

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra systémového inženýrství



Bakalářská práce

Aplikace modelů vícekriteriálního rozhodování
při výběru autonomní techniky pro oddělení logistiky
ve firmě Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o.

Jan Tůma

© 2020 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Tůma

Ekonomika a management

Provoz a ekonomika

Název práce

Aplikace modelů vícekriteriálního rozhodování při výběru autonomní techniky pro oddělení logistiky ve firmě Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o.

Název anglicky

Application of decision-making methods for the selection of automated technology for Department of Logistics in company Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o.

Cíle práce

Hlavním cílem bakalářské práce je za pomoci matematických metod vícekriteriálního rozhodování, přesněji vícekriteriální analýzou variant, vybrat vhodnou kompromisní variantu pořízení autonomní techniky pro vnitropodnikový transport ve firmě Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o. Výsledná kompromisní varianta bude splňovat v největší možné míře požadovaná kritéria oddělení logistiky Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o.

Dílčím cílem je analýza procesu vnitropodnikového transportu z hlediska možného zavedení autonomní techniky a návrh konkrétních změn v tomto procesu. Součástí práce bude i ekonomická analýza kompromisní varianty se závěrečným doporučením.

Metodika

Hlavního cíle práce bude dosaženo následujícím způsobem. V rámci teoretické části práce bude vypracována literární rešerše a konceptualizace sledovaného problému ve vybraném subjektu. Literární rešerše se zaměřuje na tematické oblasti problematiky logistiky a na relevantní metody v rámci metod vícekriteriálního rozhodování.

Vlastní praktická část je zaměřena na představení společnosti a jejích požadavků a kritérií na autonomní techniku. Dále praktická část obsahuje analýzu jednotlivých variant autonomní techniky prostřednictvím modelů vícekriteriálního rozhodování, výběr kompromisní varianty při zohlednění ekonomického hlediska a syntézu v podobě uceleného přehledu variant autonomní techniky a jednotlivých doporučení při jejím výběru. Závěr práce obsahuje zhodnocení získaných výsledků a zhodnocení přínosu práce pro praxi a firmu.

Doporučený rozsah práce

30-40 stran

Klíčová slova

autonomní technika, vícekriteriální analýza variant, vícekriteriální rozhodování, průmysl 4.0

Doporučené zdroje informací

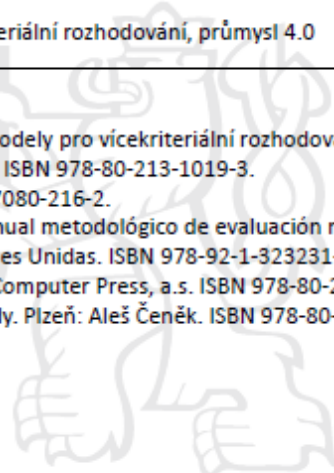
BROŽOVÁ, Helena, HOUŠKA, Milan, ŠUBRT, Tomáš, 2014. Modely pro vícekriteriální rozhodování. 1. vyd., 2. dotisk. Praha: Reprografické studio PEF ČZU v Praze. ISBN 978-80-213-1019-3.

GROS, Ivan, 1993. Logistika. 1. vyd. Praha: VŠCHT. ISBN 80-7080-216-2.

PACHECO, Juan Francisco, CONTRERAS, Eduardo, 2008. Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos. Santiago de Chile: Naciones Unidas. ISBN 978-92-1-323231-6.

SIXTA, Josef, ŽIŽKA, Miroslav, 2009. Logistika, 1. vyd. Brno: Computer Press, a.s. ISBN 978-80-251-2563-2.

ŠUBRT, Tomáš et al., 2011. Ekonomicko-matematické metody. Plzeň: Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-345-2.



Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Tereza Horáková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra systémového inženýrství

Elektronicky schváleno dne 17. 3. 2020

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 17. 3. 2020

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 19. 03. 2020

Čestné prohlášení

Autor bakalářské práce "**Aplikace modelů vícekritériálního rozhodování při výběru autonomní techniky pro oddělení logistiky ve firmě Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o.**" garantuje, že práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce, s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Dále také prohlašuje, že v souvislosti s jejím vypracováním nebyla porušena práva třetích osob.

V Praze dne 10. března 2020

Poděkování

Touto cestou by autor bakalářské práce rád poděkoval paní Ing. Tereze Horákové, Ph.D., za vedení práce, profesionální odbornou konzultaci a zpětnou vazbu. Další poděkování patří panu Karlu Bártovi z Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o. za provedení firmou, odborné vysvětlení chodu vnitropodnikových procesů a požadavků na autonomní techniku ve firmě. Největší poděkování náleží vedení závodu Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o. za možnost zpracování bakalářské práce.

Aplikace modelů vícekriteriálního rozhodování při výběru autonomní techniky pro oddělení logistiky ve firmě Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o.

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na aplikaci metod vícekriteriálního rozhodování s výsledným nalezením kompromisní varianty pro oddělení logistiky v podniku Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o., které stojí před rozhodnutím o automatizaci svých vnitropodnikových procesů autonomní technikou v průběhu následujících let. Ve spolupráci s firmou vybraným zástupcem oddělení logistiky a za pomoci aplikovaných metod vícekriteriálního rozhodování, respektive vícekriteriální analýzy variant, byla stanovena kritéria výběru a dodavatelé autonomní techniky, které autor práce využil pro nalezení ideálního modelu autonomní techniky od vybraného dodavatele. Výslednou kompromisní variantu doporučí autor firmě k realizaci.

Přínosem této bakalářské práce je využití teoretických metod vícekriteriálního rozhodování v praktické aplikaci na daný rozhodovací problém, ekonomická analýza výsledné kompromisní varianty a konkrétní doporučení firmě k realizaci.

Klíčová slova: autonomní technika, vícekriteriální analýza variant, vícekriteriální rozhodování, průmysl 4.0

Application of decision-making methods for the selection of automated technology in company Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o.

Abstract

Bachelor thesis is dealing with the application of methods of multi-criteria decision making with finding a compromise alternative for departure of logistics in the company Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o which faces the decision for automation the internal transport proceses by automated technology during the next years. In collaboration with the company selected expert from department of logistics and using the methods of multi-criteria decision making, respectively multicriteria analysis of alternatives were determinated the criterias of choice and supplier of automated technology which author of this thesis used for finding of the ideal model of automated technology by the selected supplier. The final compromise alternative will be recommended by author of this thesis to the company to realizate.

The benefit of this bachelor thesis is using the multi-criteria decision making in the practical application in the case of decision problem, an economics analysis of final compromise alternative and specific recommendation to company to realize.

Keywords: automated technology, multicriteria analysis, decision-making methods, industry 4.0

Obsah

1 Úvod	13
1.1 Cíl práce	14
1.2 Metodika	14
2 Teoretická východiska	15
2.1 Průmysl 4.0	15
2.2 Logistika	16
2.3 Autonomní technika	17
2.4 Vícekriteriální rozhodování	17
2.4.1 Vícekriteriální analýza variant	18
2.4.2 Stanovení vah kritérií	20
2.4.2.1 Metoda pořadí	20
2.4.2.2 Metoda bodovací	20
2.4.2.3 Saatyho metoda	21
2.4.3 Výběr kompromisní varianty	23
2.4.3.1 Metoda váženého součtu	23
2.4.3.2 Metoda TOPSIS	25
3 Vlastní práce	27
3.1 Charakteristika vybrané společnosti	27
3.1.1 Historie společnosti	27
3.1.2 Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o.	28
3.1.3 Oddělení logistiky	30
3.2 Proces vnitropodnikového transportu	31
3.2.1 Současný stav procesu vnitropodnikového transportu	31
3.2.2 Navrhovaná změna procesu vnitropodnikového transportu	34
3.3 Kritéria výběru autonomní techniky	36
3.4 Dodavatelé autonomní techniky	38
3.4.1 Dodavatel č. 1 - Amtech, spol. s r.o.	38
3.4.2 Dodavatel č. 2 – Jungheinrich AG	39
3.4.3 Dodavatel č. 3 – Omron Electronics spol. s r.o.	40
3.4.4 Dodavatel č. 4 – DS Automotion GmbH	40
3.5 Stanovení vah kritérií	41

3.5.1	Saatyho metoda	41
3.6	Aplikované metody vícekriteriálního rozhodování	42
3.6.1	Metoda váženého součtu	43
3.6.2	Metoda TOPSIS.....	43
4	Výsledná kompromisní varianta	44
5	Ekonomická analýza.....	45
6	Závěrečné doporučení	46
7	Seznam použitých zdrojů	47
8	Přílohy.....	50

Seznam obrázků

Obrázek 1: Organizační struktura Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o.....	29
Obrázek 2: Hierarchické uspořádání oddělení logistiky	30

Seznam tabulek

Tabulka 1: Saatyho škála.....	21
Tabulka 2: Základní data R&S závod Vimperk, s.r.o.	29
Tabulka 3: Srovnání tras 3VST – rozvoz materiálu z hlavního skladu.....	33
Tabulka 4: Srovnání tras 3VST – svoz materiálu do hlavního skladu	33
Tabulka 5: Srovnání tras 3VST – rozvoz materiálu z hlavního skladu.....	34
Tabulka 6: Srovnání tras 3VST – svoz materiálu do hlavního skladu	35
Tabulka 7: Převod na kvantitativní kritérium – Druh zboží.....	36
Tabulka 8: Převod na kvantitativní kritérium – Cena	37
Tabulka 9: Převod na kvantitativní kritérium – Reakční doba servisu	38
Tabulka 10: Stanovení vah kritérií - Saatyho metoda	42
Tabulka 11: Úvodní tabulka pro metody vícekritériálního rozhodování	42
Tabulka 12: Metoda váženého součtu - výsledná tabulka.....	43
Tabulka 13: Metoda TOPSIS - výsledná tabulka	44

Seznam vzorců

Vzorec 1: Kriteriaální matice	19
Vzorec 2: Normalizace vah kritérií	20
Vzorec 3: Saatyho matice	22
Vzorec 4: Geometrický průměr řádků Saatyho matice	22
Vzorec 5: Normalizace řádků Saatyho matice	22
Vzorec 6: Převod minimalizačních kritérií na maximalizační kritéria.....	24
Vzorec 7: Vzorec pro standardizovanou kriteriaální matici R.....	24
Vzorec 8: Agregace funkcí celkového užitku	24
Vzorec 9: Normalizace kriteriaální matice.....	25
Vzorec 10: Normalizovaná vážená kriteriaální matice	25
Vzorec 11: Výpočet vzdálenosti jednotlivých variant od ideální varianty.....	25
Vzorec 12: Výpočet vzdálenosti jednotlivých variant od bazální varianty	26
Vzorec 13: Relativní ukazatel vzdálenosti jednotlivých variant od bazální varianty	26

Seznam použitých zkratek

R&S, s.r.o.	Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o.
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
USA	Spojené státy americké
IT	Informační technologie
AGV	Automaticky řízené vozidlo (z angl. Automated guided vehicle)
VAV	Vícekriteriální analýza variant
KLT boxy	Přepravky do 50 kg (z něm. Kleinladungsträger Box)
3VST	Středisko vnitropodnikového transportu R&S závod Vimperk, s.r.o.
SAP	ERP informační systém v R&S závod Vimperk, s.r.o.
LPCS	Informační systém v R&S závod Vimperk, s.r.o.
EUROp	Europalety
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR
SCM	Řízení dodavatelského řetězce (z angl. Supply Chain Management)
MiR	Mobile industrial robots

1 Úvod

Čím dál více se v současné době v souvislosti s velkými nadnárodními podniky mohou lidé setkat s moderními trendy digitalizace a automatizace výroby, které usnadňují jakékoliv firemní procesy. Pochopitelně se jedná o snížení podílu lidské práce na výrobní činnosti firmy. Toto nahrazení se týká především stále se opakujících, či jednoduchých činností v operativní sféře podniku. Jak už tomu tak bývá, tak i automatizace procesů logistiky má své kladné i záporné stránky. Mezi tu kladnou jsou často řazeny tyto důvody např. ulehčení práce zaměstnancům, bezchybnost, bezpečnost a zvýšení výkonu procesu. Zápornou stránku lze spatřit v neschopnosti ovládat proces vlastním myšlením, dle svého názoru, nejlepšího vědomí a svědomí. Dalším negativním aspektem může být nadbytek a propuštění pracovníků. Každá firma, která chce být na trhu konkurenceschopná, musí maximálně uspokojovat požadavky a kritéria svých náročných zákazníků. Proces automatizace přispívá k vylepšení parametrů produktu, k úspoře času, a hlavně ke snížení nákladů na produkci.

Proto tématem této bakalářské práce je využití autonomní techniky ve vimperském závodě firmy Rohde & Schwarz, s.r.o.. Autor práce v uvedeném závodě během minulých let pracoval na různých střediscích, a tak měl možnost poznat hlavní firemní procesy. Díky této zkušenosti dospěl k názoru, že je zapotřebí zautomatizovat některé časově náročné procesy prostřednictvím autonomní techniky, čímž se urychlí doba nezbytně nutná na jejich provedení. V oddělení logistiky, kde je tlak na zefektivnění procesů, se zaměřil na proces vnitropodnikového transportu. Tento proces považuje za jeden z těch, které se v průběhu pár let určitě nahradí autonomní technikou.

1.1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je za pomoci matematických metod vícekriteriálního rozhodování, přesněji vícekriteriální analýzou variant, vybrat vhodnou variantu autonomní techniky pro vnitropodnikový transport ve firmě Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o. Na základě aplikovatelnosti vybraných metod je jako součást práce vytvořen přehled jednotlivých variant pro usnadnění výběru autonomní techniky firmou R&S závod Vimperk, s.r.o.

Autor práce si definoval dílčí cíle v nalezení kompromisní varianty, která v největší možné míře splňuje požadovaná kritéria oddělení logistiky Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o. pro přepravu materiálu z kabelové výroby do hlavního skladu. Součástí práce je i ekonomická analýza kompromisní varianty s autorovým doporučením k realizaci firmě R&S závod Vimperk, s.r.o. a použití obecně platné metodiky při výběru autonomního vozíku.

1.2 Metodika

Hlavního cíle práce je dosaženo následujícím způsobem: v rámci teoretické části práce bude vypracována literární rešerše a konceptualizace sledovaného problému ve vybraném subjektu. Literární rešerše se zaměřuje na tematické oblasti problematiky logistiky a na relevantní metody v rámci metod vícekriteriálního rozhodování.

Vlastní praktická část je zaměřena na představení společnosti, jejich požadavků a kritérií na autonomní techniku. Dále praktická část obsahuje analýzu jednotlivých variant autonomní techniky prostřednictvím modelů vícekriteriálního rozhodování, výběr kompromisní varianty při zohlednění ekonomického hlediska, syntézu v podobě uceleného přehledu variant autonomní techniky a jednotlivých doporučení při jejím výběru. Závěr práce obsahuje zhodnocení získaných výsledků a zhodnocení přínosu práce pro praxi a firmu.

2 Teoretická východiska

V teoretické části práce se autor zabývá moderním trendem průmyslové revoluce, známé jako průmysl 4.0. V návaznosti na to vysvětluje pojem a hlavní podstatu logistiky, zejména autonomní techniky. Podrobněji je rozebráno vícekriteriální rozhodování a jednotlivé metody výběru kompromisní varianty, které budou v praktické části aplikovány.

2.1 Průmysl 4.0

Každá moderní firma či společnost se stále intenzivněji zabývá iniciativou čtvrté průmyslové revoluce, tzv. Průmysl 4.0. Do této iniciativy spadají velké průmyslové inovace a změny, týkající se implementace nových technologií např. do logistiky, obchodu, energetiky a dalších odvětví národního hospodářství. Pokud chce patřit Česká republika mezi konkurenceschopné země celého světa, měla by jednoznačně zachytit tento moderní proud a nezůstat pozadu. Na základě tohoto podnětu již: *„Vláda ČR na svém zasedání dne 24. srpna 2016 schválila Iniciativu Průmysl 4.0, zpracovanou Ministerstvem průmyslu a obchodu, jejímž dlouhodobým cílem je udržet a posílit konkurenceschopnost České republiky v době nástupu tzv. čtvrté průmyslové revoluce.“* (MPO, 2016a).

Hlavním cílem čtvrté průmyslové revoluce je jednoznačně digitalizovat a automatizovat procesy v rámci jednotlivých odvětví průmyslu. Tato opatření v podnicích sníží např. náklady na pracovníka automatizací techniky, usnadní mnohé aspekty přepravy materiálových toků ve firmách atd. (MPO, 2016b, s. 172). Velký důraz bude kladen na kybernetickou bezpečnost, aby se zabránilo případnému úniku interních informací z podniku do vnějšího prostředí (MPO, 2016b, s. 48). Výše uvedený dokument dále zmiňuje příklady novinek čtvrté průmyslové revoluce, např. velká data (tzv. big data), autonomní techniku, velká datová úložiště, senzory, kybernetiku, ale i umělou inteligenci. V souvislosti s tímto novým trendem bude ve firmách zapotřebí velké množství kvalifikovaných pracovníků, kteří budou mít za úkol tyto novinky naprogramovat a správně uvést do chodu moderních podniků tak, aby splňovaly veškeré možné požadavky jak pro zákazníka, tak i pro firmy (MPO, 2016b, s. 56).

Příloha Ministerstva průmyslu a obchodu uvádí, že: „*Vnitropodnikovou logistiku bude možno realizovat s menším počtem dopravních a manipulačních prostředků, což ušetří velké množství zdrojů.*“ (2016b, s. 178). Snahou této průmyslové revoluce je tedy posun produktivity práce na daleko vyšší úroveň, vzniknou tak nová pracovní místa pro kvalifikované pracovníky např. v IT oborech (MPO, 2016b, s. 175).

Pro účely práce by autor rád vyzdvihl zaměření této iniciativy na oblast logistiky. V tomto kontextu je zapotřebí zdůraznit efektivní využívání firemních zdrojů, optimalizaci logistických a přepravních tras za účelem rychlejší reakce na potřeby zákazníků, viz příloha MPO (2016b, s. 61). Příkladem je využití autonomních manipulačních vozíků, které přinesou nemalé úspory času a financí pro vnitropodnikovou logistiku.

2.2 Logistika

Termín logistika představuje významný prvek v integraci materiálových a informačních či kapitálových toků ve výrobních závodech. Důležitým faktorem v logistice je uplatňování systémového myšlení. Jednu z možných charakteristik logistiky, formulovanou B. I. Ghosem, uvádí ve své knize Gros (1993): „*Logistika představuje ekonomický postoj, manažerskou a tvůrčí koncepci, která v podmínkách integrovaného řetězce vytváření přidané hodnoty, v kombinaci se slučitelnou organizační realizací vede k přesné alokaci odpovědnosti za všechny pohyby a zásoby použitých materiálů.*“ (s. 12).

Jako samostatná věda patří Logistika do kategorie celkem mladých vědních disciplín. Její rapidní rozvoj je zaznamenán na počátku padesátých let dvacátého století v USA. Hlavním důvodem tohoto rozvoje byl přechod od orientace z trhu výrobce na trh zákazníka. Maximální uspokojení potřeb zákazníka se stalo hlavním cílem všech výrobních závodů.

Definicí pojmu logistika bylo nalezeno nespočet, za nejkomplexnější však autor práce považuje Sixtovu definici (2009): „*Logistika je řízení materiálového, informačního i finančního toku s ohledem na včasné splnění požadavků finálního zákazníka a s ohledem na nutnou tvorbu zisku v celém toku materiálu. Při plnění potřeb finálního zákazníka*

napomáhá již při vývoji výrobku, výběru vhodného dodavatele, odpovídajícím způsobem řízení vlastní realizace potřeby zákazníka (při výrobě výrobku), vhodným přemístěním požadovaného výrobku k zákazníkovi a v neposlední řadě i zajištěním likvidace morálně i fyzicky zastaralého výrobku.“ (s. 15).

2.3 Autonomní technika

Automated guided vehicle (AGV), znamená v překladu z angličtiny automaticky řízené vozidlo nebo samořídící vozidlo. Ferrari (2018) vidí rostoucí trend v automatizaci vnitropodnikových procesů automatizovanými zařízeními. Tato technologie je podle něho založena na využití automatizovaných vozidel, která manipulují s materiálem a převáží ho z místa na místo v rámci závodu. Dále podotýká, že nasazení autonomních vozíků do vnitropodnikové logistiky, respektive do procesu vnitropodnikového transportu, se jeví jako velice efektivní a napomáhá ke snížení vnitřních nákladů na dopravu (s. 3).

2.4 Vícekriteriální rozhodování

Nejprve je zapotřebí definovat vícekriteriální rozhodování. Například Šubrt et al. (2011) uvádějí, že: *„Modely vícekriteriálního rozhodování zobrazují rozhodovací problémy, v nichž se důsledky rozhodnutí posuzují podle více kritérií. Vícekriteriálnost charakterizuje téměř každou rozhodovací situaci. Zohlednění více kritérií při hodnocení vnáší do řešení problémů obtíže, konflikty, které vyplývají z obecné kontroverznosti kritérií. Kdyby totiž všechna kritéria ukazovala na stejné řešení, stačilo by pro volbu nejvhodnějšího rozhodnutí jediné z nich. Účelem modelů v těchto situacích je buď nalezení „nejlepší“ varianty podle všech uvažovaných hledisek, vyloučení neefektivních variant, nebo uspořádání množiny variant.“ (s. 162).*

Stejného názoru jsou i Sixta a Žižka (2009, s. 205), kteří dále rozdělují úlohy vícekriteriálního rozhodování dle stanovení množiny variant, tj. přípustné varianty, na:

- vícekriteriální analýzu variant, kdy je množina určena konečným výčtem variant,

- vícekriteriální programování, kde je množina přípustných řešení limitována omezujícími podmínkami, které musí být splněny při selekci optimální varianty.

Autor bakalářské práce se dále zabývá pouze vícekriteriální analýzou variant.

2.4.1 Vícekriteriální analýza variant

„Teorie a model vícekriteriální analýzy variant se zabývá problémy, jak vybrat jednu nebo více variant z množiny přípustných variant a doporučit je k realizaci.“ zdůrazňují Šubrt et al. (2011, s. 162) s tím, že by osoba, která rozhodnutí provádí, čili rozhodovatel, měla postupovat maximálně objektivně, k čemuž může využít řadu metod.

Na téže straně pak konstatují, že vícekriteriální analýza sestává z konečného (tj. diskrétního) výčtu variant m , které jsou klasifikovány na základě n kritérií a největším zájmem zainteresovaného rozhodovatele je najít tu variantu, jež je podle všech známých kritérií ta nejlepší, tedy variantu kompromisní. Může také hodnotit varianty vzestupně či sestupně od nejlepší po nejhorší nebo eliminovat neefektivní variantu, tj. takovou, která pro rozhodovací problém už ztratila smysl.

Rozhodovací variantou se rozumí určitá rozhodovací možnost, která může být logicky realizovatelná. Varianty musí být důkladně a věrohodně prověřeny, aby dovedly rozhodovatele k řešení. Hodnocení variant pak následně probíhá podle jednotlivých kritérií. Kritérium je aspekt, kterým se rozhodovací varianta hodnotí, podotýkají Šubrt et al. (2011, s. 163).

Brožová, Houška, Šubrt (2014, s. 6) rozdělují kritéria, mimo jiné i podle kvantifikovatelnosti na:

- kvalitativní (slovní, např. má přepravník požadovanou nosnost ANO x NE),
- kvantitativní (číselné, např. u rychlosti přepravníku 60 km/h).

Další rozdělení kritérií, které Brožová, Houška, Šubrt (2014, s. 5) zmiňují, je podle jejich povahy na:

- maximalizační (nejlepší je ta varianta, která má nejvyšší hodnotu kritéria),
- minimalizační (nejlepší je ta varianta, která má naopak nejnižší hodnotu kritéria).

Základní cíle vícekritériálního rozhodování vyzdvihují ve své publikaci Sixta, Žižka (2009, s. 205 a 206):

- výběr jedné kompromisní varianty, který tvoří východisko pro konečné rozhodnutí. Zpravidla se uplatňuje v případech, kdy rozhodovatele nezajímá pořadí ostatních variant,
- seřazení variant od nejlepší po nejhorší v závislosti na volbě povahy kritéria rozhodovatelem,
- klasifikace variant, kdy jsou jednotlivé varianty rozhodovacího problému rozděleny do různých skupin.

Má-li rozhodovatel již všechna data k dispozici, sestaví z nich tzv. kritériální matici. „Kritériální matice je matice $Y = (y_{ij})$, jejíž prvky tvoří hodnocení i -té varianty podle j -tého kritéria.“ vysvětlují Šubrt et al. (2011, s. 163).

Vzorec 1: Kritériální matice

$$Y = \begin{matrix} & & f_1 & f_2 & \dots & f_n \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_m \end{matrix} & \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{m1} & y_{m2} & \dots & y_{mn} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Zdroj: Šubrt (2011, s. 163)

Autorův vlastní popis kritériální matice:

Y značí název kritériální matice. Písmena a_1 až a_m představují různé alternativy (tj. varianty) rozhodovacího problému. Písmena f_1 až f_n pak hodnotící kritéria daného

rozhodovacího problému. Prvky v matici y_{11} až y_{mn} sdělují slovní či číselné hodnoty daných variant vůči stanovenému kritériu.

2.4.2 Stanovení vah kritérií

Rozhodovatel může považovat některá kritéria za důležitější než ostatní, proto si stanoví váhy relativní důležitosti pro jednotlivá kritéria. Existuje vícero metod přidělení vah kritérií, uvádí Barba Romero (1996, s. 20).

2.4.2.1 Metoda pořadí

Po rozhodovateli je požadováno efektivní seřazení kritérií podle důležitosti od nejdůležitějšího po to nejméně důležité. Nejméně důležité kritérium dostane 1 bod, druhé 2 body až po to nejdůležitější, které obdrží n bodů, udávající počet kritérií. Můžou se zde vyskytnout i stejně důležitá kritéria, která rozhodovatel klasifikuje průměrem z nich. Poté se hodnoty u každého kritéria tzv. normalizují (Barba Romero, 1996, s. 21). Proces normalizace spočívá v tom, že se sečtou body, které dostalo každé kritérium a vydělí se celkovou sumou bodů za všechna kritéria. Tento proces zaručuje, že celkový počet bodů vah všech kritérií dá hodnotu jedna, jak poukazují Šubrt et al. (2011, s. 171). Vzorec pro normalizaci vah kritérií doporučují Šubrt et al. (2011, s. 172), kdy pro j -té kritérium hodnocené b_j body se vypočte jeho váha:

Vzorec 2: Normalizace vah kritérií

$$v_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^n b_j}, j = 1, \dots, n$$

Zdroj: Šubrt (2011, s. 172)

2.4.2.2 Metoda bodovací

Sixta, Žižka (2009, s. 208 a 209) konstatují fakt, že bodovací metoda je velice podobná metodě pořadí. Diference, díky které se obě metody liší, je v přiřazování hodnot různým kritériím. Rozhodovatel má možnost přiřadit každému kritériu bodové ohodnocení od 1 až do 10 podle toho, jak moc je pro rozhodovatele dané kritérium

významné. Tomu významnějšímu pak přiřazuje vyšší hodnotu. Váhu daného kritéria rozhodovatel znovu normalizuje, ale tentokrát jiným způsobem. Sečte veškeré bodové hodnocení pro danou alternativu a tu vydělí součtem celkových sum variant rozhodovacího problému. Pro kontrolu řešení mu musí součet veškerých vah dát znovu hodnotu jedna. (Šubrt et al., 2011, s. 174).

2.4.2.3 Saatyho metoda

Saatyho metoda patří k více vědeckým metodám stanovení vah kritérií. Její princip se zakládá na párovém porovnání všech možných kritérií. (Sixta, Žižka, 2009, s. 211). Stupeň důležitosti rozhodovatel hodnotí podle své preference a také podle důležitosti jednoho kritéria před druhým tzv. Saatyho škálou. Tato škála představuje stupnici od 1 až po 9. Jednička se vždy přidělí kritériím, které mají pro hodnotitele stejnou důležitost. Trojka představuje slabou preferenci jednoho kritéria nad druhým. Pětka udává střední preferenci kritéria. Sedmička určuje silnou preferenci a devítka preferenci absolutní. (Pacheco, Contreras, 2008, s. 51).

Tabulka 1: Saatyho škála

Intenzita	Definice	Vysvětlení
1	rovnocenná preference	Dvě kritéria se stejnou preferencí
3	slabá preference	Rozhodovatel mírně tíhne k určitému kritériu
5	silná preference	Rozhodovatel preferuje jedno kritérium před druhým
7	velmi silná preference	Rozhodovatel více preferuje jedno kritérium před druhým
9	absolutní preference	Rozhodovatel zcela preferuje určité kritérium
2, 4, 6, 8	ostatní preference	Nerozhodnost mezi intenzitami základní stupnice
Reciproké hodnoty	$a_{ij} = 1/a_{ji}$	Hypotéza a princip Saatyho metody

Zdroj: Pacheco, Contreras (2008, s. 51)

Výsledky párových porovnání zanesete řešitel do Saatyho matice $S = (s_{ij})$, vzorec 3.

Vzorec 3: Saatyho matice

$$\mathbf{S} = \begin{pmatrix} 1 & S_{12} & \dots & S_{1n} \\ 1/S_{12} & 1 & \dots & S_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/S_{1k} & 1/S_{12} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Zdroj: Šubrt (2011, s. 175)

„Matice je čtvercová řádu $n \times n$, reciproká, tj. platí, že $s_{ij} = 1/s_{ji}$, a vyjadřuje vlastně odhad podílů vah i -tého a j -tého kritéria. Na diagonále Saatyho matice jsou vždy hodnoty jedna (každé kritérium je samo sobě rovnocenné)“ připomínají Šubrt et al. (2011, s. 175). Výpočet vah kritérií se provádí normalizovaným geometrickým průměrem každého řádku ze Saatyho matice, vzorec 4. Následující vztahy v Sixtově, Žižkové publikaci (2009, s. 212) uvádí normalizovaný geometrický průměr řádku pro každé kritérium, kde kritérium s největší hodnotou je to nejdůležitější a naopak nejnižší hodnota udává nejhorší kritérium. Výsledná suma těchto normalizovaných geometrických průměrů u každé varianty musí dát hodnotu jedna.

Vzorec 4: Geometrický průměr řádků Saatyho matice

$$b_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n s_{ij}}$$

Zdroj: Sixta, Žižka (2009, s. 212)

Váhy kritérií se poté musí normalizovat vzorcem 5.

Vzorec 5: Normalizace řádků Saatyho matice

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$$

Zdroj: Sixta, Žižka (2009, s. 212)

Pro praktickou část je autorem vybrána Saatyho metoda stanovení vah kritérií.

2.4.3 Výběr kompromisní varianty

Kompromisní varianta je jediná varianta doporučená pro řešení problému. „*Pokud není cílem nalézt jedinou variantu řešení, může být vhodným řešením problému nalezení všech neefektivních variant a vyloučení neefektivních variant. Pokud je hledáno právě q variant, je vhodné nalézt uspořádání množiny variant podle jejich vzdálenosti od varianty ideální. V tomto případě nazveme řešením právě prvních q variant podle tohoto uspořádání.*“ vysvětlují Brožová, Houška, Šubrt (2014, s. 7).

Dále uvádějí způsoby, kterými lze kompromisní variantu určit:

- kompromisní varianta je taková varianta, která má největší součet normalizovaných či standardizovaných hodnot ukazatelů. Velmi důležitý je způsob a metody, které preferují různé postupy,
- kompromisní varianta je taková varianta, která má nejkratší možnou vzdálenost k ideální variantě. Vzdálenost ideální a kompromisní varianty je chápána jako kvalita ohodnocení uvedené varianty,
- kompromisní varianta je taková varianta, kterou je možno odvodit na základě párového porovnání hodnot veškerých dvojic variant podle dostupných kritérií (Brožová, Houška, Šubrt, 2014, s. 7).

Jelikož existuje spousta metod pro výběr kompromisní varianty, autor této práce se rozhodl pro takové, které vyberou pouze jednu variantu jako kompromisní. Jsou jimi metoda váženého součtu a metoda TOPSIS.

2.4.3.1 Metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu je příkladem metody funkce užitku. Tento užitek si přeje rozhodovatel vždy maximalizovat. Obecně při aplikaci této metody se postupuje tak, že nejdříve jsou převedena minimalizační kritéria na maximalizační, viz vzorec 6.

Vzorec 6: Převod minimalizačních kritérií na maximalizační kritéria

$$y_{ij} = \max_{i=1, \dots, m} (y_{ij}) - y_{ij}$$

Zdroj: Brožová, Houška, Šubrt (2014, s. 30)

Z tohoto vztahu vyplývá ohodnocení pro každou variantu, o kolik je daná hodnota příslušného kritéria lepší než jeho nejhorší varianta. Transformovaná kritériální matice stále nese označení Y . Dalším krokem je určení ideální varianty H a bazální varianty D s jejich ohodnoceními. Tím je sestavena standardizovaná kritériální matice R , jejíž prvky lze najít pomocí vzorce 7.

Vzorec 7: Vzorec pro standardizovanou kritériální matici R

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j}$$

Zdroj: Brožová, Houška, Šubrt (2014, s. 31)

Tato matice představuje matici hodnot funkcí užitku jednotlivých variant podle zohledněných kritérií. Následně bazální variantu rozhodovatel ohodnotí nulou a ideální variantu jedničkou. Nyní už stačí pouze zagregovat funkci celkového užitku vzorcem 8.

Vzorec 8: Agregace funkcí celkového užitku

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^n v_j r_{ij}$$

Zdroj: Brožová, Houška, Šubrt (2014, s. 31)

Jednotlivé varianty jsou seřazeny sestupně podle výsledných hodnot a varianty s nejvyššími hodnotami považuje řešitel za řešení rozhodovacího problému, celý postup metody uvádějí Brožová, Houška, Šubrt (2014, s. 30 a 31).

2.4.3.2 Metoda TOPSIS

Metoda TOPSIS je metodou, která zohledňuje vzdálenost variant od ideální a bazální varianty. Postup této metody vystihují Šubrt et al. (2011, s. 192 a 193). Prvním krokem je normalizace kritériální matice $R = (r_{ij})$, viz vzorec 9.

Vzorec 9: Normalizace kritériální matice

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^p y_{ij}^2}}$$

Zdroj: Šubrt (2011, s. 193)

Jako vektory jednotkové délky se v této fázi normalizace považují sloupce matice R . Následovat bude výpočet normalizované kritériální matice $W = (w_{ij})$ s jednotlivými vahami, vzorec 10.

Vzorec 10: Normalizovaná vážená kritériální matice

$$w_{ij} = v_j r_{ij}$$

Zdroj: Šubrt (2011, s. 193)

Stanoví se ideální varianta H (tj. nejlepší) a bazální varianta D (tzn. nejhorší). K dalšímu kroku je zapotřebí vypočítat vzdálenost od ideální varianty H , vzorec 11.

Vzorec 11: Výpočet vzdálenosti jednotlivých variant od ideální varianty

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - h_j)^2}$$

Zdroj: Šubrt (2011, s. 193)

To samé je nutno aplikovat pro bazální variantu, vzorcem 12.

Vzorec 12: Výpočet vzdálenosti jednotlivých variant od bazální varianty

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - d_j)^2}$$

Zdroj: Šubrt (2011, s. 193)

Relativní ukazatele vzdáleností jednotlivých variant od bazální varianty udává vzorec 13.

Vzorec 13: Relativní ukazatel vzdálenosti jednotlivých variant od bazální varianty

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$$

Zdroj: Šubrt (2011, s. 193)

Tyto vypočtené hodnoty se pohybují v intervalu od 0 do 1, kde hodnota 0 symbolizuje bazální variantu a hodnota 1 variantu ideální. Výsledné varianty jsou seřazeny sestupně dle výsledných hodnot a za řešení problému je považována varianta s nejvyšší hodnotou ocenění.

3 Vlastní práce

V praktické části bakalářské práce je popsán koncern Rohde & Schwarz, s.r.o., konkrétně jeho výrobní závod ve Vimperku. Poté je představeno oddělení logistiky v autorem vybraném závodě, detailněji je popsán proces vnitropodnikového transportu, ve kterém se nejčastěji autonomní technika využívá. Po provedení analýzy současného stavu vnitropodnikového transportu, kterou práce taktéž obsahuje, autor navrhuje změny v tomto procesu s využitím autonomní techniky. Posléze je nezbytné stanovit nejdůležitější kritéria pro výběr autonomní techniky. Dále jsou zmíněni jednotliví možní dodavatelé nejvhodnějšího řešení pro výše uvedenou firmu. Po aplikaci metod vícekritériálního rozhodování o definovaném rozhodovacím problému bude nalezení výsledné kompromisní varianty.

3.1 Charakteristika vybrané společnosti

Společnost Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o. si autor bakalářské práce vybral z důvodu výborných osobních zkušeností a přístupu vedení k zaměstnancům během působení ve firmě v rámci letních brigád na středisku nákupu, příjmu a oddělení správy budov v uplynulých letech. Proto společnost v krátkosti představí. Součástí přílohy 1 je logo a letecký snímek firmy.

3.1.1 Historie společnosti

Začátky působnosti firmy Rohde & Schwarz, s.r.o. se dle oficiálních firemních internetových stránek datují k roku 1933, kdy byla firma založena Dr. Lotharem Rohdem a Dr. Hermannem Schwarzem v bavorském Mnichově. Tito dva páni doktoři vyvinuli první měřicí přístroj a založili "Fyzikálně – technickou vývojovou laboratoř", která byla schopna jako jediná v té době dodávat na trh špičkovou měřicí techniku. Díky neustále se zvyšující poptávce se z malé firmy stal závod, který postupem času ve 40. letech dvacátého století rozšířil nabídku svých výrobků o radiokomunikační zařízení, včetně přístrojů pro monitoring rádiového spektra a radiolokaci. V té době firma zaměstnávala okolo čtyřiceti lidí. V období druhé světové války se počet navýšil na dvě stě zaměstnanců.

V roce 1944 vznikl závod v Memmingenu, který se soustředil výhradně na montáž přístrojů a pájení. Po druhé světové válce vzrostl zájem o výrobky R&S i v zahraničí, a proto firma v padesátých letech minulého století exportovala jednu třetinu své celkové produkce měřících přístrojů do různých zemí světa. Společnost kontinuálně rozšiřovala svůj sortiment, udávala světový trend ve vývoji nových komunikačních technologií, kam patří zejména přístroje pro rozhlasové vysílací stanice a měření oscilografie. Dalším milníkem byl pro firmu rok 1969, kdy byl otevřen závod v Teisnachu.

Po roce 1980 byla nahrazena mezinárodní síť obchodních zástupců vlastními dceřinými společnostmi a servisními středisky, nejdříve v rámci Evropy a pak i po celém světě. Ve druhé polovině devadesátých let 20. století se společnost zaměřila na trhy telekomunikačních technologií, digitálního rozhlasu a bezpečnosti dat. A tak se z malé výzkumné laboratoře stal jeden z největších světových dodavatelů testovací a měřicí techniky, komunikačních zařízení, aj.

V současnosti koncern zajišťuje služby a prodej prostřednictvím více než padesáti sedmi dceřiných společností a disponuje kanceláři ve více než stech zemích po celém světě. Nedávno byly otevřeny pobočky v Malajsii a Singapuru. Firma zaměstnává přes devět tisíc zaměstnanců po celém světě. Centrála koncernu sídlí v německém Mnichově, hlavní výrobní závody se nachází v Memmingenu (od roku 1944) a Teisnachu (od roku 1969). Z celé dosavadní historie koncernu R&S, s.r.o. stojí mimo jiné za zmínku březen roku 2001, kdy byl oficiálně založen první výrobní závod mimo území Německa, a to v jihočeském Vimperku. Celá historie je dohledatelná na webových stránkách firmy.

3.1.2 Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o.

Závod Vimperk se zabývá výrobou systémů pro radiokomunikaci, radiomonitorovacích systémů, testovací a měřicí techniky, televizní a rozhlasové vysílací techniky, včetně zajištění bezpečnosti informací, jak uvádějí internetové stránky firmy.

Tabulka 2: Základní data R&S závod Vimperk, s.r.o.

Základní data	
Založení závodu	26. března 2001
Rozloha závodu	42 000 m ²
Výrobní plocha	40 500 m ²
Počet zaměstnanců	770

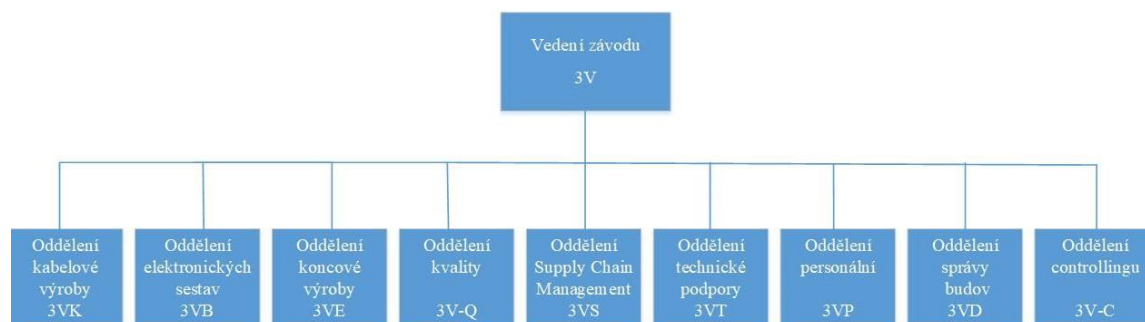
Zdroj: Webové stránky firmy (dostupné 15.11.2019), vlastní zpracování, 2019

Hierarchické uspořádání společnosti, speciálně pak závodu ve Vimperku, je tvořené nejužším vedením závodu, jednotlivými odděleními a jednotlivými středisky.

Nejužší vedení tvoří jednatel závodu, který dohlíží na chod organizace jako celku a zastupuje závod navenek. Každý rok prezentuje výsledky závodu na valné hromadě, která se koná v centrále koncernu v bavorském Mnichově. Jednatel úzce spolupracuje s prokuristy, kteří se spolupodílí na vedení firmy a podepisují důležité smlouvy.

Dalším stupněm organizační struktury vimperského závodu jsou jednotlivá oddělení, která jsou znázorněna na obrázku 1.

Obrázek 1: Organizační struktura Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o.



Zdroj: Interní dokument Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o., úprava vlastní, 2019

Kabelová výroba produkuje špičkové kabely pro přístroje jako meziprodukt. Oddělení elektronických sestav má na starosti osazování desek plošných spojů. Koncová výroba sestavuje finální produkt, který je nabízen zákazníkovi. Oddělení kvality dohlíží na to, aby byly všechny výrobky vysoké kvality a splňovaly mezinárodně uznávané standardy ISO. Pod oddělení SCM spadá veškerý pohyb materiálu a zboží v závodě, jak

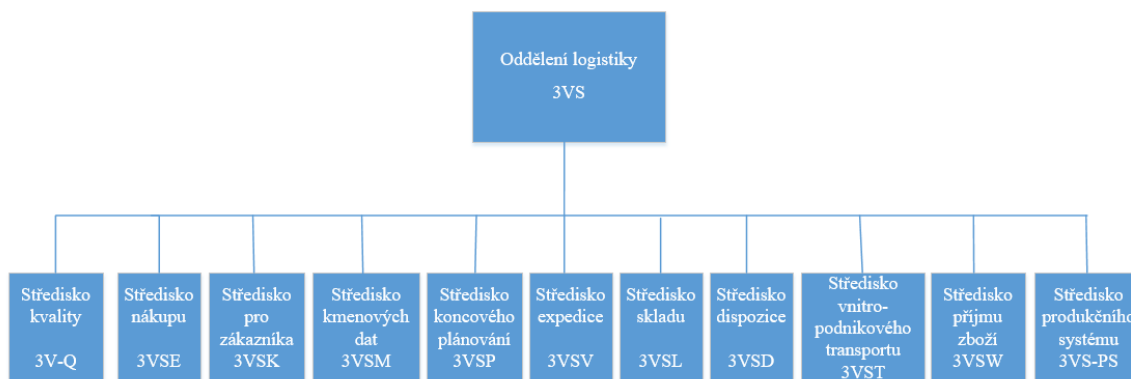
vnitropodnikový transport uvnitř firmy, tak i transport mezi závody neboli od dodavatele přes R&S závod Vimperk, s.r.o. ke konečnému spotřebiteli. Oddělení technické podpory zajišťuje zpracování změn finálního výrobku a zavedení nových produktů. Personální oddělení se zabývá lidskými zdroji a marketingem. Oddělení správy budov zabezpečuje veškeré revize, opravy budov a zařízení, které jsou nutné pro bezproblémové fungování závodu. Oddělení controllingu se zabývá kontrolou v rámci podnikových aktivit.

3.1.3 Oddělení logistiky

Toto oddělení se zabývá správou a řízením dodavatelského řetězce, pro nějž se převzal název z anglického termínu Supply Chain Management, ve zkratce SCM.

Logistika ve vimperském závodě R&S, s.r.o. je, tak jako v každém podniku, jedním z nejdůležitějších podpůrných oddělení pro výrobu. Představuje veškerou posloupnost materiálových toků a informací, které se pohybují od dodavatelů přes výrobní podnik až ke konečnému zákazníkovi. Mezi základní procesy tohoto oddělení patří např. organizace, plánování, řízení a důkladná kontrola všech logistických činností.

Obrázek 2: Hierarchické uspořádání oddělení logistiky



Zdroj: Interní dokument Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o., úprava vlastní, 2019

Středisko plánování se zabývá prognózováním struktury a velikostí budoucích požadavků konečného zákazníka, konkrétně analýzou dosavadní a budoucí poptávky. Středisko nákupu provádí nákup materiálů, ze kterých je vytvářen konečný produkt, anebo ostatních materiálů (náhradní díly, kancelářské potřeby, ochranné pracovní pomůcky, aj.). Středisko pro zákazníka komunikuje se zákazníkem ohledně termínů dodávek a zastupuje zájmy zákazníka ve firmě. Správu kmenových dat každého

materiálového čísla, které se vyrábí v závodě, zabezpečuje středisko kmenových dat. Koncové plánování má za úkol správné nastavení výrobních dokumentací (výkresy, kusovníky, plán zakázek a časové normy). Středisko expedice tvoří spojovací článek mezi výrobou a zákazníkem s cílem dodání výrobku včas v nepoškozeném stavu a v požadovaném množství. Středisko skladu řídí zásoby v různých podobách (náhradní díly, obaly, rozpracované výrobky, atd.). Středisko dispozice zahrnuje plánování výroby, čili zadávání úkolů do výroby formou výrobních zakázek a řízení průběhu výroby včetně kapacitního plánování. Středisko vnitropodnikového transportu zabezpečuje převoz veškerého materiálu uvnitř závodu dle požadavků ostatních středisek. Středisko příjmu zboží je zkontrolován veškerý nakoupený materiál, který vstoupí do firmy. Středisko produkčního systému R&S závod Vimperk, s.r.o. nastavuje a spravuje materiálový tok v rámci celé firmy při využití nástrojů štíhlé výroby.

3.2 Proces vnitropodnikového transportu

Středisko vnitropodnikového transportu patří v R&S závod Vimperk, s.r.o. pod oddělení SCM. V následující kapitole práce je zanalyzován současný stav, podrobnější organizace procesu, druh přepravovaného zboží, aktuální trasy, vstupní a výstupní body. V návaznosti na provedenou analýzu současného stavu autor práce navrhuje změny v procesu 3VST zavedením automatizace.

3.2.1 Současný stav procesu vnitropodnikového transportu

Středisko vnitropodnikového transportu ve vimperském závodě zajišťuje převoz materiálu z určitého místa na cílovou pozici uvnitř podniku. V současné době používá vnitropodnikový transport ve Vimperku techniku od společnosti Jungheinrich. Jedná se o tři tažné vozíky typu EZS 130, příloha 2. Tento typ tahače je charakteristický malou šířkou, 600 mm, který se používá pro jízdu v úzkých uličkách. Tahač je určený pro tažení přívěsů s nákladem do 3 000 kg. Od výrobce je speciálně vybaven spřahacím zařízením, automatickou parkovací brzdou a monitorem se zaintegrováním počítačem. Pro lepší pohodlí a bezpečnost obsluhy je vybaven mimo jiné i nízkou nástupní plošinou pro nastoupení či vystoupení a ergonomickým opěradlem. Bezpečnou jízdu zajišťují automatické kontrolní mechanismy curveCONTROL a speedCONTROL. Systém

curveCONTROL automaticky zpomalí tahač při průjezdu zatáčkou a systémem speedCONTROL se nastavuje maximální rychlost.

Samotný proces 3VST spočívá v tom, že každý transportník obsluhuje předem určenou pevnou trasu. Podle potřeby zapřáhne za tahač jeden či více policových nebo paletových vozíků. Na monitoru integrovaného počítače může transportník sledovat, které materiály je potřeba přemístit z místa X do místa Y a kolik na to má času. Následně vyjíždí na svoji trasu, kde materiál manuálně odebírá z výstupních bodů, fyzicky jej přemísťuje na zapřažený vozík a vše sváží do hlavního skladu. Celý proces současně naskenuje i do programu LPCS, do kterého transportník eviduje veškerý pohyb materiálu z místa na místo. V praxi toto znamená, že pomocí mobilní čtečky naskenuje čárový kód materiálu a poté čárový kód pozice, na kterou materiál předává. Tento záznam je pak uložen v již zmíněném programu a tím je i snáze dohledatelný.

V hlavním skladu se překládají svezené materiály do centrálního regálu pro jednotlivé trasy tak, aby se materiál přepravil na konečnou skladovou pozici dle svého označení. Po roztrídění veškerého svezeného materiálu vyjíždí transportník opět na svou trasu, a takto pokračuje po celou pracovní dobu, mimo přestávky na svačinu nebo oběd. Tým vnitropodnikového transportu pracuje na dvě směny a je složen ze šesti transportníků, z toho tři pracují na ranní směně a tři na odpolední směně, jednoho řešitele a týmového vedoucího. Přesný popis této činnosti je uveden v organizačním dokumentu, jehož část, nejdůležitější pro tuto práci, je přílohou 2.

Vnitropodnikový transport převáží vše od malých dílů uložených ve standardizovaných přepravkách (tzv. KLT boxech) až po rozměrné díly na europaletách. Veškerý obalový materiál je antistatický tak, aby nedocházelo k elektrostatickým výbojům mezi obalem a materiálem. Ochrana elektronických součástí před elektrostatickým výbojem se nazývá ESD a je podrobně rozpracovaná v normách ČSN EN 61340-5-1.

Celý závod Vimperk je z hlediska vnitropodnikové dopravy rozčleněn do tří stálých tras vnitropodnikového transportu, které jsou schopny obsloužit všechna střediska

a oddělení. Tyto trasy jsou navrženy tak, aby co nejméně zatěžovaly výtah a zároveň byly všechny rovnoměrně vytiženy. Všechny haly, vstupní body, výstupní body a pozice po celém závodu jsou značeny podle vnitropodnikové směrnice „Standardizace značení ve 3V“, která je přílohou 2. Každá trasa začíná vždy v hlavním skladu, který vyskladňuje materiály na pozice ve výrobních linkách. Na rozhraní procesu skladu a transportu se nachází výstupní bod ve formě velkého regálu, viz příloha 2, který je rozdělen na tři části tak, jako závod na tři trasy. Skladníci dle konečné pozice rozřídí materiál na jednotlivé trasy tak, že předají materiál do konkrétní části regálu.

Pro nalezení ideálního řešení zavedení autonomní techniky je nutné porovnat jednotlivé trasy vnitropodnikového transportu.

Tabulka 3: Srovnání tras 3VST – rozvoz materiálu z hlavního skladu

Trasa	Patro	Výtah	Rozvoz materiálu z hlavního skladu	Druh materiálu
č. 1	hlavní sklad	nepoužívá	1 x vstup kabelové výroby	materiál v KLT boxech
č. 2	1. patro	používá	regály koncové výroby	materiál v KLT boxech
	2. patro		1 x vstup výroby osazování desek	přístroje zabalené v krabicích
č. 3	2. patro	používá	regály koncové výroby	přístroje zabalené v krabicích
	3. patro		1 x vstup práškové lakovny	materiál na paletách

Zdroj: Vlastní zpracování, 2020

Tabulka 4: Srovnání tras 3VST – svoz materiálu do hlavního skladu

Trasa	Patro	Výtah	Svoz materiálu do hlavního skladu	Druh materiálu
č. 1	hlavní sklad	nepoužívá	3 x výstup kabelové výroby	materiál v KLT boxech
č. 2	1. patro	používá	4 x výstup koncové výroby	materiál v KLT boxech
	2. patro		1 x výstup výroby osazování desek	přístroje zabalené v krabicích
č. 3	2. patro	používá	1 x výstup koncové výroby	přístroje zabalené v krabicích
	3. patro		1 x výstup práškové lakovny	materiál na paletách

Zdroj: Vlastní zpracování, 2020

3.2.2 Navrhovaná změna procesu vnitropodnikového transportu

Zavedení automatizace prostřednictvím autonomní techniky do vnitropodnikového transportu s sebou samozřejmě přináší nutnost změny organizace procesu samotného, musí dojít ke změně tras, nabíjecího místa, vstupních a výstupních bodů.

V testovací fázi nově navrhované změny autor doporučuje:

- přesný čas startu jednotlivých jízd autonomního vozíku,
- prozatímní manuální vyslání vozíku na trasu z důvodu seznámení se s činností implementované techniky,
- eliminaci využití výtahu tak, aby se vozík pohyboval jen po jednom patře,
- pevně určenou trasu vozíku.

Autor na základě analýzy jednotlivých tras a v návaznosti na výše uvedená doporučení navrhuje pro testovací fázi využít částečně trasu č.1, tabulka 5 a 6 (nepoužívá se výtah, pouze hromadné vstupy pro jeden typ výroby – kabelová výroba).

Tabulka 5: Srovnání tras 3VST – rozvoz materiálu z hlavního skladu

Trasa	Patro	Výtah	Rozvoz materiálu z hlavního skladu	Druh materiálu
č. 1	hlavní sklad	nepoužívá	3 x vstup kabelové výroby	materiál v KLT boxech
			regály koncové výroby	materiál na paletách
č. 2	1. patro	používá	regály koncové výroby	materiál v KLT boxech
	2. patro		1 x vstup výroby osazování desek	přístroje zabalené v krabicích
č. 3	2. patro	používá	regály koncové výroby	přístroje zabalené v krabicích
	3. patro		1 x vstup práškové lakovny	materiál na paletách

Zdroj: Vlastní zpracování, 2020

Tabulka 6: Srovnání tras 3VST – svoz materiálu do hlavního skladu

Trasa	Patro	Výtah	Svoz materiálu do hlavního skladu	Druh materiálu
č. 1	hlavní sklad	nepoužívá	3 x vstup kabelové výroby	materiál v KLT boxech
			1x výstup koncové výroby	materiál na paletách
č. 2	1. patro	používá	4 x výstup koncové výroby	materiál v KLT boxech
	2. patro		1 x výstup výroby osazování desek	přístroje zabalené v krabicích
č. 3	2. patro	používá	1 x výstup koncové výroby	přístroje zabalené v krabicích
	3. patro		1 x vstup práškové lakovny	materiál na paletách

Zdroj: Vlastní zpracování, 2020

Autor práce navrhuje přesný čas startu jednotlivých jízd autonomního vozíku přesně každou půlhodinu. Za tuto dobu je vozík schopen obsloužit svoji trasu. AGV začne svoji trasu vyzvednutím naloženého KLT boxu v prostorách hlavního skladu materiálem pro výrobu, který odveze na vstupní bod kabelové výroby. Ze vstupního bodu kabelové výroby odveze jiný KLT box, zcela prázdný, na výstupní bod, kam pracovníci kabelové výroby vkládají hotové zakázky k naskladnění. Z tohoto výstupního bodu odváží tento KLT box pro naskladnění do hlavního skladu. Po vyznačené trase, viz příloha 3 se bude pohybovat až do signálu k nabití baterie.

Autor práce doporučuje umístit nabíjecí stanici pro autonomní techniku u vjezdu do haly hlavního skladu, viz příloha 3. Navrhované místo splňuje bezpečnostní požadavky ČSN EN 50272-1 (364380) pro akumulátorové baterie a akumulátorové instalace. Zde bude mít vozík své místo, odkud bude pravidelně startovat na svou trasu. V průběhu jeho práce bude v softwarovém programu vidět stav baterie. Při poklesu stavu baterie pod minimální hranici se znovu samovolně vrátí do dokovací stanice a začne se nabíjet. Při maximálním nabití znovu vyráží rozvážet materiál na svou trasu a celý proces se opakuje. Vstupní a výstupní body jsou vyznačeny na mapce tras, viz příloha 3. Autonomní vozík bude převážet pouze KLT boxy určité hmotnosti a velikosti, které jsou dané bezpečnostními pravidly firmy.

Autor práce při výběru techniky zohledňuje i fakt, že v případě budoucí plné automatizace všech tras vnitropodnikového transportu bude zapotřebí použití výtahu a následnou integraci autonomní techniky na firemní manažerské systémy SAP nebo LPCS tak, aby se vozík stal zcela autonomním, využitelným i pro tříčlenný provoz.

3.3 Kritéria výběru autonomní techniky

Po odborné konzultaci se zástupcem oddělení logistiky R&S ve Vimperku stanovuje autor kritéria výběru autonomní techniky pro vimperský závod, na jejichž základě doporučí nejvhodnější model autonomního vozíku.

- **Druh přepravovaného zboží autonomní technikou**

Drtivá většina přepravovaného materiálu se i nadále bude převážet v KLT boxech různých velikostí, viz příloha 4. V rámci vnitropodnikového transportu se taktéž pro převoz na trasách výjimečně použijí europalety (EUROp). Při výběru autonomní techniky je zapotřebí uvažovat s oběma výše uvedenými způsoby přepravy i do budoucna, kdy autonomní vozík bude využit i pro ostatní trasy ve vimperském závodě. Toto kvalitativní kritérium je převedeno na kvantitativní následující tabulkou 7.

Tabulka 7: Převod na kvantitativní kritérium – Druh zboží

	Druh zboží	Převod
MiR 500	KLT + EUROp	10
ERC 215a	EUROp	6
OEM LD-250	KLT	8
Carey	KLT	8
Povaha kritéria		MAX

Zdroj: Vlastní zpracování, 2020

- **Nosnost přepravovaného zboží autonomní technikou**

Požadovaná nosnost pro výběr autonomní techniky byla autorem práce stanovena na minimálně 200 kg. Zde autor uvažuje pragmaticky v případě převozu objemnějšího

nákladu. Málo objemný materiál se lehce přepraví bez závažnějších problémů. Kritérium nosnosti musí být tedy maximalizační povahy.

- **Cenová relace autonomní techniky**

Objem peněz vydaný na jakoukoliv investici v podniku stanovuje podnikový rámec investic, který byl schválen valnou hromadou společnosti v Mnichově. Jedná se o pravidla schvalování a stanovení přesných částek, které musí být dodrženy pro získání investice. Rámec udává, že do 50 000 € (cca. 1 250 000 Kč) investici schvaluje ředitel závodu, od 50 000 do 500 000 € (cca. 1 250 000 – 12 500 000 Kč) je investice schvalována oblastním ředitelem v Mnichově a investice nad 500 000 € (cca. nad 12 500 000 Kč) musí být potvrzena ředitelem celého koncernu. Cenová relace z hlediska kritériálního by měla být co nejnižší. Dodavatelé totiž určují cenu pro R&S Vimperk, s.r.o. na míru, a proto musí tyto informace zůstat utajeny. Následující tabulka udává převod kritéria na kvantitativní, tabulka 8.

Tabulka 8: Převod na kvantitativní kritérium – Cena

	Cena (€)	Převod
MiR 500	první	10
ERC 215a	třetí	3
OEM LD-250	druhá	5
Carey	čtvrtá	1
Povaha kritéria		MAX

Zdroj: Vlastní zpracování, 2020

- **Doba provozu autonomní techniky**

Pracovníci vnitropodnikového transportu pracují na dvě směny, tj. ranní a odpolední. Nově navrženým procesem byla navržena doba provozu vozíku jako nepřetržitá. Charakter kritéria je maximalizační. Autonomní vozík by měl pracovat co možná nejdéle dobu i s ohledem na časy nabíjení baterie.

- **Doba nabíjení baterie autonomní techniky**

Doba, za kterou by se autonomní vozík měl nabít, musí být co možná nejkratší, tj. minimální. Pro chod procesu vnitropodnikového transportu je zásadní, aby vozík pracoval co nejdéle až do signalizace nabíjení. Poté se krátkou dobu nabíjel a mohl znovu vyjet na trasu.

- **Reakční doba servisu**

Závod R&S Vimperk, s.r.o. požaduje po dodavateli autonomní techniky garanci servisu a opravy do 24 hodin. Tuto skutečnost bere jako reakční dobu servisu. Oddělení logistiky považuje za výhodu umístění servisního střediska v České republice v případě výskytu závažnějších problémů. Těmito požadavky se snaží firma zamezit ohrožení chodu svých procesů. Slovní kritérium bylo převedeno na číselné, tabulka 9.

Tabulka 9: Převod na kvantitativní kritérium – Reakční doba servisu

	Reakční doba servisu	Převod
MiR 500	ano	10
ERC 215a	ano	10
OEM LD-250	ano	10
Carey	ne	1
Povaha kritéria		MAX

Zdroj: Vlastní zpracování, 2020

3.4 Dodavatelé autonomní techniky

Ze všech v úvahu připadajících dodavatelů autonomní techniky jsou vybráni čtyři, kteří splňují kriteriální požadavky vedení vimperského závodu. Tito dodavatelé jsou v této části stručně charakterizováni a u každého z nich autor vybírá nejvhodnější model autonomní techniky.

3.4.1 Dodavatel č. 1 - Amtech, spol. s r.o.

Podle svých internetových stránek byla tato firma založena v roce 1993 a v průběhu let se vypracovala z dodávek jednotlivých technologických zařízení

až ke komplexním dodávkám technologií a materiálů pro elektroniku světové úrovně. Kromě hlavní činnosti zajišťuje i následný servis, poradenství a technickou podporu svých řešení a výrobků. V internetové nabídce firmy jsou uvedeny i autonomní mobilní roboty společnosti Mobile Industrial Robots (MiR) distribuované v České republice a na Slovensku. Tito automatizovaní roboti jsou určeni pro zefektivnění logistických operací v rámci procesů vnitropodnikového transportu.

Za zmínku stojí fakt, že autonomní mobilní robot je složený z mnohem pokročilejších technologií než AGV a současně jde o mnohem levnější investici. V současné době MiR autonomní vozíky rapidně expandují do řady zemí celého světa (např. Dánsko, Španělsko, Německo, Čína, Singapur a dalších).

- **Autorem vybraný model od firmy Amtech, spol. s r.o.**

Z celého portfolia, které firma Amtech, s.r.o. nabízí na svém webu, je pro firmu Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o. nejvhodnějším typem MiR 500. Instalace probíhá velice rychle a snadno, aniž by bylo nutno měnit rozvržení pracoviště. Slouží pro vnitropodnikový transport těžkých břemen v KLT boxech a na EU paletách, se kterými manipuluje dle potřeby zadání uživatelem. Hmotnost nákladu, který může být převážen, je maximálně 500 kg. Hmotnost vozíku bez zátěže je 250 kg a nákladová plocha měří 1300 x 900 mm. Baterie vozíku MiR 500 vydrží v provozu 8 hodin. Doba nabíjení baterie z nabíjecí stanice trvá jednu hodinu. Přes kabelový konektor trvá doba nabíjení dvě hodiny. Dodavatel poskytl firmě R&S Vimperk, s.r.o. nejnižší cenovou nabídku ze všech čtyř oslovených dodavatelů AGV.

3.4.2 Dodavatel č. 2 – Jungheinrich AG

Firma Jungheinrich AG sídlí v německém Hamburku. Je jedním z předních dodavatelů řešení v oblasti vnitropodnikové logistiky s více jak šedesátiletými zkušenostmi na světovém trhu. Společnost zaměstnává okolo 16 000 zaměstnanců ve 39 zemích po celém světě. Pro český trh funguje centrála v Modleticích u Prahy. Mezi produkty, které Jungheinrich nabízí na internetových stránkách, patří manipulační technika, baterie, nabíječky, komponenty, regály, zakázková výroba, bezdrátový přenos

dat a automatické systémy. Součástí automatizovaných systémů jsou automatické vozíky, řízené inteligentním softwarem.

- **Autorem vybraný model od firmy Jungheinrich AG**

Z celé řady AGV vozíků autor vybral nejvhodnější automatizovaný tahač ERC 215a. Tento tahač může táhnout přívěs o nosnosti až 1 500 kg. Může převážet jak KLT boxy, tak i europalety. Cenová nabídka, která je hodnocena jako třetí nejnižší, obsahuje rovněž i dobu provozu osm hodin a dobu nabíjení dvě hodiny. Servis do 24 hodin v rámci České republiky není pro firmu Jungheinrich problémem.

3.4.3 Dodavatel č. 3 – Omron Electronics spol. s r.o.

Firma Omron působí na trhu od roku 1933 a považuje se za průkopníka v oblasti inovací. Vyrábí snímací a řídicí zařízení, elektronické součástky, automobilovou elektroniku, aj. Zaujímá čelní postavení v oboru průmyslové automatizace a působí ve 117 zemích po celém světě. Své zastoupení má firma v ČR, v Praze 7 v Jankovcově ulici. Všechny tyto informace jsou dostupné na webových stránkách společnosti.

- **Autorem vybraný model od firmy Omron Electronics spol. s r.o.**

Nabízené portfolio produktů, které firma Omron Electronics na svých internetových stránkách nabízí, se týká hlavně průmyslové automatizace. Nabízí autonomní roboty OEM LD-60, OEM LD-90 a OEM LD-250. Autor práce doporučuje R&S Vimperk, s.r.o. vybrat z této nabídky model OEM LD-250. Tento typ autonomní techniky uveze pouze KLT boxy do 250 kg. Cenově je druhým nejlevnějším modelem. V provozu může být až 15 hodin, s dobou nabíjení 6 hodin. Reakční dobu servisu do jednoho dne firma splňuje.

3.4.4 Dodavatel č. 4 – DS Automotion GmbH

Společnost DS Automotion GmbH je podle svých webových stránek mezinárodním poskytovatelem dopravních systémů bez řidiče. Usiluje díky inovacím o zlepšení efektivity a konkurenceschopnosti vlastních produktů. V České republice

podnik nemá zastoupení, nejbližší se nachází v rakouském Astenu. Základním produktem firemního portfolia jsou bezpilotní, autonomně fungující vozidla s přidruženými systémy.

- **Autorem vybraný model od firmy DS Automotion GmbH**

Ze všech produktů, které firma nabízí, autor navrhuje firmě R&S typ autonomního vozíku Carey. Tento AGV vozík uveze náklad do 500 kg. Jeho nákladem mohou být jen KLT boxy. Doba nabíjení trvá osm hodin a v provozu může být až dvanáct hodin. Je to nejdražší model ze všech čtyř oslovených dodavatelů. Reakční doba servisu není splněna, protože firma nemá zastoupení v České republice.

3.5 Stanovení vah kritérií

Váhy kritérií lze stanovit metodou pořadí, metodou bodovací nebo Saatyho metodou. Jak již autor zmínil v teoretické části, vzhledem k rozsahu bakalářské práce, budou váhy kritérií stanoveny pouze Saatyho metodou.

3.5.1 Saatyho metoda

Všechna kritéria ohodnotil autor práce párovým porovnáním na základě Saatyho škály preferencí, dle tabulky 1. Se zástupcem oddělení SCM autor prokonzultoval pořadí daných kritérií, které bylo nastaveno sestupně dle výsledných hodnot takto: druhy přepravovaného zboží, reakční doba servisu, nosnost a doba provozu, cena, doba nabíjení, jak je vypočteno v tabulce 10.

Tabulka 10: Stanovení vah kritérií - Saatyho metoda

	Druh zboží	Nosnost	Cena	Doba provozu	Doba nabíjení	Reakční doba	Geom. průměr	Váhy kritérií
Druh zboží	1	5	7	5	9	3	4,0964	0,46
Nosnost	1/5	1	3	1	5	1/3	1,0000	0,11
Cena	1/7	1/3	1	1/3	3	1/5	0,4604	0,05
Doba provozu	1/5	1	3	1	5	1/3	1,0000	0,11
Doba nabíjení	1/9	1/5	1/3	1/5	1	1/7	0,2441	0,03
Reakční doba	1/3	3	5	3	7	1	2,1720	0,24
Suma							8,9729	1,00

Zdroj: Vlastní zpracování, 2020

3.6 Aplikované metody vícekritériálního rozhodování

V této části práce jsou vědecké metody vícekritériální analýzy aplikované na konkrétní případ výběru autonomní techniky pro oddělení SCM Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o. Z širokého spektra metod vícekritériálního rozhodování autor vybral metodu váženého součtu a metodu TOPSIS. Vybrané metody vždy vychází z úvodní tabulky 11, která je základem pro aplikaci vícekritériálního rozhodování.

Tabulka 11: Úvodní tabulka pro metody vícekritériálního rozhodování

	Druh zboží	Nosnost (kg)	Cena (€)	Doba provozu (h)	Doba nabíjení (h)	Reakční doba servisu
MiR 500	10	500	10	8	10	10
ERC 215a	6	1 500	3	8	8	10
OEM LD-250	8	250	5	15	6	10
Carey	8	500	1	12	8	1
Váhy kritérií	0,46	0,11	0,05	0,11	0,03	0,24
Povaha kritéria	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX

Zdroj: Vlastní zpracování, 2020

3.6.1 Metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu vychází z úvodní tabulky 11. Autor práce znormalizoval kritériální matici a současně zohlednil váhy kritérií. Dále hledal variantu, která má nejvyšší součet užiteků ze všech kritérií, za pomoci vzorců 6, 7 a 8. Výsledné hodnoty jednotlivých variant řešeného problému jsou patrné ve sloupci w.

Tabulka 12: Metoda váženého součtu - výsledná tabulka

	Druh zboží	Nosnost (kg)	Cena (€)	Doba provozu (h)	Doba nabíjení (h)	Reakční doba servisu	w
MiR 500	1	0,20	1	0	1	1	0,7994
ERC 215a	0	1	0,220	0	0,500	1	0,3784
OEM LD-250	0,5	0	0,444	1	0	1	0,6046
Carey	0,5	0,20	0	0,57	0,500	0	0,3278
Váhy kritérií	0,46	0,11	0,05	0,11	0,03	0,24	
Povaha kritéria	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	
H (ideální varianta)	10	1 500	10	15	10	10	
D (bazální varianta)	6	250	1	8	6	1	
 H-D 	4	1 250	9	7	4	9	

Zdroj: Vlastní zpracování, 2020

3.6.2 Metoda TOPSIS

Metoda TOPSIS vychází z úvodní tabulky 11, kde jsou všechna kritéria převedena na maximalizační povahu, jak uvádí kapitola 3.3. Po normalizaci kritériální matice a zohlednění vah ve výsledné tabulce 13. V dalším kroku je autorem zjištěna vzdálenost od ideální varianty (tj. sloupec d^+) a vzdálenost od bazální varianty (tzn. sloupec d^-) podle vzorců 11 a 12. Pro výběr kompromisní varianty autor stanovuje relativní vzdálenost od varianty bazální (tj. sloupec c^i) vzorcem 13.

Tabulka 13: Metoda TOPSIS - výsledná tabulka

	Druh zboží	Nosnost (kg)	Cena (€)	Doba provozu (h)	Doba nabíjení (h)	Reakční doba servisu	d+	d-	c ⁱ
MiR 500	0,2830	0,0330	0,0430	0,0390	0,0180	0,1380	0,074	0,173	0,700
ERC 215a	0,1700	0,0980	0,0130	0,0390	0,0150	0,1380	0,122	0,149	0,550
OEM LD-250	0,2260	0,0160	0,0220	0,0740	0,0110	0,1380	0,102	0,142	0,582
Carey	0,2260	0,0330	0,0040	0,0590	0,0150	0,0140	0,157	0,062	0,283
Váhy kritérií	0,4565	0,1114	0,0513	0,1114	0,0272	0,2421			
Povaha kritéria	MAX	MAX	MIN	MAX	MAX	MAX			
*	16,248	1677,051	11,619	22,293	16,248	17,349			
H (ideální varianta)	0,283	0,098	0,043	0,074	0,018	0,138			
D (bazální varianta)	0,170	0,016	0,004	0,039	0,011	0,014			

Zdroj: Vlastní zpracování, 2020

* udává mezivýpočet jmenovatele zlomku vzorce 9.

4 Výsledná kompromisní varianta

Cílem aplikace obou matematických metod vícekritériálního rozhodování je nalezení kompromisní varianty. Po aplikaci metody váženého součtu a metody TOPSIS vyšla autorovi v obou matematických metodách jako kompromisní varianta pořízení autonomního vozíku MiR 500. Tento model autonomní techniky je autorem práce považován za nejlepší kompromisní řešení výběru. Oba dva výsledky metod jsou nejméně vzdálené od ideální varianty, respektive nejvíce vzdáleny od bazální varianty (0,7994 a 0,700, viz tabulky 12 a 13). Na základě toho zjištění je provedena ekonomická analýza kompromisní varianty modelu MiR 500.

5 Ekonomická analýza

Máče (2006) konstatuje: „Rozhodování o investicích je typické tím, že jde o dlouhodobé rozhodování, kde je nezbytné uvažovat s faktorem času, rizikem změn po dobu přípravy i realizace projektu. Velice výrazně ovlivňuje efektivnost celé činnosti podniku po dlouhé období.“ (s. 9).

U každého investičního projektu je důležité znát dobu jeho návratnosti. Navrhovaný investiční projekt předpokládá zahájení k 1.1. 2021. Tuto metodu hodnocení investic autor vypočítává dvěma způsoby:

- z průměrných zisků, kdy celkový náklad na hodinu práce jednoho transportníka činí 35 €, včetně sociálního pojištění, zdravotního pojištění a zálohy na daň z příjmu. Transportník pracuje osm hodin a posledním faktorem je počet pracovních dní v daném roce.
 1. rok (2021) = $35 * 8 * 252 = 70\,560$ €,
 2. rok (2022) = $35 * 8 * 252 = 70\,560$ €,
 3. rok (2023) = $35 * 8 * 250 = 70\,000$ €.

Hodnotu investičního nákladu nesmí autor práce zveřejňovat, jedná se o obchodní tajemství firmy R&S závod Vimperk, s.r.o.. Autor použil vzorec doby návratnosti investice z průměrných zisků (investiční náklad / průměrné zisky), která vyšla 1,25 roku, tj. 315 pracovních dní.

- z kumulativních zisků, kdy autor porovnává kumulované zisky s hodnotou investičního nákladu, nachází dobu, kdy je investiční náklad již skoro splacen, respektive ne přeplacen, k této době přičítá zbylou část investičního nákladu a dále ji dělí ziskem, který následuje. Doba návratnosti je mezi prvním a druhým rokem, konkrétně 1,25 roku, tj. 315 pracovních dní.

Další ukazatel, který je pro autora zcela zásadní při rozhodování o investici, je tzv. Rentabilita investice. Ta je vypočtena jako podíl průměrných zisků ku investičnímu

nákladu. Výsledná hodnota vyšla 80 %, z čehož vyplývá, že tato investice má určitě smysl. S pořízením autonomní techniky jsou spojeny vysoké pořizovací náklady. Tato skutečnost by neměla firmu od pořízení uvažované investice odradit, protože autorovým výpočtem je prokázáno, že tato investice má příznivou dobu návratnosti a zároveň je rentabilní.

6 Závěrečné doporučení

Všechny velké a konkurenceschopné podniky, které usilují o vylepšení svého postavení na trhu, musí v následujících letech optimalizovat svou výrobu, a to včetně procesů logistiky. Optimalizace logistických procesů s sebou nese extrémní tlak na efektivnost, spolehlivost a flexibilitu. Firma Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o se snaží zachytit tyto moderní trendy automatizace, kterými chce autonomní technikou nahradit jednoduché a opakující se činnosti, např. vnitropodnikový transport. Pracovník transportu se nemusí obávat o ztrátu svého zaměstnání, protože se pouze rozšíří jeho kompetence tak, že se naučí ovládat tyto moderní technologie.

Autor práce po aplikaci dvou matematických metod vícekritériálního rozhodování doporučuje firmě Rohde & Schwarz závod Vimperk, s.r.o. nasazení testovací verze autonomní techniky MiR 500 od společnosti Amtech, spol. s r.o., která bude zpočátku využívána pouze na trase mezi kabelovou výrobou a hlavním skladem. Autonomní vozík MiR 500 bude jezdit dle pevného jízdního řádu, a to každou půlhodinu.

Autor doporučuje tuto automatizaci jako velice výhodnou investici s krátkou dobou návratnosti, a proto navrhuje firmě po vyhodnocení testovací verze rozšířit používání autonomních vozíků k obsluze na všech vnitropodnikových trasách. Za velmi důležitou součást implementace autonomní techniky autor považuje integraci autonomního vozíku s firemními informačními systémy LPCS a SAP. Automatizace s využitím informačních technologií umožní dosáhnout rychlosti a přesnosti i při vysoké variabilitě zákaznických požadavků.

7 Seznam použitých zdrojů

Knižní publikace

BROŽOVÁ, Helena, HOUŠKA, Milan, ŠUBRT, Tomáš, 2014. *Modely pro vícekritériální rozhodování*. 1. vyd., 2. dotisk. Praha: Reprografické studio PEF ČZU v Praze. 5, 6, 7, 30, 31 s. ISBN 978-80-213-1019-3.

GROS, Ivan, 1993. *Logistika*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 12 s. ISBN 80-7080-216-2.

MÁČE, Miroslav, 2006. *Finanční analýza investičních projektů*. Praha: Grada Publishing. 9 s. ISBN 80-247-1557-0.

PACHECO, Juan Francisco, CONTRERAS, Eduardo, 2008. *Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos*. Santiago de Chile: Naciones Unidas. 51 s. ISBN 978-92-1-323231-6.

SIXTA, Josef, ŽIŽKA, Miroslav, 2009. *Logistika*, 1. vyd. Brno: Computer Press, a.s. 205, 206, 208, 209, 211, 212 s. ISBN 978-80-251-2563-2.

ŠUBRT, Tomáš et al, 2011. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Aleš Čeněk. 162, 163, 171, 172, 174, 175, 192, 193 s. ISBN 978-80-7380-345-2.

Norma

ČSN EN 50272-1 (364380). Bezpečnostní požadavky pro akumulátorové baterie a instalace – Část 1: Všeobecné informace o bezpečnosti. Praha: Český normalizační institut, 2011.

ČSN EN 61340-5-1. Elektrostatika: Ochrana elektronických součástí před elektrostatickými jevy – Obecné požadavky. Praha: Český normalizační institut, 2017.

Vysokoškolské kvalifikační práce

FERRARI, Giuliano. *Application of an AGV system for material handling to a cellular manufacturing environment: the Valeo case*. Turín: Politecnico di Torino, Master of Science in Automotive Engineering, 2018. 3 s. Vedoucí diplomové práce Dr. Anna Corinna Cagliano.

Elektronické publikace

BARBA-ROMERO, Sergio, 1996. *Manual para la toma de decisiones multicriterio*. [online]. Santiago de Chile: Naciones Unidas. 1. července 2008. 20, 21 s. [cit. 2020-01-08]. Dostupné z WWW: <http://www.dii.uchile.cl/wp-content/uploads/2011/06/manual58-Ilpes.pdf>

Webové stránky a příspěvky na webových stránkách

AMTECH, spol. s.r.o. [online]. 2020 [cit. 2020-02-01]. Dostupné z WWW: <https://amtech.cz/>

DS AUTOMOTION [online]. 2020 [cit. 2020-02-21]. Dostupné z WWW: <https://www.ds-automotion.com/>

JUNGHEINRICH AG [online]. 2020 [cit. 2020-02-12]. Dostupné z WWW: <https://www.jungheinrich.cz/>

MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČR. *Iniciativa Průmysl 4.0* [online]. (PDF). 2016a [cit. 2020-01-15]. Dostupné z WWW: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/53723/64358/658713/priloha001.pdf>

MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČR. *Průmysl 4.0 má v Česku své místo* [online]. 2016b [cit. 2020-01-15]. Dostupné z WWW: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/prumysl-4-0-ma-v-cesku-sve-misto--176055/>

OMRON [online]. 2020 [cit. 2020-02-15]. Dostupné z WWW:
<https://industrial.omron.cz/cs/home>

ROHDE & SCHWARZ, s.r.o. [online]. 2020 [cit. 2019-11-05]. Dostupné z WWW:
https://www.rohde-schwarz.com/us/home_48230.html

ROHDE & SCHWARZ *závod Vimperk, s.r.o.* [online]. 2018 [cit. 2019-09-01]. Dostupné z WWW: https://vimperk.rohde-schwarz.com/cs/home/homepage_90003.html

Firemní literatura

ROHDE & SCHWARZ *závod Vimperk, s.r.o.* Vimperk. *Organizační struktura závodu.* 2020. 4, 5 s.

ROHDE & SCHWARZ *závod Vimperk, s.r.o.* Vimperk. *Standardizace značení ve 3V.* 2020. 27 s.

ROHDE & SCHWARZ *závod Vimperk, s.r.o.* Vimperk. *Druhy KLT boxů – závod Vimperk.* 2020. 2 s.

ROHDE & SCHWARZ *závod Vimperk, s.r.o.* Vimperk. *Organizace procesu vnitropodnikového transportu.* 2020. 9 s.

8 Přílohy

Příloha 1: Charakteristika vybrané společnosti

Příloha 2: Současný stav procesu vnitropodnikového transportu

Příloha 3: Navrhovaný stav procesu vnitropodnikového transportu

Příloha 4: Kritéria výběru autonomní techniky

Příloha 5: Dodavatelé autonomní techniky

Příloha 1: Charakteristika vybrané společnosti

Oficiální logo Rohde & Schwarz, s.r.o.



Zdroj: ROHDE & SCHWARZ, s.r.o. [online]. 2020 [cit. 2020-01-20].

Dostupné z WWW: https://www.rohde-schwarz.com/us/home_48230.html.

Letecký snímek R&S závod Vimperk, s.r.o.



Zdroj: ROHDE & SCHWARZ *závod Vimperk, s.r.o.* [online]. 2018 [cit. 2020-01-10].

Dostupné z WWW: https://vimperk.rohde-schwarz.com/cs/home/homepage_90003.html.

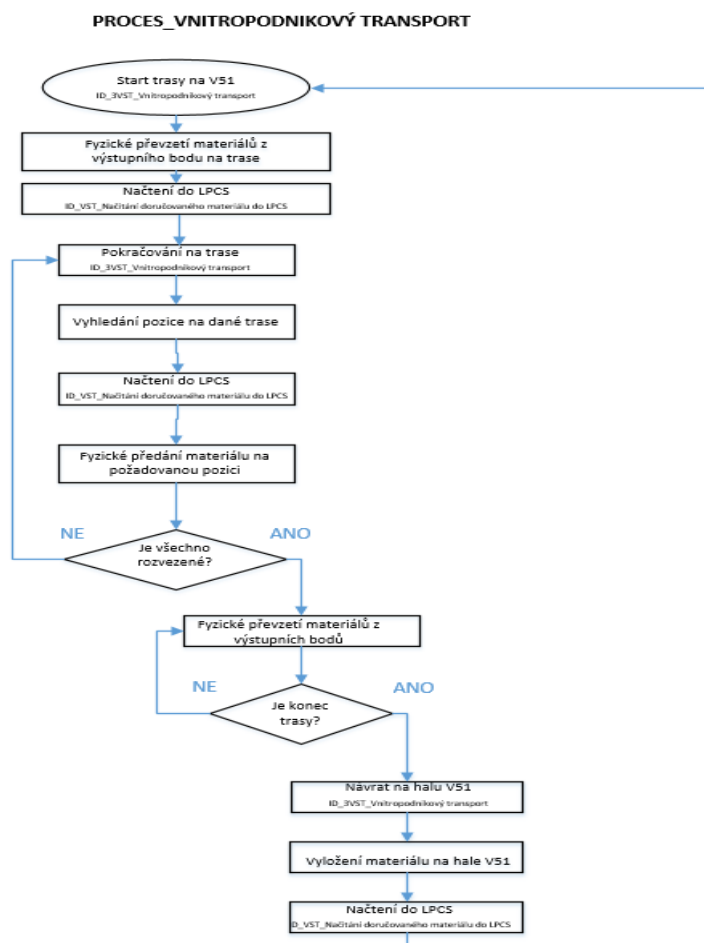
Příloha 2: Současný stav procesu vnitropodnikového transportu

Tahač EZS 130



Zdroj: JUNGHEINRICH 2019. [přístup 01.11.2019].
Dostupné z: <https://www.jungheinrich.cz/produkty/manipulacni-technika/tahace/ezs-130-492360>.

Organizace procesu vnitropodnikového transportu



Zdroj: ROHDE & SCHWARZ závod Vimperk, s.r.o. Vimperk.
Organizace procesu vnitropodnikového transportu. 2020. 9 s.

Standardizace značení 3V

Organizační dokument

Část	Co daná část znamená	Nabývá hodnot	Slovní popis
1	Označení závodu	V	Označení závodu V = Vimperk
2	Hala	1 až 5	Číslo konkrétní haly Např. 1 = hala M1
3	Podlaží	0 až 3	Úroveň podlaží 0 = 2. PP (např. Galvanika, 3VM) 1 = 1. PP (např. 3VK, BR8) 2 = 1. NP (např. 3VB, 3VQ) 3 = 2. NP (např. BR4, BR6)
4	Ulice	W, O, A, G, P, C, Y, T, K, B, R, S, V	Zkratka barevného označení ulice W - weiss T - türkis O - orange K - khaki A - anthracit B - blau G - grün R - rot P - pink S - silber C - cappuccino V - violett Y - yellow
5	Poloha segmentu v ulici	01 až 99 + _ (podtržítko) Nebo + A až Z	Popisné číslo regálu/turmu v ulici Např. 01_
6a	Vstupní a výstupní bod	WE_, WA_	Vstupní bod WE = Wareneingang Výstupní bod WA = Warenausgang
6b	Úroveň polic v regálu/ turmu	A až Z	Úroveň polic Směr popisu: shora dolů
7b	Pozice v polici	01 až 99	Turmy: Směr popisu: proti směru
			hodinových ručiček Regály: Směr popisu: zleva doprava



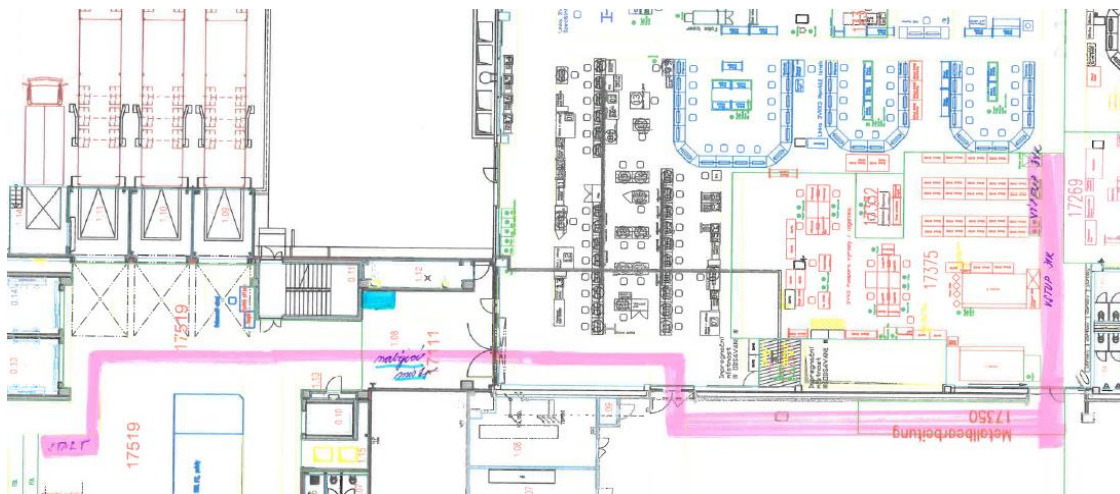
Hlavní výstupní bod skladu



Zdroj: Vlastní foto, 10.12.2019.

Příloha 3: Navrhovaná změna procesu vnitropodnikového transportu

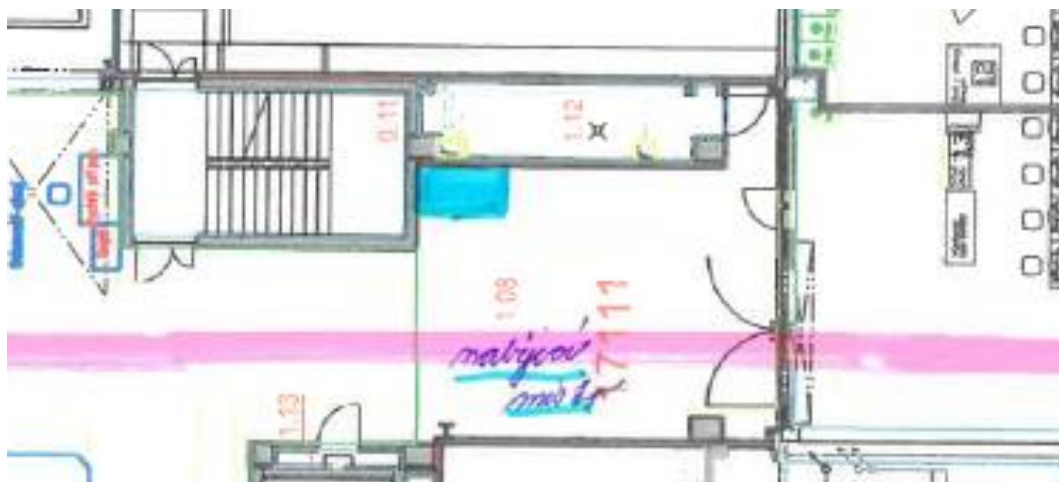
Vyznačení trasy autonomního vozíku



Zdroj: ROHDE & SCHWARZ závod Vimperk, s.r.o. Vimperk.

Organizace procesu vnitropodnikového transportu. 2020. 9 s. Vlastní vyznačení, 2020.

Vyznačení místa pro nabíjení autonomní techniky



Zdroj: ROHDE & SCHWARZ závod Vimperk, s.r.o. Vimperk.

Organizace procesu vnitropodnikového transportu. 2020. 9 s. Vlastní vyznačení, 2020.

Vstupní bod kabelové výroby



Zdroj: Vlastní foto, 15.12.2020

Výstupní bod kabelové výroby



Zdroj: Vlastní foto, 10.12.2020

Příloha 4: Kritéria výběru autonomní techniky

Druhy KLT boxů

Mat.-Nr.	Materialbezeichnung	Abmessungen	Foto
0009.0499.00	MODULBEHAELTER GR. A	8,5 x 5 x 5 cm	
0009.0461.00	MODULBEHAELTER GR. B	11 x 8,5 x 5 cm	
0009.0484.00	MODULBEHAELTER GR. C	17,5 x 11 x 5 cm	
0009.0503.00	MODULBEHAELTER GR. D	26 x 11 x 5 cm	
0009.0549.00	MODULBEHAELTER GR. E	35 x 11 x 5 cm	
0009.0732.00	MODULBEHAELTER GR. H	530x110x50 mm	
0799.9930.00	RAKOBELHAELTER R 05	400X300X120 mm	
0009.5386.00	RAKOBELHAELTER R1	600X400X120 mm	
0009.5392.00	RAKOBELHAELTER R2	600X400X220 mm	
0009.5405.00	RAKOBELHAELTER R4	600X400X425 mm	

Zdroj: ROHDE & SCHWARZ závod Vimperk, s.r.o. Vimperk.

Druhy KLT boxů – závod Vimperk. 2020. 2 s.

Příloha 5: Dodavatelé autonomní techniky

Logo firmy Amtech, spol. s.r.o.



Zdroj: AMTECH, spol. s.r.o. [online]. 2020 [cit. 2020-01-14].
Dostupné z WWW: <https://www.ekatalog.cz/firma/134360-amtech-spol-s-ro/>.

MiR 500



Zdroj: AMTECH, spol. s.r.o. [online]. 2020 [cit. 2020-01-15].
Dostupné z WWW: <https://www.mobile-industrial-robots.com/hu/products/mir500/>.

Designated use	
Collaborative mobile robot	for internal transportation of heavy loads and pallets within the industry and logistics
Dimensions	
Length	1350 mm
Width	920 mm
Height	320 mm
Weight (without load)	250 kg
Load surface	1300 x 900 mm
Color	
Ral 7011	Iron Grey
Payload	
Robot Payload	500 kg
Speed and performance	
Battery run time	8 hours
Maximum speed	2 m/sec (7.2 km/hour)
Ramps and inclines	5% incline of 10 meter with 0.5m/s
Power	
Battery	Li-NMC, 48 V, 40 Ah
Charging time	1 hour
Battery charging cycle	Minimum 600 cycles
External Charger - Cable or Dock	Input: 100-230 V ac, 50-60 Hz / Output: 48 V, max 40 A
Environment	
Ambient temperature range	+5°C to 40°C (humidity 10-95% non-condensing)
Certifications	Complies with ISO/EN 13849 EMC requirement for light industrial use and industrial use
Communication	
WiFi	Dual-band wireless AC/G/N/B
I/Os	One Ethernet connection with Modbus protocol, Power: 3 x 24 V output 4 inputs, 4 outputs (IEC61131-2) Safety I/O (8 inputs, 4 outputs)
Cabled joystick	For manual control according to ISO/EN 13849
Sensors	
SiCK microScan3 safety system (2 pcs.)	360° visual protection around robot
3D camera (2 pcs.)	Detection of objects ahead: 30-2,000 mm above floor



Zdroj: AMTECH, spol. s.r.o. [online]. 2020 [cit. 2020-01-15].

Dostupné z WWW: <https://www.mobile-industrial-robots.com/hu/products/mir500/>.

Logo firmy Jungheinrich AG

**JUNGHEINRICH**

Zdroj: JUNGHEINRICH AG [online]. 2020 [cit. 2020-01-15].
Dostupné z WWW: <http://www.teplice-katalog.cz/firma/36356/jungheinrich-cr-sro.html>.

Automatický tahač ERC 215a



Zdroj: JUNGHEINRICH AG [online]. 2020 [cit. 2020-01-22].
Dostupné z WWW: <https://www.jungheinrich.cz/systemy/autonomni-voziky/automaticke-voziky/ezs-350a-492450>.

Technické údaje podle VDI 2198

Označení	1.1	Výrobce (krátké označení)		Jungheinrich	
	1.2	Typová značka výrobce		ERC 215a ^{II}	ERC 215a ^{III}
	1.3	Pohon		elektrický	
	1.4	Obsluha ruční, s ručním vedením, vestoje, vsedě, vychytávací vozík		ručně vedený s ojí / AGV	
	1.5	Nosnost / náklad	Q t	1,5 ^{II}	1,3 ^{III}
	1.6	Těžité břemena	c mm	600	
	1.8	Odstup břemene	x mm	654 ^{II}	667 ^{III}
	1.9	Rozvor náprav	y mm	1.357 ^{II}	1.537 ^{III}
	Hmotnosti	2.1.1	Vlastní hmotnost vč. baterie (viz řádek 6.5)	kg	1.370
2.2		Osové zatížení s břemenem vpředu/vzadu	kg	980 / 1.890 ^{II}	1.050 / 1.680 ^{III}
2.3		Osové zatížení bez břemene vpředu/vzadu	kg	970 / 400 ^{II}	1.010 / 420 ^{III}
Kola/podvozek	3.1	Pneumatiky		PU	
	3.2	Velikost kol, přední (x_ šířka)	mm	Ø 230 x 77	
	3.3	Velikost kol, zadní (x_ šířka)	mm	Ø 85 x 110 / 85 x 85	
	3.4	Rozměry přídatných kol	mm	Ø 140 x 54	
	3.5	Kola, počet vpředu/vzadu (x = hnaných)		1x + 1 / 2	
	3.6	Rozchod kol, vpředu	b ₁₀ mm	507	
	3.7	Rozchod kol, vzadu	b ₁₁ mm	400	
Základní rozměry	4.2	Výška zdvihového zařízení (v zasunutém poloze)	h ₁ mm	2.050 ^{II}	
	4.2.1	Celková výška	h _{1a} mm	2.132 ^{II}	
	4.3	Volný zdvih	h ₂ mm	1.523 ^{II}	
	4.4	Zdvih	h ₃ mm	3.100 ^{II}	
	4.5	Výška zdvihového zařízení ve vysunutém stavu	h ₄ mm	3.627 ^{II}	
	4.9	Výška ovládací oje v pozici pro jízdu min/max	h ₁₄ mm	1.158 / 1.414	
	4.15	Výška ve spuštěném stavu	h ₁₃ mm	95	
	4.19	Celková délka	l ₁ mm	2.363	2.530 ^{II}
	4.20	Délka včetně nosné desky vidlí	l ₂ mm	1.130	1.297 ^{II}
	4.21	Celková šířka	b ₁ /b ₂ mm	911	
	4.22	Rozměry vidlí	s/e/l mm	56 / 185 / 1.233	
	4.25	Rozměr přes vidle	b ₅ mm	570	
4.32	Světelná výška měřená uprostřed mezi nápravami	m ₁₀ mm	30	23 ^{II}	
Výkonová data	5.1	Rychlost jízdy s/bez břemene	km/h	1,7 / 1,7 ^{III}	1,7 / 1,7 ^{III}
	5.2	Rychlost zdvihu s břemenem / bez břemene	m/s	0,16 / 0,25	0,15 / 0,25
	5.3	Rychlost spouštění s/bez břemene	m/s	0,37 / 0,34	
	5.8	Max. stoupavost s/bez břemene	%	4 / 4	
	5.10	Provozní brzda		generátorická	
Elektroinstalace	6.1	Hnací motor, výkon S2 60 min	kW	2,8	
	6.2	Motor zdvihu, výkon při S3 (ED) 11 %	kW	3	
	6.3	Baterie dle DIN 43531/35/36 A, B, C, ne		B 3 PrS	
	6.4	Napětí baterie/jmenovitá kapacita K5	V/Ah	24 / 375	
	6.5	Hmotnost baterie	kg	288	
	6.6	Spotřeba energie podle cyklu VDI	kWh/h	1,8	
Ost.	8.1	Druh přenosu kroutícího momentu na hnací nápravu		AC speedCONTROL	
	8.4	Hluk dle EN 12053, v úrovni ucha řidiče	dB (A)	68	

Zdroj: JUNGHEINRICH AG [online]. 2020 [cit. 2020-01-22].

Dostupné z WWW: <https://www.jungheinrich.cz/systemy/autonomni-voziky/automaticke-voziky/ezs-350a-492450>.

Logo firmy Omron



Zdroj: OMRON [online]. 2020 [cit. 2020-02-23].

Dostupné z WWW: <https://georgiaautomation.com/products/motion-control/omron-logo-2/>.

OEM LD-250



Zdroj: OMRON [online]. 2020 [cit. 2020-03-01].

Dostupné z WWW: <https://industrial.omron.eu/en/products/ld-250>.

Typový list OEM LD-250

Payload	Maximum Weight	250 kg	
	Maximum Speed	1.2 mm/s	
	Maximum Rotation Speed	120°/s	
Mobility	Stop Position Accuracy	± 100 mm position [Ⓢ] , ± 2° rotation	Ⓢ: ± 10 mm position, ± 5° rotation with option, (High Accuracy Positioning System) ± 25 mm position, ± 1° rotation with option, (Cell Alignment Positioning System)
	Drive wheel	Materials: Aluminum with polyurethane tread Size: 200 dia. × 50 mm nominal, 2 wheels	
Passive caster	Materials	Conductive solid polyurethane	
	Size	127 dia. × 51 mm nominal, 4 casters	
Power	Battery	22-30 VDC	
	Capacity	72 Ah Battery cell nominal capacity	
	Run Time	13 hours (continuous) approx.	With no payload condition
	Recharge Time	4 hours (5:1 ratio) approx.	
	Battery Life Cycles	2,000 recharge cycles (battery cell nominal)	
	Charging Method	Automatic / manual	
	Auxiliary Power	5 VDC±5%, 1 A switched Aux power 12 VDC±5%, 1 A switched Aux power 20 VDC±5%, 1 A switched Aux power 22-30 VDC, 4 A switched × 2 22-30 VDC, 10 A switched [Ⓢ] 22-30 VDC, 10 A safe, switched [Ⓢ]	5, 12, 30, and 22-30 VDC power can be provided to external devices Ⓢ 10 A switched and 10 A safe, switched share the 10 A of current
Standard	Harmonized Standard	EN ISO 12100 / EN ISO 13849-1 / EN 60204-1	
	Relevant Standard	EN 1525 / ANSI B56.5	
	Wireless	IEEE 802.11 a/b/g	
Safety Features	Safety Scanning Laser	1 at front Class 1 PLd safety per ISO13849-1 3 m maximum radius from laser for safety zones 40 m radius for general sensing 240° field of view	
	Emergency Stop	1 at operator panel, 1 on each side (3 total)	
	Rear Sensing	Time of flight (TOF) sensors	
	Low Front Laser	1 at front of platform Class 1 4 m maximum range 126° field of view	
	Side Laser	Option [Ⓢ]	Ⓢ 2 on sides of payload structure, user-mounted
	Indicators	Light disc in each side	
Operator Interface	Speaker	3.5 in., 80 W max.	
	Screen / Touch Panel	3.5 in. TFT 320 × 240 pixels, color screen	
User Interface	Button	On button: green Off button: red Brake-release button: orange Keyswitch (disabled off button) [Ⓢ]	Ⓢ Key switch can be used to disable the off button to avoid accidental shutdown or tampering.
	Wireless	IEEE 802.11 a/b/g	
	Ethernet Port	1 × user LAN, 1 × maintenance LAN, Auto-MDIX	
	Serial	RS-232 × 2	
	Digital I/O	16 inputs, 16 outputs	
	Analog I/O	8 inputs (0 to 30 V), 4 outputs (0-20 V)	
Audio	Digital audio out, audio in / audio out		
Cart Latching	Latching Method	Not available	

Zdroj: OMRON [online]. 2020 [cit. 2020-03-02].

Dostupné z WWW: <https://industrial.omron.eu/en/products/ld-250>.

Logo společnosti DS Automotion GmbH



Zdroj: DS AUTOMOTION [online]. 2020 [cit. 2020-02-23].

Dostupné z WWW: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Logo_DS_AUTOMOTION.jpg.

Carey



Zdroj: DS AUTOMOTION [online]. 2020 [cit. 2020-03-01].

Dostupné z WWW: <https://www.ds-automotion.com/en/solutions/carey/>.



AWT-Technologie, die Kunden immer wieder überzeugt - seit Jahrzehnten.

Seit mehr als 20 Jahren erfolgreich für unsere internationalen Kunden im Einsatz, wird unser Krankenhaus-Fahrzeug kontinuierlich verbessert und weiterentwickelt.

CAREY ist Ihre erfahrene Spezialistin für den automatisierten Warentransport in medizinischen Einrichtungen, entwickelt und konstruiert für die höchsten Standards in puncto Hygiene. Sie besteht durch energieeffiziente und wartungsarme Komponenten, immer mit Fokus auf eine höchstmögliche Lebensdauer.

CAREY kommt mit einer IP-Schutzklasse von IP54 und ist selbstverständlich mit allen Lösungen von DS AUTOMOTION kompatibel, auch in Form von großen Flotten.

**Technische Details
Überblick:**

Max. Transportgewicht	500 kg
Geschwindigkeit max.	1,6 m/s
Hub	80 mm
Navigation	Magnet, SLAM
Ladung	Bodenkontakte
Akku	LiPo4 Akku (24V / 100Ah) oder Blei-Gel-Batterien
Geringe Wartungskosten durch	AC-Antrieb

Personensicherheit:

- Geschützt integrierte Laserscanner mit 360° Rundumsicht
- Trittschutzbleis



CAREY – Effizient, flexibel und sicher!

- **2 Ausführungsvarianten:**
 - CAREY trike (3-Rad)
 - CAREY spin (Differentialantrieb)
- Lange Lebensdauer durch hohe Qualitätsstandards der Komponenten und des Fahrzeugbaus
- Verkleidung in Edelstahl entspricht hohen hygienischen Anforderungen
- Unlimitierte Anzahl an Fahrzeugen in der Anlage möglich
- Platzsparendes Fahrzeug: minimale Hütkurve
- Sicherer Einsatz: zwei Sicherheits-Laserscanner pro Fahrzeug
- RFID Leseeinheit zur Identifizierung der Rollcontainer
- Kompakte & robuste Bauart
- **Systemanbieter - Wir bieten alles aus einer Hand:**
 - Schrittstufen-Management
 - Leitsteuerung
 - Fahrkursplanung

Zdroj: DS AUTOMOTION [online]. 2020 [cit. 2020-03-01].

Dostupné z WWW: <https://www.ds-automotion.com/en/solutions/carey/>.