	13	14

Příloha IV – Kompletní tabulka s nabídkami a kalkulacemi pro jednotlivá řešení

Dodavatel	Typ varianty	Stupeň automatizace	Investice [€]	Počet paletových míst [-]	Frekvence [poh/hod]	Cena paletových omšičů [€/pal]	Počet operátorů na den [-]	Sazba pracovníka [€/hod]	Sazba za uskladnění palety v externím skladu [€/pal/měsíc]	Sazba za transport - Externí sklad [€/den]	Odporovaní hodiny za směnu [-]	Personální náklady [€/rok]	Úspora pracovníků [-]	Úspora personálních nákladů [€/rok]	Úspora na paletách v externím skladu [€/rok]	Úspora transport - Externí sklad [€/rok]	Čistková úspora [€/rok]	Návratnost investice [rok]
Jungheinrich	Dva nepřesuvné zakládací jeřáby (1)	Plně	2500000	1000	100	2500,00	2	21	6,81	119,15	7,5	78750	4	157500	81702,13	29787,23	268989,36	9,29
Jungheinrich	Přesuvné regály - automaticky naváděné VZV (2)	Polo	350000	2000	60	175,00	4	21	6,81	119,15	7,5	157500	2	78750	163404,26	29787,23	271941,49	1,29
Ramatech	Speciální regály pro kabelové spulky	Plně	1900000	1000	30	1900,00	2	21	6,81	119,15	7,5	78750	4	157500	81702,13	29787,23	268989,36	7,06
SSI Schaefer	Přesuvné regály - manuálně naváděné VZV	Man	940000	1944	100	483,54	6	21	6,81	119,15	7,5	236250	0	0	158828,94	29787,23	188616,17	4,98
PSB Intralogistics	Automatizovaný kanálový sklad	Plně	1020000	1344	40	758,93	2	21	6,81	119,15	7,5	78750	4	157500	108807,66	29787,23	297094,89	3,43