

ACTA LOGISTICA MORAVICA



Periodický internetový časopis v oboru logistiky

ROČNÍK 13, ČÍSLO 1, 2023, ISSN 1804-8315



Vysoká škola
logistiky
o.p.s.

Title	Acta Logistica Moravica
Edition (year)	13 th edition
Volume	1 st of the year 2023
Scope of volume	Standard papers and papers presented at conference Advanced Methods in Logistics
Publisher	College of Logistics, Přerov, Czech Republic
ISSN	1804-8315
Supervisor	doc. Dr. Ing. Oldřich Kodym, MBA
Editor in Chief	doc. Ing. Pavel Šaradín, CSc.
Editor	doc. Dr. Ing. Oldřich Kodym, MBA

Acta Logistica Moravica

Issue 2023/1, Year 13, Volume 1

ISSN 1804-8315

Acta Logistica Moravica is a periodical Internet magazine of the College of Logistics in Přerov. The magazine is platform for publishing original scientific and professional papers in the field of logistics and supply systems with a focus on applications in the areas of logistics in transport, logistics in service, logistics in tourism, logistics in air transport and informatics for logistics. Acta Logistica Moravica also monitors important events in the world of logistics. It brings information and news from logistics institutions and businesses, reports on the results of tasks, book reviews, reports on conferences, anniversaries, etc. In the magazine, it is possible to publish advertisements concerning the content of VŠLG activities.

The ALM magazine is published twice a year. The deadlines for numbers are on Feb 15th (resp. on May 2nd for conference papers) and Sep 15th. Contributions are accepted in Czech, Slovak and English. All submissions are subject to peer review.

This scientific issue is dedicated also for papers presented on conference Advanced Methods in Logistics. Its 8th year was held at College of Logistics. All scientific papers were peer reviewed (by local and abroad reviewers).

Supervisor for Acta Logistica Moravica

assoc. prof. Oldřich Kodym

Aktuální číslo elektronického časopisu Acta Logistica Moravica obsahuje kromě standardních příspěvků také příspěvky přednesené na konferenci Pokrokové metody v logistice.

8. ročník konference Pokrokové metody v logistice se konal pod záštitou rektora VŠLG dne 4. května 2023. Osobní setkání účastníků konference i odborný program proběhly v prostorách Vysoké školy logistiky o.p.s. v Přerově.

CONTENT

	page
Ďuriška, M. – Špirková, S. – Ondov, M. – Fedorko, G.:	
Projekt zefektívnenia činnosti výrobnej prevádzky Gemerka	1
Hrouda, M. – Kodym, O.:	
Mikro depa v městské logistice	12
Kavka, L.:	
Procesní řízení a modelování procesů v logistice	22
Kubáč, L. - Kodym, O.:	
Logistika a koncept Průmysl 5.0	31
Ondov, M. – Špirková, S. – Ďuriška, M. – Kleinová, L.:	
Modulárne prvky banských dopravných systémov v simulačnom programe	41
Šepel'a, L. – Cempírek, V.:	
Koncept inteligentného mesta	51
Špirková, S. – Ďuriška, M. – Ondov, M.:	
Výdajné automaty ako súčasť robotizovaných pracovísk	61
Turek, M. - Kodym, O. - Cempírek, V. - Hrouda, M.:	
Přehled reverzní logistiky ve městech.....	72
Židová, Z.:	
Digitalizácia prepravných procesov v železničnej doprave	84
Konference Pokrokové metody v logistice (PMvL)	95



THE PROJECT OF STREAMLINING ACTIVITIES OF GEMERKA PRODUCTION COMPANY

PROJEKT ZEFERKÍVNENIA ČINNOSTI VÝROBNEJ PREVÁDZKY GEMERKA

Ing. Martin Ďuriška¹

Ústav logistiky a dopravy, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií

Technická univerzita v Košiciach

e-mail: martin.duriska@tuke.sk

Ing. Simona Špirková²

Ústav logistiky a dopravy, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií

Technická univerzita v Košiciach

e-mail: simona.spirkova@tuke.sk

Ing. Marek Ondov³

Ústav logistiky a dopravy, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií

Technická univerzita v Košiciach

e-mail: marek.ondov@tuke.sk

prof. Ing. Gabriel Fedorko, PhD., MBA⁴

Ústav logistiky a dopravy, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií

Technická univerzita v Košiciach

e-mail: gabriel.fedorko@tuke.sk

Abstrakt

Tento článok bol vypracovaný v spolupráci so závodom Gemerka, ktorý sídli v meste Tornaľa. Výrobná prevádzka Gemerka plní PET flăše s prírodnou minerálnou vodou. V závode Gemerka boli plánované veľké zmeny a inovácie v skladovacom systéme podniku. Počas tohto projektu bol proces skladovania analyzovaný, na základe analýz boli hľadané nedostatky v tomto procese. Problematika príspevku je zameraná na návrh projektu riešenia objavených nedostatkov v procese skladovania, tak aby riešenie problému bolo ekonomicky výhodné a efektívne pre spoločnosť. Skladovanie v závode úzko súvisí aj s výrobným procesom. Z toho dôvodu, ak zefektívime činnosti skladu, tak zefektívime aj výrobný proces, resp. všetky činnosti od príjmu vstupného materiálu až po expedíciu hotových výrobkov a tým zabezpečíme

¹ Ing. Martin Ďuriška (interný doktorand, Ústav logistiky a dopravy, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, Technická univerzita v Košiciach)

² Ing. Simona Špirková (interná doktorandka, Ústav logistiky a dopravy, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, Technická univerzita v Košiciach)

³ Ing. Marek Ondov (interný doktorand, Ústav logistiky a dopravy, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, Technická univerzita v Košiciach)

⁴ prof. Ing. Gabriel Fedorko, PhD. (profesor, Ústav logistiky a dopravy, Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií, Technická univerzita v Košiciach)



dalšie napredovanie, rozvoj, zefektívnenie a väčšiu rentabilitu spoločnosti.

Abstract

This article was written in cooperation with the Gemerka plant, which is located in Tornaľa city. The Gemerka production factory fills PET bottles with natural mineral water. Major changes and innovations in the company's storage system were planned at the Gemerka factory. During this project, the storage process was analyzed, based on the analyzes, shortcomings in this process were sought. The issue of the paper is focused on the design of a project to address the identified shortcomings in the storage process, so that the solution to the problem is economically advantageous and effective for society. Storage at the plant is closely related to the production process. For this reason, if we streamline the activities of the warehouse, we will also streamline the production process, therefore all activities from the receipt of input material to the dispatch of finished products and we can ensure further progress, development, streamlining and greater profitability of the factory.

Klíčová slova

logistika, sklad, modelovanie, layout, simulácia

Key words

logistics, warehouse, modelling, layout, simulation

ÚVOD

Tento projekt je zameraný na overenie možného navýšenia výrobných kapacít vo vybranom podniku pomocou simulačných metód. Jedným z nástrojov, ktorý nám umožňuje nájsť vhodný a efektívny spôsob využitia zdrojov informácií je počítačová simulácia, ktorá je v čase Priemyslu 4.0 už neoddeliteľnou súčasťou logistiky [1]. Simulačný model je efektívny nástroj na optimalizáciu a identifikáciu úzkych miest logistických procesov [2]. Simuláciu je možné definovať ako skúmanie reálnych procesov na základe ich modelu v simulačnom systéme. Výsledky simulácie sa dajú aplikovať na každý prvok reálneho logistického systému a vo všetkých fázach procesu [3]. Pri hľadaní optimálneho riešenia skúmaného procesu je možné v simulačnom systéme robiť rýchle zmeny parametrov, môžeme experimentovať s prvkami, ktoré ešte nemáme v reálnom systéme a skúmať dopady týchto zmien okamžite [4]. Takto môžeme preskúmať viacero variant riešení za krátky čas a potom správne a najvýhodnejšie riešenie aplikovať na skutočný systém [5]. Preto využívanie simulačného prístupu prostredníctvom vhodných softvérových nástrojov je adekvátna a efektívna voľba pri riešení problému optimalizácie logistických procesov a tokov [6]. Pred tvorbou simulačného modelu si treba určiť do akej hĺbky je potrebné daný proces skúmať [7]. Presnosť a pravdivosť výsledkov simulácie je daná na základe zhody parametrov prvkov reálneho systému zo simulačným modelom. Pri využití simulačnej metódy sa skúmaný proces postupne skladá zo vzájomne prepojených subprocesov, ktoré sú na seba naviazané a navzájom sa ovplyvňujú.



1 IDENTIFIKÁCIA NEDOSTATKOV

Minerálna voda sa môže čerpať len z uznaného prírodného zdroja v zmysle zákona 538/2005 Z.z.. Inštitúcia, ktorá na toto dozerá, je Inšpektorát kúpeľov a žriedel, ktorý patrí pod Ministerstvo zdravotníctva Slovenskej republiky. Aby boli dodržané podmienky dané IKŽ, závod Gemerka čerpá zo zdroja prírodnej minerálnej vody maximálne 3,7 litra za jednu sekundu. V prepočte to je 13 320 litrov za jednu hodinu. Výkon plnenia PET fliaš pramenitou minerálnou vodou je vyšší pri niektorých druhoch výrobkov, o čom rozpráva nasledujúca Tab. 1. Z tohto dôvodu závod Gemerka musí pramenitú minerálnu vodu akumulovať do akumulačných nádrží aby mali dostatok vody na plniace účely, ktoré majú objem 150m³.

Tab. 1 Výkon plnenia prírodnej minerálnej vody

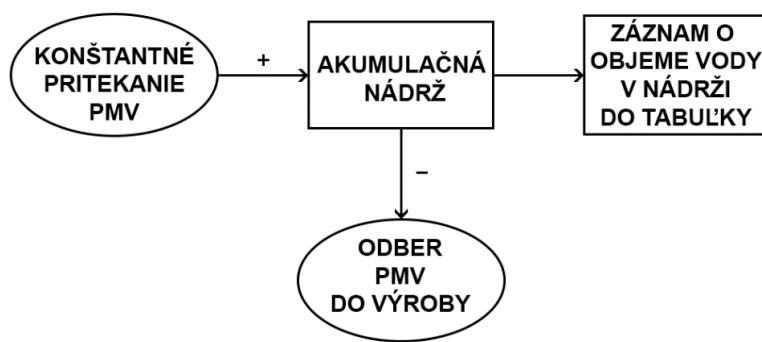
Druh výrobku	Objem	Počet ks za 1 hod.	Objem za 1 hod.
Tichá, Jemne Perlivá a Perlivá minerálna voda	0,5 l	17 600 ks	8 800 l
Tichá, Jemne Perlivá a Perlivá minerálna voda	1,5 l	17 600 ks	26 400 l
Tichá, Jemne Perlivá a Perlivá minerálna voda	2,0 l	14 000 ks	28 000 l
Ochutené minerálne vody	0,5 l	12 000 ks	6 000 l
Ochutené minerálne vody	1,5 l	12 000 ks	18 000 l
Ochutené minerálne vody	2,0 l	9 000 ks	18 000 l

V závode Gemerka funguje dvojzmenná prevádzka. Výrobná linka plní PET fliaše s PMV 14h denne od pondelka do piatka. V Tab. 2 je opísaný výrobný harmonogram.

Tab. 2 Harmonogram výroby

Čas	Zmena	Činnosť
06:00 - 6:30	1. zmena	Nábeh výrobnej linky
06:30 - 10:30		Výroba (4h)
10:30 - 11:00		Prestávka
11:00 - 14:00		Výroba (3h)
14:00 - 18:00	2. zmena	Výroba (4h)
18:00 - 18:30		Prestávka
18:30 - 21:30		Výroba (3h)
21:30 - 22:00		Vypnutie výrobnej linky

Na základe spomenutých údajov a faktov bola zhotovená simulácia plnenia a odčerpávania PMV z akumulačných nádob počas výroby. Na Obr. 1 je znázornená schéma simulácie.

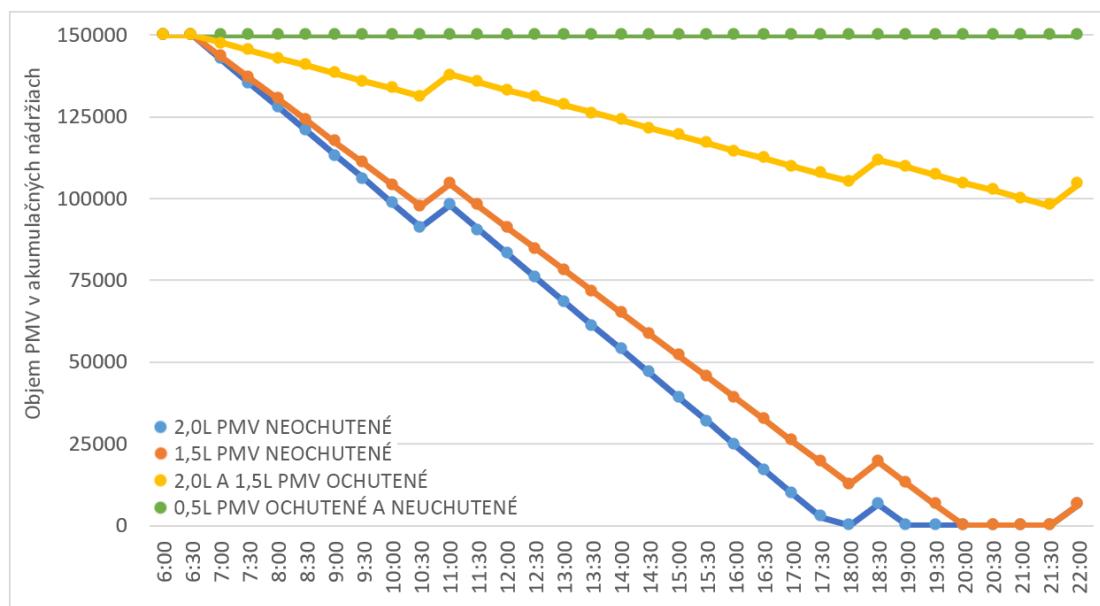


Obr. 1 Schéma simulácie



Výsledky simulácie v podobe grafu vidieť na Obr. 2, hovoria o tom, že pri výrobe pod plným výkonom sa voda v naplnených akumulačných nádržiach minie za :

- Pri plnení 2,0l fliaš s neochutenou minerálnou vodou by neboli doskoko vody na dokončenie druhej zmeny. Naakumulovaná PMV vystačila na 10 h a 30 min výroby.
- Pri plnení 1,5l fliaš s neochutenou minerálnou vodou by neboli doskoko vody na dokončenie druhej zmeny. Naakumulovaná PMV vystačila na 12 h výroby.
- Pri plnení 0,5l fliaš s neochutenou a ochutenou PMV sa voda míňa pomalšie ako priteká.
- Pri plnení 2,0l a 1,5l fliaš s ochutenou minerálov vodou sa behom jedného pracovného dňa použije 35% objemu naakumulovanej prírodnej minerálnej vody.



Obr. 2 Výsledok simulácie v podobe grafu

Tab. 3 Výsledok simulácie v podobe tabuľky

Druh výrobku	Objem	Výroba	Naplnený objem	Počet výrobkov	Počet paliet
Neochutené minerálne vody	2,0 l	10,5h	294 000 l	147 000 ks	383 ks
Neochutené minerálne vody	1,5 l	12 h	316 800 l	211 200 ks	420 ks
Neochutené minerálne vody	0,5 l	14 h	123 200 l	246 400 ks	191 ks
Ochutené minerálne vody	2,0 l	14 h	252 000 l	126 000 ks	329 ks
Ochutené minerálne vody	1,5 l	14 h	252 000 l	168 000 ks	334 ks
Ochutené minerálne vody	0,5 l	14 h	84 000 l	168 000 ks	130 ks

Údaje z výslednej tabuľky Tab. 3 a grafu Obr. 2 nám hovoria o tom že závod Gemerka momentálne s akumulačnými nádobami o objeme 150m³ nevie využiť plný potenciál výrobnej linky pri niektorých druhoch výrobkov. Jedná sa o neochutené minerálne vody o objeme 2,0l a 1,5l, tieto výrobky najviac vyčerpávajú akumulačnú nádobu počas výroby. Treba však podotknúť, že výsledky simulácie sú počítané pre maximálny výkon výrobnej linky a ráta sa tiež bez prestojov, ktoré počas výroby vznikajú pri potrebe menenia sortimentu výroby alebo pri poruche. Teda hovoríme o ideálnom stave.



2 RIEŠENIE NEDOSTATKOV

Vedenie spoločnosti sa rozhodlo navýsiť kapacity akumulačných nádob z dôvodu lepšieho využitia potenciálu výrobnej linky a tiež z dôvodu možného chodu výrobnej linky počas celého týždňa od pondelka do nedele. Na Obr. 3 je fotka nových akumulačných nádob.

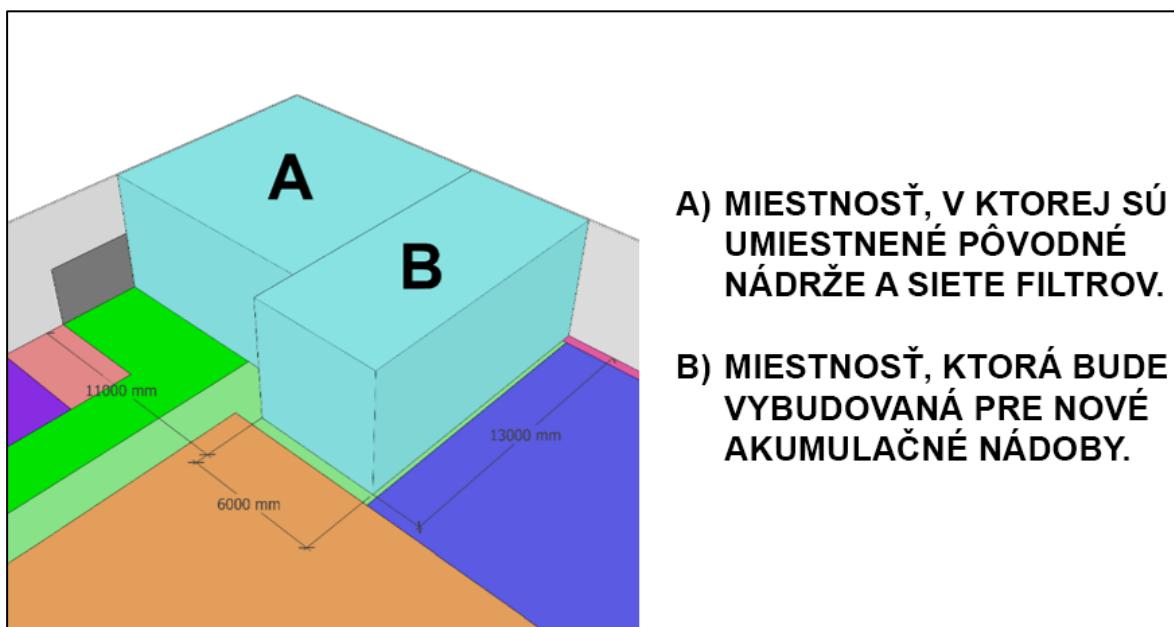


Obr. 3 Nové akumulačné nádrže

Pre závod Gemerka boli zakúpené 3 nové akumulačné nádrže. Jedna nádrž má objem 55m^3 , to znamená, že objem akumulačných nádrží bude navýšený o 165m^3 , teda výrobná prevádzka bude mať k dispozícii akumulačné nádrže o objeme 315m^3 .

Umiestnenie akumulačných nádob

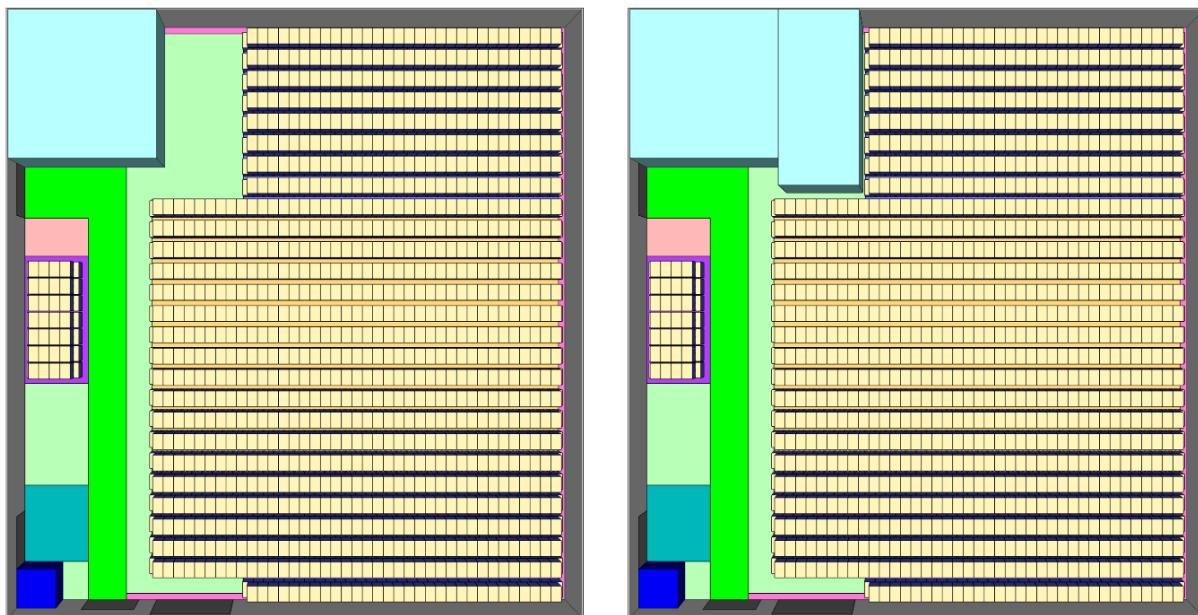
Nové akumulačné nádrže budú umiestnené v hlavnom suchom sklade hotových výrobkov. Vedľa miestnosti s pôvodnými nádobami a filtrami bude vybudovaná nová miestnosť, do ktorej sa umiestnia nové akumulačné nádoby. Model umiestnenia nových nádrží je na Obr. 4.



Obr. 4 Umiestnenie nových akumulačných nádob

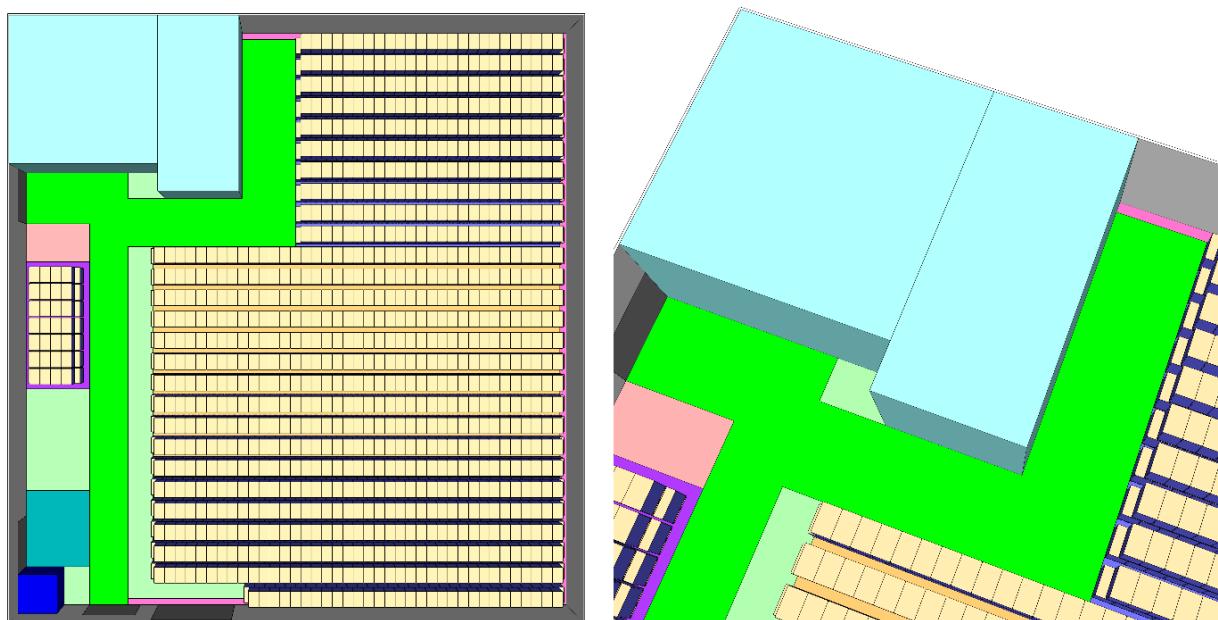


Miestnosť pre nové akumulačné nádrže zasahuje do manipulačných plôch a obmedzí prístup k výrobkom, v krátkych radoch je to vidieť na Obr. 5, ktorý porovnáva sklad v plnom stave bez nových nádrží a s novými akumulačnými nádržami. Preto rozloženie hotových výrobkov v sklafe bude musieť byť trošku prehodnotené a prepracované.



Obr. 5 Porovnanie model skladu v stave bez nádrží a s novými nádržami

Návrh nového rozloženia skladu je na Obr. 6. Rady výrobkov, ktoré sa nachádzali pri miestnosti s novými akumulačnými nádobami boli skrátené. Kapacita skladu klesla z 2034 manipulačných jednotiek na 1900, čo je pokles o 6,5% z pôvodnej kapacity.



Obr. 6 Nové rozloženie hlavného suchého skladu



Na nasledujúcom Obr. 7 sú vidieť prípravy na umiestnenie nových nádrží.



Obr. 7 Prípravy na umiestnenie nových akumulačných nádrží

V sklede hotových výrobkov prebehlo zhotovenie betónových základov pre nové nádrže. Na betónový základ boli položené nové akumulačné nádrže, je to vidieť na Obr. 8.



Obr. 8 Osadenie nových akumulačných nádrží

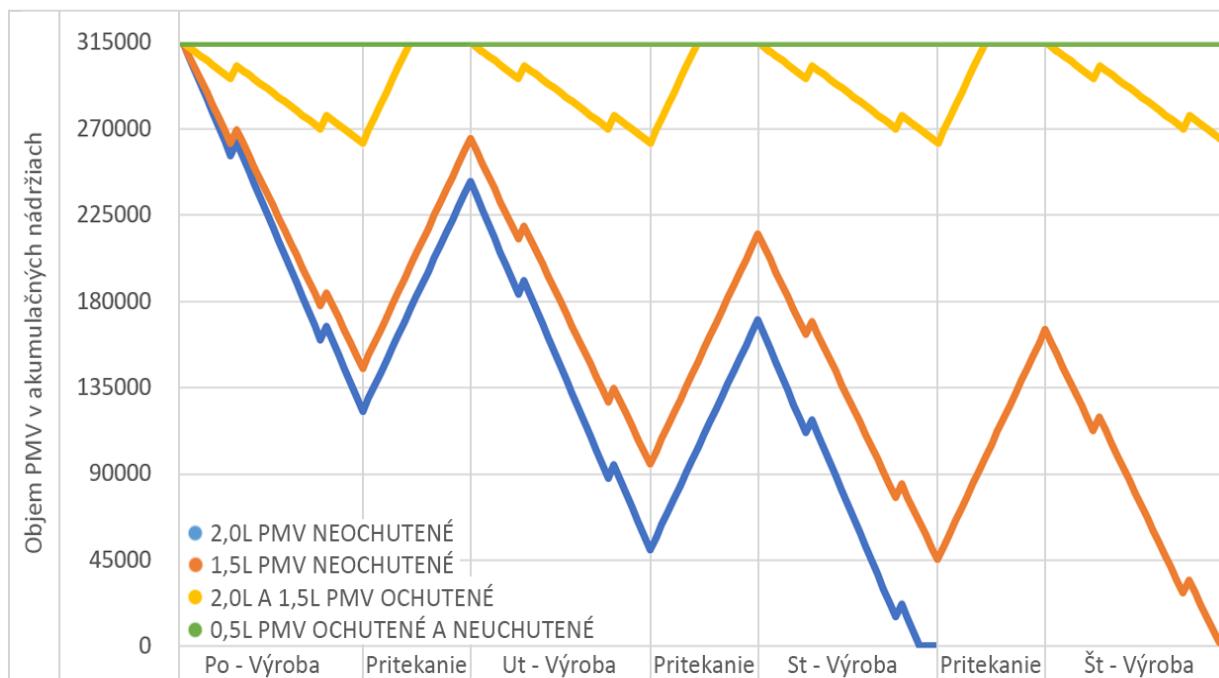


Simulácie výroby s rozšírenou kapacitou akumulačných nádrží

Nasledujúca simulácia pracuje na rovnakom princípe ako simulácia vypracovaná v kapitole 1 identifikácia nedostatkov. Na rozdiel od predošej simulácie sa bude simulovať dlhší časový interval a počíta sa s rozšíreným objemom akumulačných nádrží 315m^3 .

Graf simulácie pre maximálny výkon linky pri nemenení výrobného sortimentu pre jednotlivé druhy výrobkov je nižšie, na Obr. 9. Tento graf hovorí o tom, že voda v akumulačných nádržiach:

- Vystačí skoro na 3 pracovné dni, pri plnení 2,0l fliaš s neochutenou PMV. Minerálna voda v akumulačných nádržiach došla tretí deň 1,5 hodiny pred ukončením výroby.
- Vystačí na takmer 4 celé pracovné dni, pri plnení 1,5l fliaš s neochutenou PMV. Minerálna voda v nádržiach došla štvrtý deň 30 minút pred ukončením výroby.
- Pri plnení 0,5l fliaš s neochutenou a ochutenou PMV, voda odteká pomalšie ako priteká do akumulačných nádob, teda sa objem pitnej minerálnej vody v akumulačných nádobách navyšuje aj počas výroby.
- Pri plnení 2,0l a 1,5l fliaš s ochutenou minerálov vodou sa behom jedného pracovného dňa použije len 17% objemu PMV v nádržiach. Tento objem priteče behom 4 hodín.



Obr. 9 Výsledný graf simulácie

V Tab. 4 je rozpísaný objem výrobkov a tiež množstvo výrobkov, ktoré boli vyrobené počas tejto simulácie. V Tab. 5 sú podrobnejšie údaje o objeme PMV v akumulačných nádobách počas simulovalenia výroby, pri nemenení vyrábaného sortimentu.

Výsledky simulácií dokazujú, že objem akumulačných nádrží 315m^3 je dostačujúci pre potreby závodu Gemerka. Podmienka je však dôkladné plánovanie vyrábaného sortimentu, kombinovanie sortimentu počas výrobných zmien, pokiaľ chcú v závode využívať linku na plný výkon.



Tab. 4 Vyrobene množstvá počas simulácie

Druh výroby	Objem	Výroba	Naplnený objem	Počet výrobkov	Počet paliet
Neochutene minerálne vody	2,0 l	40,5h	1 134 000 l	567 000 ks	1 477 ks
Neochutene minerálne vody	1,5 l	55,5h	1 465 200 l	976 800 ks	1 939 ks
Neochutene minerálne vody	0,5 l	56 h	492 800 l	985 600 ks	761 ks
Ochutene minerálne vody	2,0 l	56 h	1 008 000 l	504 000 ks	1 313 ks
Ochutene minerálne vody	1,5 l	56 h	1 008 000 l	672 000 ks	1 334 ks
Ochutene minerálne vody	0,5 l	56 h	336 000 l	672 000 ks	519 ks

Tab. 5 Výsledná tabuľka simulácie

Výrobok	2,0l PMV neochutena			1,5l PMV neochutena				2l a 1,5l ochutene		0,5l PMV	
	Deň výroby	Po	Ut	St	Po	Ut	St	Št	Po	Po	
Objem vody v akumulačných nádržiach v čase	6:00	315000	236020	163700	315000	258420	208500	158580	315000	315000	
	6:30	315000	242680	170360	315000	265080	215160	165240	315000	315000	
	7:00	307660	235340	163020	308460	258540	208620	158700	312660	315000	
	7:30	300320	228000	155680	301920	252000	202080	152160	310320	315000	
	8:00	292980	220660	148340	295380	245460	195540	145620	307980	315000	
	8:30	285640	213320	141000	288840	238920	189000	139080	305640	315000	
	9:00	278300	205980	133660	282300	232380	182460	132540	303300	315000	
	9:30	270960	198640	126320	275760	225840	175920	126000	300960	315000	
	10:00	263620	191300	118980	269220	219300	169380	119460	298620	315000	
	10:30	256280	183960	111640	262680	212760	162840	112920	296280	315000	
	11:00	262940	190620	118300	269340	219420	169500	119580	302940	315000	
	11:30	255600	183280	110960	262800	212880	162960	113040	300600	315000	
	12:00	248260	175940	103620	256260	206340	156420	106500	298260	315000	
	12:30	240920	168600	96280	249720	199800	149880	99960	295920	315000	
	13:00	233580	161260	88940	243180	193260	143340	93420	293580	315000	
	13:30	226240	153920	81600	236640	186720	136800	86880	291240	315000	
	14:00	218900	146580	74260	230100	180180	130260	80340	288900	315000	
	14:30	211560	139240	66920	223560	173640	123720	73800	286560	315000	
	15:00	204220	131900	59580	217020	167100	117180	67260	284220	315000	
	15:30	196880	124560	52240	210480	160560	110640	60720	281880	315000	
	16:00	189540	117220	44900	203940	154020	104100	54180	279540	315000	
	16:30	182200	109880	37560	197400	147480	97560	47640	277200	315000	
	17:00	174860	102540	30220	190860	140940	91020	41100	274860	315000	
	17:30	167520	95200	22880	184320	134400	84480	34560	272520	315000	
	18:00	160180	87860	15540	177780	127860	77940	28020	270180	315000	
	18:30	166840	94520	22200	184440	134520	84600	34680	276840	315000	
	19:00	159500	87180	14860	177900	127980	78060	28140	274500	315000	
	19:30	152160	79840	7520	171360	121440	71520	21600	272160	315000	
	20:00	144820	72500	180	164820	114900	64980	15060	269820	315000	
	20:30	137480	65160	0	158280	108360	58440	8520	267480	315000	
	21:00	130140	57820		151740	101820	51900	1980	265140	315000	
	21:30	122800	50480		145200	95280	45360	0	262800	315000	
	22:00	129460	57140		151860	101940	52020		269460	315000	



ZÁVĚR

Ekonomickú stránku, výhodnosť a návratnosť investície do navýšenia objemu akumulačných nádrží hodnotilo vedenie spoločnosti. Rozhodli sa navýsiť objem akumulačných nádrží z 150m^3 na 315m^3 , čo je v prepočte nárast objemu o 110%. Cieľom tohto navýšenia bolo zabezpečiť dostatok vody na plniace účely pre prechod na výrobu počas celého týždňa od pondelka do nedele, na rozdiel od doterajšej výroby od pondelka do piatka, pričom linka bude plniť PET fliaše s prírodnou minerálnou vodou denne 14 hodín. Pre posúdenie, či tento cieľ spoločnosti je realistický, bola počas tohto projektu vytvorená simulácia odčerpávania prírodnej minerálnej vody z akumulačných nádrží. Výsledky simulácií dokázali, že objem akumulačných nádrží 315 m^3 je dostačujúci pre plány vedenia. Podmienka je však dôkladné plánovanie vyrábaného sortimentu a kombinovanie sortimentu počas výrobných zmien.

V súčasnosti sú tieto zmeny v podniku už aplikované. Možno skonštatovať že aj táto prípadová štúdia je dôkazom efektívneho využitia simulačných nástrojov a modelovania pri plánovaní optimalizácie procesov v spoločnosti. Výsledky simulácie dokázali že podnik bude mať dostatočné kapacity na novy plánovaný výrobný harmonogram. Čo už bolo potvrdené na reálnom prevoze po vykonaní inovácií v podniku.

Nasledujúca Tab. 6 porovnáva rozdiely kapacít závodu pred procesom a po procese inovácie. Porovnáva objem akumulačných nádob na PMV a objem výroby počas mesiaca. Zmena kapacít je vyčíslená aj v %. Z tabuľky vyplýva, že tieto zmeny boli pozitívne, hlavne z dôvodu navýšenia výrobných kapacít závodu.

Tab. 6 Dopad riešení na kapacity závodu

	Pred zefektívnením	Po zefektívnení	Navýšenie v %
Objem akumulačných nádob	150 m^3	315 m^3	110%
Výroba počas dňa	10 hodín	14 hodín	40%
Výroba počas mesiaca	20 dní	28 – 31 dní	40 až 55%
Výroba počas mesiaca	200 hodín	392 až 434 hodín	96 až 117%

PODPORA

Príspevok vznikol ako súčasť riešenia projektov VEGA 1/0430/22, VEGA 1/0101/22, VEGA 1/0600/20, KEGA 005TUKE-4/2022, KEGA 018TUKE-4/2022, KEGA 010TUKE-4/2023, APVV-21-0195, ITMS: 313011T567.

LITERATURA

- [1] K. Agalianos, S.T. Ponis, E. Aretoulaki, G. Plakas, O. Efthymiou, Discrete Event Simulation and Digital Twins: Review and Challenges for Logistics, Procedia Manuf. 51 (2020) 1636–1641. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.228>.



- [2] M. Straka, D. Spirkova, M. Fillá, Improved Efficiency of Manufacturing Logistics by Using Computer Simulation, *Int. J. Simul. Model.* 20 (2021) 501–512. <https://doi.org/10.2507/IJSIMM20-3-567>.
- [3] M. Pekarcikova, P. Trebuna, M. Kliment, M. Dic, Solution of Bottlenecks in the Logistics Flow by Applying the Kanban Module in the Tecnomatix Plant Simulation Software, *Sustainability*. 13 (2021) 7989. <https://doi.org/10.3390/su13147989>.
- [4] M. Straka, S. Khouri, P. Besta, S. Drevko, Development of Computer Simulation and its use for the Needs of Logistics, in: Carpathian Logist. Congr. (CLC 2017), 2017: pp. 86–92.
- [5] G. Rotunno, G. Lo Zupone, L. Carnimeo, M.P. Fanti, Discrete event simulation as a decision tool: a cost benefit analysis case study, *J. Simul.* (n.d.). <https://doi.org/10.1080/17477778.2023.2167618>.
- [6] M. Daron, Simulations in planning logistics processes as a tool of decision-making in manufacturing companies, *Prod. Eng. Arch.* 28 (2022) 300–308. <https://doi.org/10.30657/pea.2022.28.38>.
- [7] P. Qiao, Simulation of Logistics Delay in Bayesian Network Control Based on Genetic EM Algorithm, *Comput. Intell. Neurosci.* 2022 (2022). <https://doi.org/10.1155/2022/6981450>.



MICRO DEPOTS IN CITY LOGISTICS

MIKRO DEPA V MĚSTSKÉ LOGISTICE

Ing. Matěj Hrouda¹

Katedra řízení průmyslových systémů

VŠB – Technická univerzita Ostrava

e-mail: matej.hrouda@vsb.cz

doc. Dr. Ing. Oldřich Kodym²

Katedra magisterského studia

Vysoká škola logistiky

e-mail: oldrich.kodym@vslg.cz

Abstract

City logistics is all transport, including flows of goods within the city, which ensures the operation of shops, services and business activities. The problem of logistics is extensive and above all parking spaces in traffic jams, insufficient number of spaces, but constantly tightening emission requirements and a number of other factors. Every city is different and so are the supply options in given city locations. However, what is common in most cases is the lack of suitable logistics spaces in the city center and in the immediate vicinity. Traffic is also complicated by many parked cars, which sometimes make it impossible to even temporarily stop the vehicle, let alone handle the goods.

Currently, there are several options for solving this group of problems. Ever-tightening emission requirements are pushing internal combustion cars out of city centers. As a result, carriers are being pushed into electromobility or other alternatives for supplying the so-called last mile. This term characterizes, for example, the microdepots network. These depots are most often located in abandoned parking lots and are operated by the given transport company. Prague participates financially in the operation of these depots.

Abstrakt

Městská logistika je zahrnuje veškeré toky zboží v rámci města, která zajišťuje chod obchodů, služeb a dalších obchodních činností. Problémy, které městská logistika řeší, jsou značně rozsáhlé: především nedostatek parkovacích míst, dopravní zácpy, nedostatečný manévrovací prostor, neustále se zpříšňující emisní požadavky a řada dalších faktorů. Každé město je jiné a stejně tak i možnosti zásobování v daných městských podmínkách. Co je však většině případů společné, je nedostatek vhodných logistických prostor v centru města a v jeho nejbližším okolí. Dopravu komplikuje i mnoho zaparkovaných aut, která někdy znemožňují, byť jen dočasné

¹ Student kombinované formy doktorského studia Řízení průmyslových systémů na Fakultě materiálově technologické, Supply chain specialist ve firmě TI Automotive

² Školitel specialista studenta



zastavení vozidla, natož manipulaci se zbožím.

V současné době existuje několik možností řešení této skupiny problémů. Stále se zpřísňující emisní požadavky vytlačují spalovací auta z center měst. V důsledku toho jsou dopravci tlačeni do elektromobility či jiných alternativ zásobování tzv. poslední míle. Poslední míle charakterizuje např. síť mikro dep. Tato depa jsou nejčastěji umístěna na opuštěných parkovištích a jsou provozována danou dopravní firmou. Například Praha se na provozu takových dep finančně podílí.

Key words

City logistics, Supply chain, Microdepot, Circular logistics, Last mile

Klíčová slova

městská logistika, dodavatelský řetězec, mikro depo, cirkulární logistika, poslední míle

ÚVOD

Logistika poslední míle se stává stále frekventovanějším a nově vznikajícím výzkumným oborem s rostoucím zájmem a významem. Za rychlým růstem stojí především populační růst, rozvoj e-commerce a s tím spojené měnící se spotřebitelské chování cílového zákazníka, tlak na inovace a související rostoucí pozornost k udržitelnosti. Takzvaná poslední míle značně ztěžuje uspokojení v rámci moderních logistických trendů, dodání zboží v co nejkratším čase a co nejblíže zákazníkovi.

Poslední míle je právem považována za jednu z nejdražších, neefektivních a nejvíce znečišťujících částí dodavatelského řetězce. Některé studie odhadují, že poslední míle představuje 13 až 75 % celkových nákladů dodavatelského řetězce v závislosti na různých faktorech [1].

Efektivita závisí na mnoha faktorech, jako je hustota spotřebitelů, ideální časová okna, doba kongesce, fragmentace nabídky, jejich velikost, rozmanitost a v neposlední řadě rozsah městských čtvrtí. Logistika poslední míle má mnohé negativní aspekty, např. emise skleníkových plynů, znečištění ovzduší, hluk a dopravní zácpy. V rámci řešení je nutné porozumět poslední míle a pracovat i na různých ekologických a sociálních řešeních udržitelnosti při zachování spokojenosti zákazníků.

Logistické společnosti, veřejná a státní správa v tomto ohledu hledají různá řešení v oblasti udržitelnosti a snižování emisí CO₂, aby dosáhly a splnily evropské požadavky pro „green deal“ [2].

Pro logistické společnosti existuje několik problémů spojených se zásobováním obydlených městských oblastí. Na jedné straně je to omezený přístup do vnitřních částí měst, protože zásobovací vozidla takřka soutěží s osobními auty o stejný prostor, což vede k dopravním zácpám, nehodám a zvýšeným hodnotám emisí. Na druhou stranu města rostou nejen populačně, ale i plošně, což vede k prodlužování přepravních časů a jejich celkové složitosti. To vše má za následek nižší kvalitu služeb, nižší spolehlivost dodávek a vyšší náklady na dodávky a zároveň snížení kvality života ve městě [3].

Jedním z řešení těchto problémů je vytvoření centrálního skladu poblíž začátku tzv. poslední míle, primárně využívaného pro vyzvednutí a doručení. Tyto skladы mohou mít mnoho podob, od svozových boxů pro zákazníky až po kontejnerová skladiště tvořená kontejnery na



nevyužitém parkovišti. Odtud jsou pak doručovány zákazníkovi na místo určení, ať už na kole, na motorovém skútru nebo v dodávkou mimo špičku. Zde je kladen důraz na ekologickou stopu.



Obr 1 Možnost zásobování mikro depa a doručení v rámci poslední míle nákladním kolejem

Zdroj: https://eit.europa.eu/sites/default/files/compilation_of_different_micro_depot_solutions_new_template.pdf

1 DISTRIBUČNÍ CENTRA VS MIKRO DEPA

Než bliže popíšeme podobu mikro dep, je důležité si ujasnit hlavní rozdíly oproti klasickému distribučnímu centru [4]. Distribuční centra jsou využívána více různými způsoby, jako centrální sklad pro daný region nebo pro nejbližší větší město: především jako odběrné místo pro více dodavatelů, na které pak navazuje další část logistického řetězce, obsahují například i skladování zásilek a jejich následnou distribuci do mikro depa. Rozměry se obvykle pohybují kolem 5 000 – 10 000 m², což automaticky vylučuje jejich výstavbu v blízkosti center měst. Taková distribuční centra se většinou nacházejí v blízkosti hlavního dopravního spojení. Slouží jak jako překladiště, tak i jako sklad na nezbytně nutnou dobu. Tím se liší od mikro depa, které lze postavit jak stacionárně, tak i mobilním způsobem. Hlavním omezením těchto mikro dep je jejich kapacita, proto je třeba jejich kapacitu vždy pečlivě propočítat [5].

2 MIKRO DEPO

Možnosti technologického výběru dopravy závisí na délce přepravní trasy a objemu přepravovaného zboží. V současné době jsou elektromobily považovány za ideální volbu pro místní dopravu, tedy naprostě ideální pro dopravu městskou. Stále je zde ale hlavní podmírkou objem přepravovaného zboží, který je pro tato vozidla limitující. Na delší trasy jsou stále vhodnější vozidla s klasickým spalovacím motorem. Elektrokola mají kratší dojezd a výrazně nižší přepravní objem než dodávka. Z tohoto důvodu jsou sdílená mikro depa vhodná zejména pro použití elektrokol a dalších různých menších řešení [6].

Očekává se, že realizace mikro depa usnadní městskou dopravu a zároveň významně sníží emise. Používaná elektrokola nemají žádné lokální emise, ani skleníkové plyny, ani (což je důležitější pro kvalitu městského ovzduší) žádné výfukové plyny. Jediné lokální emise pocházejí z kamionů, které mají za úkol zásobování mikro dep. Elektrokola samozřejmě generují nesrovnatelně méně hluku než kamiony a neblokují ulice tolik jako dodávky. Koncept mikro depa je vhodný zejména pro hustě obydlené oblasti. Pro některé městské oblasti je však nutná kombinace různých řešení, kupř. mikro depa a e-cargo kola pro vlastní centrum města a



elektrická vozidla pro širší centrum.

Hlavní nevýhodou tohoto konceptu je, že některá řešení zahrnují dočasné uložení kontejnerů uvnitř města. Kontejnery zabírají cenný prostor, který by bylo možné využít pro jiné činnosti, jde např. parkoviště.

2.1 Elektrokola

Nákladními koly mají být nahrazena nákladní distribuční vozidla, jako jsou nákladní nebo dodávkové automobily. Nová městská logistika je definována dvěma procesy:

- Transportní vozidlo, dodávka nebo kamion dopravuje zboží do mikro depa ve městě.
- Nákladní kolo, které je flexibilnějším vozidlem, dopravuje zboží z tohoto mikro depa k zákazníkovi.

Obecně platí, že nákladní kola mají větší potenciál v hustých a přeplňených městech s problémy se znečištěním. Navíc jsou výhodnější v úzkých ulicích a v zónách, které by jinak mohly být pro těžší vozidla nedostupná. Cyklistická logistika se v současné době etabluje jako slibné řešení pro dodávky na poslední míli i v rámci města. Jedná se již o osvědčenou reálnou alternativu k motorizované dopravě v městských oblastech, zejména díky faktorům, jako je rostoucí povědomí o ekologických problémech a problémech souvisejících s městskou nákladní dopravou.



Obr 2 Nákladní kolo

Zdroj: <https://stock.adobe.com/cz/images/cargo-bike/305671800>

2.2 Mikro depo

Provozy mikro skladů by se měly nacházet v oblastech s vysokou poptávkou, vysokou hustotou dodávek a celkovým objemem dodávek. Měly by obsluhovat oblasti města, kde je provoz dodávek obtížný kvůli omezenému prostoru pro velká vozidla, omezenému přístupu v ulicích nebo omezeným dopravním podmínkám. Mikro depo může být stacionární nebo mobilní. Mobilní mikro depo je obvykle realizováno přepravním kontejnerem dočasně umístěným v blízkosti příslušné oblasti dodání. Tím lze snížit související náklady. Alternativou jsou stacionární mikro depa, která lze zřídit v nevyužitých prostorách v přízemí budov, na



nádražích nebo na parkovištích mimo hlavní ulice.

Oba typy mikro skladů se výrazně liší jak potřebným vybavením, tak dopadem na prostředí města. Dostupnost odpovídajícího prostoru je největší překážkou pro realizaci stacionárního mikro depa. Kontejnery také zabírají cenný prostor, který by bylo možné využít k jiným účelům, např. parkování. Kromě toho může kontejner zhoršit estetiku městského panoramatu. To znamená, že takový kontejner musí být buď skrytý, nebo musí být integrován do panoráma města. Znamená to také, že do rozhodovacího procesu jsou zapojeni představitelé města a obyvatelé, aby se dospělo k univerzálně přijatelnému řešení [7].

Obecně platí, že sektor logistiky není ochoten platit za prostor, proto se často diskutuje o využití obecných nemovitostí. Prostor využívaný pro logistický provoz musí být navíc dostupný celoročně a přístupný během dne. To zvyšuje důležitost výběru místa v procesu plánování realizace mikro dep.

Prostor by měl být volen s ohledem na rozměry mikro depa a jeho potřebné vybavení (minimálně 15 – 20 m²) v závislosti na tom, zda se jedná o mobilní nebo stacionární mikro depo a objemu průměrných objednávek dané lokality. Musí mít také dobře přístupný vjezd, aby před mikro depem mohla zastavit dodávková vozidla a bylo možné je co nejrychleji obslužit (vyložit/ případně naložit). Pokud jde o vybavení, některá mikro depa mohou být vybavena i šatnami, toaletami a také odpočívárny pro zaměstnance/řidiče/cyklisty, jiné mohou mít nabíjecí stanice pro elektrokola a dočasné úložiště osobních věcí zaměstnanců.

Pro provoz mikro dep lze použít různé provozní modely. Logistické společnosti mohou provozovat objekty samy, což znamená, že každá taková společnost potřebuje vlastní depo nebo síť dep ve městě (koncept nekooperativního využití); alternativně si různé společnosti mohou vyhradit definovanou část skladu pro své logistické operace a sdílet přitom koupelny, kuchyně, distribuční prostory a další vybavení (koncepce kooperativního využití).



Obr 3 Městská logistika

Zdroj: <https://www.swisslog.com/en-us/about-swisslog/our-offering/industry-40/smart-city-logistics-urban-fulfillment>

Dalším provozním konceptem vedoucím k efektivnějším využitím dostupného prostoru je model pronajímatele, kdy mikro depo (sklad) provozuje město nebo obec sama. Zde vyčleňuje veřejný prostor pro instalaci mikro depa a investuje finanční prostředky do jeho provozu. Provozovatel musí samozřejmě nejprve zajistit, aby přidělená plocha odpovídala potřebám poskytovatelů logistických služeb. Výhoda pro provozovatele spočívá v možnosti reguloval

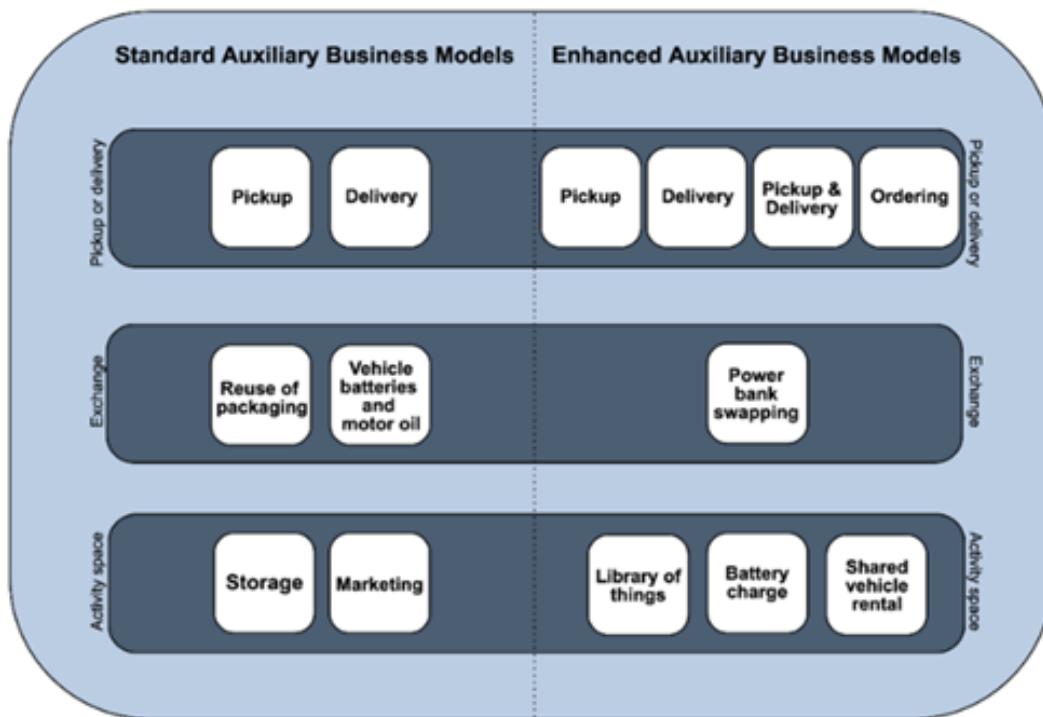


využití vozového parku a tím určovat, kdo jej bude využívat. Poplatky lze například upravit na základě environmentálních faktorů, například zda logistické společnosti používají pro dodávky do mikro depa způsoby dopravy šetrné k životnímu prostředí.

Mikro depa jsou v současné době provozována jako jedno-podniková zařízení (nekooperativní koncept využití území). Výhodou tohoto přístupu pro obecní úřady je, že kromě přidělení veřejného prostranství nevyžaduje pro obec další organizační aktivity. Sdílené mikro sklady se v současné době zakládají ve městech po celém světě se zařízeními sdílenými několika poskytovateli logistických služeb, kteří působí buď samostatně, nebo pod jednou zastřešující organizací. Zatímco obecní/městské úřady tento koncept často upřednostňují, logistické společnosti jej většinou odmítají.

Jako střední bod v procesu doručování je mikro depo mobilní, tedy řešení, které má z pohledu místních úřadů potenciál snížit dopad doručovacích služeb v městských oblastech na životní prostředí. Studie hodnotící výsledky implementací mikro úložišť ukázaly, že využití mikro dep spolu s použitím nízkoemisních vozidel pro fázi dodávky na poslední míli může nabídnout ekologické, ekonomické i sociální výhody.

Ve fázi plánování výstavby mikro úložišť je rozhodujících několik faktorů. Mikro depa úspěšněji fungují s podporou městského úřadu, který poskytuje prostor pro jejich zřízení. Dalším důležitým hlediskem při zakládání mikro dep je jejich umístění. Logistické zařízení tohoto typu by mělo obsluhovat části města, kde je doručování obtížné kvůli omezenému prostoru pro větší vozidla, omezenému přístupu do a z ulic nebo jinak omezeným dopravním podmínkám. Provozní model mikro dep by daleko měl být zvolen tak, aby umožňoval zapojení co největšího počtu aktérů, tj. místních úřadů, poskytovatelů logistických služeb a občanů, jakož i změny v chování aktérů, aby byl zajištěn hladký přechod z pilotní fáze na nepřetržitý provoz.



Obr 3 Kategorizace pomocných obchodních modelů.

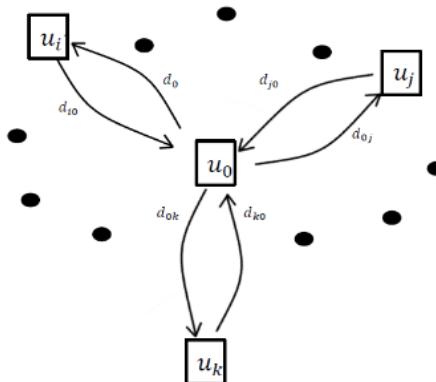
Zdroj: [11]

3 ROZHODOVÁNÍ

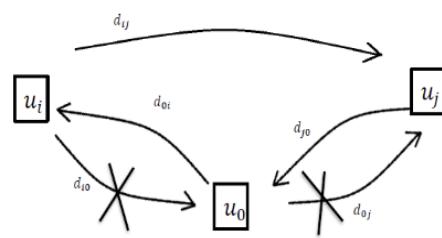


Organizace provozu mikro depa je založena na vlastnických vztazích. Z tohoto pohledu jsme zvolili následující režimy fungování mikro depa, které považujeme za základní: vlastní mikro depo, kde firma využívá veškeré zdroje / sdílené mikro depo, kde jednotlivá firma využívá definovanou část zdroje / mikro depo ve vlastnictví města, kde má místní správa nejjednodušší možnost o zdrojích rozhodovat.

Cílem návrhu každého systému je jeho optimální chování. To znamená vyřešit skupinu optimalizačních problémů, v tomto případě především logistických a dopravních. Jednou z možností je metoda Clarke-Wrightova [8], která dokáže zefektivnit cesty mezi uzly a tím zlepšit parametry řešení (např. v kritériích níže). Pro ilustraci postupu pro výpočet míry přínosů musíme nejprve stanovit výchozí podmínky řešení Clarke-Wrightovou metodou, což je obvykle soubor kyvadlových jízd.



Obr 5 Původní řešení



Obr 6 Ilustrace úspor

Na základě Obr 5 výše, je znázorněno, že jde o hvězdicovou trasu $u_0 - u_i - u_0 - u_j - u_0$, ujetá vzdálenost bude:

$$d = d_{0i} + d_{i0} + d_{0j} + d_{j0} \quad (1)$$

Pokud se rozhodneme sloučit dvě samostatné jízdy k zákazníkům do okružní jízdy ke stejným zákazníkům, jde o okružní trasu $u_0 - u_i - u_j - u_0$, ujetá vzdálenost se bude rovnat:

$$d = d_{0i} + d_{ij} + d_{j0} \quad (2)$$

Ze znázornění obou vztahů na Obr. 6 se v druhém z nich ztratily vzdálenosti d_{i0} a d_{0j} a jedna vzdálenost byla přidána d_{ij} , toto přidání poněkud snižuje úsporu. Koeficient, který představuje výpočet úspory mezi uzly u_i a u_j , vychází z náhrady výše uvedené dvojice kyvadlových jízd do jedné kruhové cesty a má tvar:

$$u_{ij} = d_{i0} + d_{0j} - d_{ij} \quad (3)$$

Řešení je pětistupňový proces. Existuje několik pohledů, jak v tomto kontextu hodnotit jednotlivá řešení [12]. Pro stanovení přínosů je nutné porovnat výchozí situaci s navrženými strukturami mikro dep (samostatnými nebo sdílenými). Srovnání musí zahrnovat zúčastněné strany, tj. primárně obyvatele města, místní úřady i obě strany logistického řetězce B2C, tedy



podniky a zákazníky, a musí být hodnoceno nejen z ekonomického hlediska, ale i z hlediska udržitelnosti a životního prostředí.

Možná struktura hodnotících kritérií by měla obsahovat (bez pořadí důležitosti):

- **Životní prostředí:**
Emise skleníkových plynů (jak z dopravy, tak z procesů skladování);
znečištění ovzduší (např. nepoužíváním vozidel se spalovacím motorem);
Hluk.
- **Ekonomické parametry**
(pro logistické společnosti, zákazníky, obyvatele a provozovatele):
Peněžní náklady na mikro sklady;
Ne peněžní náklady.
- **Sociální aspekty:**
Veřejnost a vláda;
Obyvatelé;
Zákazníci;
Obchodní partneři.

Toto hodnocení/multikriteriální analýza bude těžištěm disertační práce prvního autora, která by měla mít podobu metodiky pro tuto oblast a bude zahrnovat procesy reverzní logistiky.

4 MOBILNÍ APLIKACE JAKO ŘEŠENÍ

Existuje poměrně velké množství informací z logistického dodavatelského řetězce. A také existuje mnoho dílčích aplikací, které pracují s vybranými informacemi a poskytují je uživateli k jeho rozhodování. Vizí myšlenky řešení je navrhnut aplikaci komplexní, která poskytne vše potřebné k optimalizaci logistického dodavatelského řetězce na poslední míli nejen pro zákazníka, ale i pro doručovatele [9]. Musí se zaměřit na několik oblastí:

- **Optimalizace tras a vjezdů do center měst:**
Díky optimálním trasám je naše volba optimálním způsobem pro doručování na poslední míli, kde může pomocí efektivně řídit doručovací společnosti, zvýšit kapacitu doručování a minimalizovat neúspěšné dodávky/nájezdy – proměnit logistiku na poslední míli z problému na obchodní aktiva. Optimalizace trasy znamená proces hledání nejkratších a cenově nejvhodnějších cest pro zpracování jednotlivé dodávky. Protože trasy řidičů obvykle zahrnují mnohem více než dva body, nalezení nejlepší trasy je složitý problém. Správné rozložení/umístění mikro depa považujeme za velmi důležité.
- **Sledování objednávek v reálném čase a automatická upozornění zákazníků:**
Pomocí GNSS sledování lze sdílet aktuální polohu všech řidičů, a tedy souvisejících zásilek. Zákazník tak dostane přesné informace a bude moci dorazit do místa předání s předstihem. Svou součinností tak pomáhá rychle zvládnout předání a přispívá tak i k plynulosti a rychlosti doručení další zakázky. Současné aplikace z velké části dokáží sice také odhadovat čas příjezdu, ale zákazník je většinou informován až ve chvíli, kdy začíná příjezd na výdejní místo. Tento přístup umožňuje zákazníkovi poskytnout všechny potřebné informace v reálném čase. Další výhodou je snížení počtu neúspěšných dodávek a eliminace volání na zákaznický servis ohledně změn ve finálním dodání zásilky.



- **Automatické plánování trasy založené na časových oknech a dalších omezeních** (například EN 14892 [10]):

Klíčovou výzvou při plánování trasy jsou všechna omezení, které musí dispečer nebo řidič zvážit před zahájením cesty. Jsou jimi např. kapacita použitého vozidla, různé disponibility zákazníků, technické možnosti vozidla jako možnost zajistění požadovaného teplotního režimu dodávaného zboží, jízdní řády a režimy řidičů, časové možnosti vjezdu do některých oblastí a mnoho dalších. To může být extrémně časově náročné (resp. dokonce nemožné), pro ruční zpracování. Naše aplikace by respektovala všechna tato omezení. Dokáže se přizpůsobit všem představitelným faktorům a připravit optimální trasu již od prvních přijatých objednávek.

Navrhované řešení dokáže zohlednit všechny proměnné a efektivně naplánovat doručení aplikace všem zákazníkům. Přispěje k tomu, že zboží/zásilky budou doručeny co nejrychleji a nejlevněji.

ZÁVĚR

Koncept mikro depa a následná distribuce: Z pohledu autorů jsou mikro depa možnou budoucností každého většího města. Je tlak na snižování produkce skleníkových plynů, znečištění ovzduší, celkově čistší ulice a v neposlední řadě hluk ve městech. Čím více se budou tato depa stavět, tím lépe se budou moci řídit tyto hodnoty. Následná expedice pomocí nákladních kol nebo jiných elektrických vozidel bude ekologicky přijatelnější variantou, a to jak při zachování logistické úrovně, tak při respektování standardů daného města.

Vzhledem k neustále se zvyšujícím požadavkům zákazníků na doručení, kdy je možné objednané zboží obdržet doslova do několika hodin, a to až ke dveřím zákazníka. Z pohledu zákazníka jde o úsporu času, cestování a celkový komfort. Z pohledu dodavatele se však jedná o náročnou logistickou operaci, která je limitována výše popsanými důvody. Zákaznický servis se z našeho pohledu dostává na pomyslný vrchol. Jsou realizována doručování pomocí dronů nebo různých robotů. Ale podle nás při plánování tras a celkového zásobování určitých oblastí, ať už přes různá distribuční centra nebo popisovaná mikro depa, vždy jako první vidíme směr toku materiálu k zákazníkům. Musíme však brát v potaz také zpětný tok tedy reverzní logistiku, který bývá, alespoň zpočátku, často opomíjen, a to je z našeho pohledu velká chyba. Ale dopředný i zpětný dok se stále častěji stává součástí jednoho logistického systému a jako takový je komplexně zkoumán i řešen. Takovéto moderní trendy doručování/sběru jsou nezbytné mezi jiným pro opětovné využití použitého zboží, obalů a celkového odpadu spojeného s úplným životním cyklem každého výrobku. Těmito tématy se bude zabývat disertační práce.

PODPORA

Představené téma má podporu Technologické agentury České republiky prostřednictvím projektu CK03000085 Implementace městské logistiky do procesu plánování udržitelné městské logistiky.

LITERATURA



- [1] Bosona, T., 2020. Urban Freight Last Mile Logistics – Challenges and Opportunities to Improve Sustainability: A Literature Review. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su12218769>.
- [2] Czech-Slovak EC Initiative: Lean + Green. [on-line] <https://www.lean-green.cz/> [cited 22.1.2023]
- [3] IPR (Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy): Studie city logistiky na území hlavního města Prahy. Praha 2019. [on-line] https://iprpraha.cz/uploads/assets/dokumenty/2019-05-09_studie_citylogistiky.pdf [cited 17.1.2023]
- [4] Dreischerf, A. J., Buijs, P., 2022. How Urban Consolidation Centres affect distribution networks: An empirical investigation from the perspective of suppliers. *Case Studies on Transport Policy* 10, 518–528. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.01.012>.
- [5] Tausova, M; Matuskova, S; Domaracka, L; Culkova, K; Pena, N; Mikita, M: European Climatic and Energy Strategy and its Goal Achieving in V4 Countries. In *Acta Montanistica Slovaca* Vol. 26, Iss. 4, Kosice 2021. DOI 10.46544/AMS.v26i4.18
- [6] Oosterom, J. The SMART Delivery Challenge; Unpublished work; Studio IlluStek: Breda, The Netherlands, 2020
- [7] EIT Urban Mobility: Shared micro depot for urban pickup and delivery. Fraunhofer IML, Dortmund (Germany) 2020. [on-line] https://eit.europa.eu/sites/default/files/stakeholderevent_summary.pdf [cited 10.1.2023]
- [8] Clarke, G; Wright, J. W.: „Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points“, *Operations research* 12, 1964, pp 568-581
- [9] Stopka, O., Jeřábek, K., Stopková, M., 2020. Using the Operations Research Methods to Address Distribution Tasks at a City Logistics Scale. In: *Transportation Research Procedia*. Vol. 44 - 20th Horizons of A. České Budějovice: Elsevier B.V., 2020. 348–355. ISSN 2352-1457. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.02.032>.
- [10] EN 14892 (762010), 2006. Dopravní služby - Městská logistika - Směrnice pro stanovení omezeného přístupu do městských center. Available at: <https://shop.normy.biz/detail/76081>.
- [11] Rosenberg, L.N.; Balouka, N.; Herer, Y.T.; Dani, E.; Gasparin, P.; Dobers, K.; Rüdiger, D.; Pättiniemi, P.; Portheine, P.; van Uden, S. Introducing the Shared Micro-Depot Network for Last-Mile Logistics. *Sustainability* 2021, 13, 2067. DOI 10.3390/su13042067
- [12] Sørensen et al., 2017. A critical analysis of the “improved Clarke and Wright savings algorithm”. Article in *International Transactions in Operational Research*. <https://doi.org/10.1111/itor.12443>.



PROCESS MANAGEMENT AND PROCESS MODELING IN LOGISTICS

PROCESNÍ ŘÍZENÍ A MODELOVÁNÍ PROCESŮ V LOGISTICE

Ing. Libor Kavka, Ph.D.

Department of Bachelor Studies

College of logistics

e-mail: libor.kavka@vslg.cz

Abstract

When approaching logistics as a systems science dealing with the management of flows, process management can be effectively utilized. Process management, in contrast to functional management, clearly defines individual processes, subprocesses, and activities, including their required resources. Within a wide range of manufacturing, technological, organizational, and other processes, logistical activities can be identified, modeled, and managed using the process approach. This includes the presentation of some basic types of process modeling and their application in logistics. Several basic notations and languages are used for graphical representation of processes, including Unified Modeling Language (UML), Architecture of Integrated Information Systems (ARIS), and Business Process Model and Notation (BPMN).

Abstrakt

Při přístupu k logistice, jako k systémové vědě zabývající se řízením toků, lze velmi obratně využít procesního řízení. Procesní řízení oproti funkčnímu řízení jasné definuje jednotlivé procesy, subprocesy a činnosti, včetně jejich potřebných zdrojů. V celé škále výrobních, technologických, organizačních a dalších procesech lze nalézt logistické činnosti, které lze s výhodou modelovat a procesně řídit. Součástí je představení některých základních typových způsobů modelování procesů a jejich využití v logistice. Pro zápis procesů je použito několik základních notací a jazyků pro grafické znázornění procesů a to UML (Unified Modeling Language, ARIS (Architecture of Integrated Information Systems) a BPMN (Business Process Model and Notation).

Key words

Process management, Process modeling, UML, ARIS, BPMN

Klíčová slova

Procesní řízení, Modelování procesů, UML, ARIS, BPMN

ÚVOD

V mnoha společnostech a organizacích zabývajících se různou činností (výroba, služby, administrativa, atd.) přetrvává funkční řízení nad procesním. Funkční řízení se zaměřuje na řízení jednotlivých funkcí nebo oddělení. Klade důraz na specializaci a výkon v rámci



jednotlivých funkcí. Procesní řízení se zaměřuje na řízení a optimalizaci jednotlivých procesů v organizaci. Klade důraz na sledování toku práce, efektivitu a zlepšování procesů. Proto je věnována pozornost procesnímu řízení i z hlediska logistických činností. Pochopení principů procesního řízení může zdokonalit řízení a optimalizaci toků i z hlediska logistiky[1].

1 PROCESNÍ ŘÍZENÍ

Pokud procesem rozumíme posloupnost činností nebo kroků, které jsou provedeny za účelem dosažení určitého cíle. Je to systematický způsob, jakým se realizují činnosti s ohledem na stanovené cíle, a může být aplikován v různých oblastech.

Z hlediska hierarchie lze procesy rozdělit na jednotlivé subprocesy stávající se z jednotlivých činností.

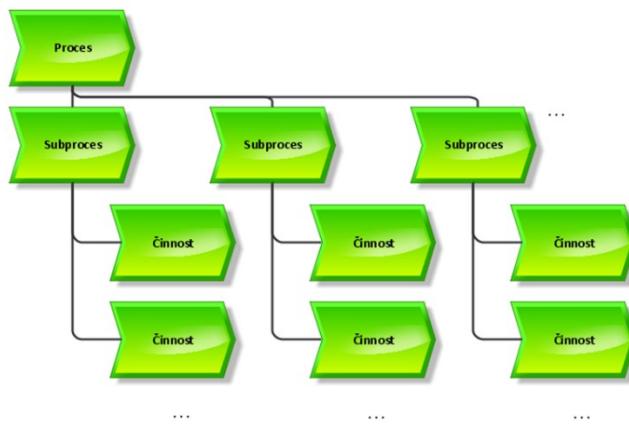


Fig. 1 Hierarchie procesu
Zdroj: Vlastní zpracování podle [2].

Řízený proces obsahuje typické procesní prvky a jejich vztahy, má typickou procesní strukturu a při jeho řízení je významným proces zlepšování. Řízený proces má tyto typické prvky: vstupy, výstupy, transformační činnosti, klíčové indikátory, vlastníka procesu, případně podpůrné činnosti, řízení včetně zlepšování [3].

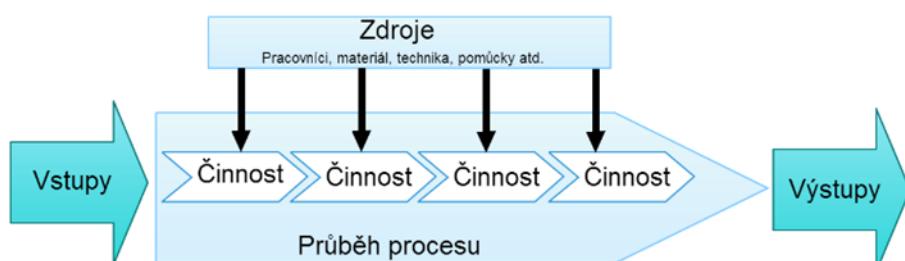


Fig. 2 Model procesu
Zdroj: [4].

Logistickými procesy jsou potom ty procesy, v nichž probíhají logistické činnosti za účelem uskutečňování logistického toku. Z hlediska hierarchie můžeme procesy rozdělit na



jednotlivé subprocesy stávající se z jednotlivých činností [2].

Klasifikace procesů

Procesy jsou klasifikovány z hlediska důležitosti pro řízenou organizaci:

- Hlavní procesy někdy se uvádí také jako klíčové procesy. Korespondují s posláním a vyzí organizace. Respektují důvod existence organizace.
- Řídící procesy někdy označované jako manažerské procesy zajišťují řízení organice naplňování strategie, kvality atd.
- Podpůrné procesy někdy vedlejší. Jsou to obslužné procesy zabezpečující chod organizace.



Fig. 3 Klasifikace procesů

Zdroj: Vlastní zpracování.

Vlastnosti procesů

- Řídí v horizontálním sledu
- definuje pracovní postup (proces) jako ucelený sled činností napříč organizací
- pro každý proces definuje jeho vstupy, výstupy a zdroje
- definuje osobní zodpovědnost za proces i za každou činnost
- nastavuje systém měření výkonnosti procesů činností.

2 MODELOVÁNÍ PROCESŮ

Modelování procesů je proces tvorby reprezentace a vizualizace procesu za účelem lepšího porozumění, analýzy a optimalizace. Modelování procesů umožnuje organizacím zachytit, popsat a komunikovat o různých aspektech procesu. Je mnoho notací a způsobů jak procesy zachytit a vizualizovat.

Unified Modeling Language (UML)

UML je soubor grafických notací, který slouží pro specifikaci či vizualizaci systémů, a to včetně zápisu business procesů. UML neobsahuje metodiku pro analýzu a specifikaci programových systémů. Naopak podporuje objektový přístup k analýze programových systémů. Diagramy UML dělíme do dvou základních skupin, první skupinou jsou strukturní diagramy, druhou pak diagramy chování. Pro svoji všeobecnost a možnost zapojit UML do mnoha oborů se modely diagramů mohou velmi lišit od ostatních[5].

Mezi strukturní diagramy patří[5]:

- diagram tříd



- diagram komponent
- a další dle rozšíření verzí UML

Mezi diagramy chování lze řadit:

- diagram aktivit
- diagram případů užití
- stavový diagram

Dalšími diagramy, které částečně propojují strukturu a chování jsou:

- sekvenční diagram
- diagram interakcí
- diagram komunikace

Pro typovou ukázku byla vybrán technologický proces soustružení kol při údržbě kolejových vozidel.

1. Diagram aktivit

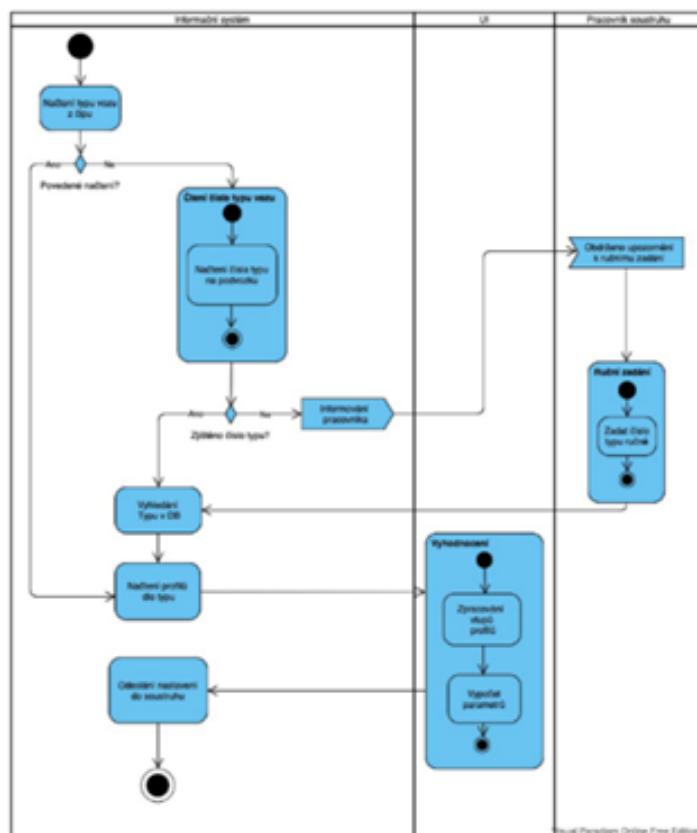


Fig. 4 UML diagram aktivit
Zdroj: [5].



2. Sekveční diagram

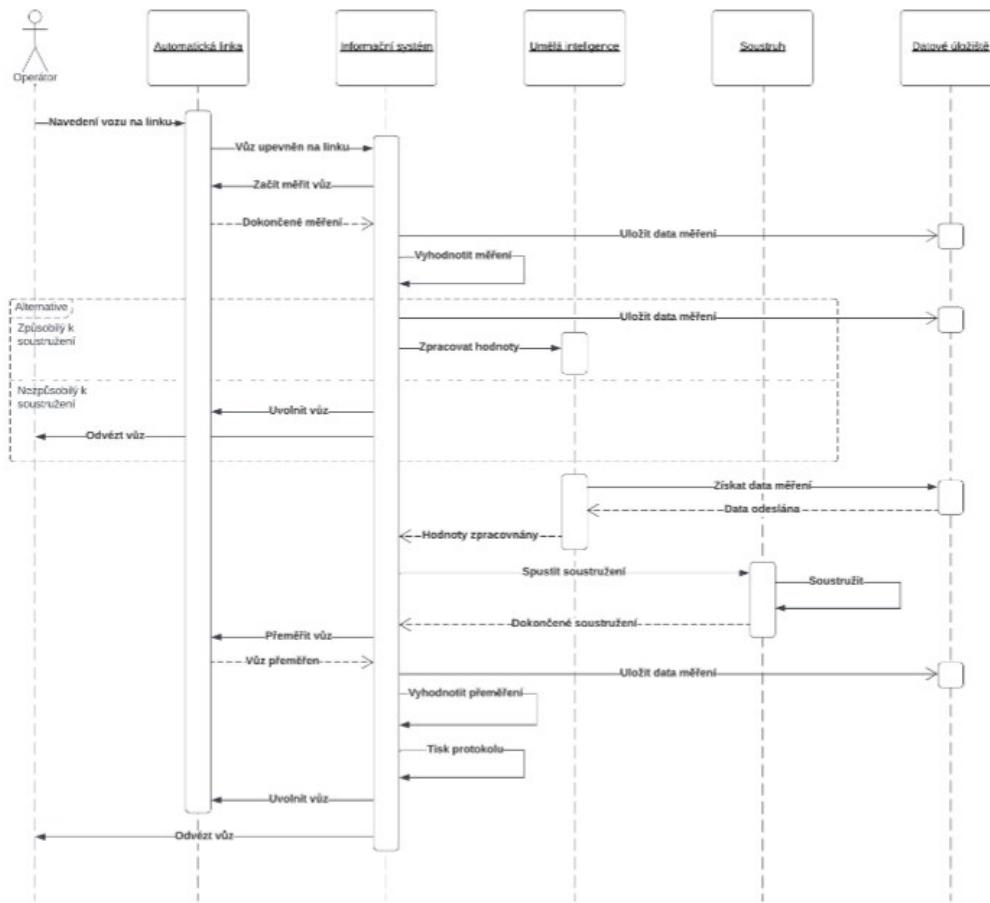


Fig. 5 UML sekvenční diagram

Zdroj: [5].

UML má své výhody pro unifikovanou komplexnost. Pomocí diagramů lze vyjádřit celou řadu závislostí včetně těch logistických a umožnit důslednou analýzu procesu. UML plně respektuje objektově orientované programování, proto lze velmi rychle algoritmovat a propojovat na informační systémy.

ARIS

Metoda ARIS -Architecture of Integrated Information Systems (architektura integrovaných informačních systémů) byla vyvinuta profesorem Dr. Augustem-Wilhelmem Scheerem, jako referenční architektura informačního systému a popisuje podnik pěti pohledy[4]:

- Datový pohled
- Procesní pohled
- Funkční pohled
- Organizační pohled
- Výkonový pohled

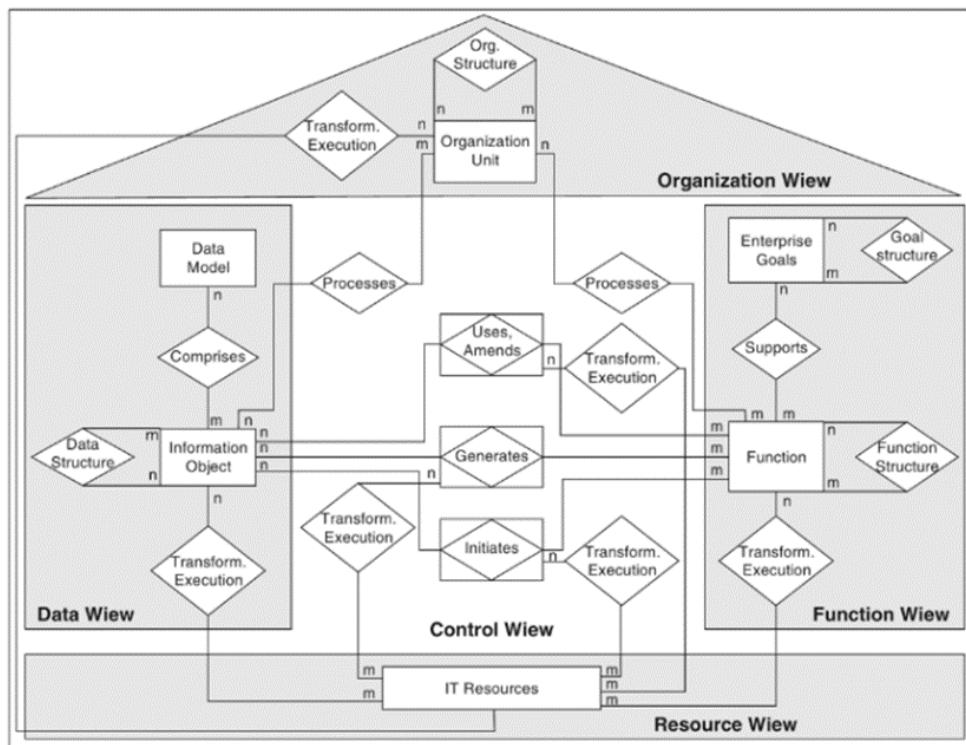


Fig. 6 ARIS koncepcie

Zdroj: [6].

Notace ARIS rozlišuje několik základních typů diagramů[4].:

- Diagram tvorby přidané hodnoty – znázorňuje procesy a jejich popis podle toho jak přispívají k přidané hodnotě
- Diagram „Funkční strom“ – znázorňuje vazby mezi podnikovými procesy (jejich hierarchii)
- Diagram přiřazení funkcí – modeluje procesy ve spojitosti se vstupy, výstupy, parametry, regulátory průběhu a řízení
- Diagram procesního řetězce řízeného událostmi – definuje a popisuje podmínku, při které proces začíná a končí

Business Process Model and Notation (BPMN)

Business Process Model and Notation (BPMN) je standardem pro grafickou reprezentaci firemních procesů v diagramech. Jak uvádí Object Management Group, primárním cílem BPMN je poskytnout srozumitelnou notaci, která bude standardní možnosti, jak vytvářet procesy. Pro uživatele by měla být srozumitelná a měla by pomáhat při řešení problematiky podnikových procesů a jejich modelací[7].

K typovému porovnání je uveden opět BPMN model soustružení[5]:

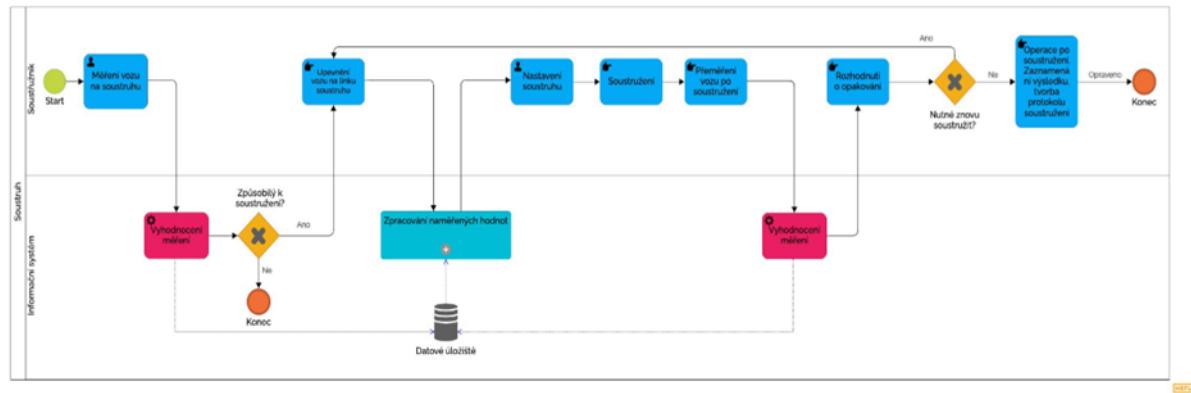


Fig. 7 BPMN model soustružení
Zdroj: [5].

Pro svoji jednoduchost a čitelnost je možné použít u procesně řízených organizací poskytující služby.

Zde je uveden model procesu BPMN přijímacího řízení na střední škole:

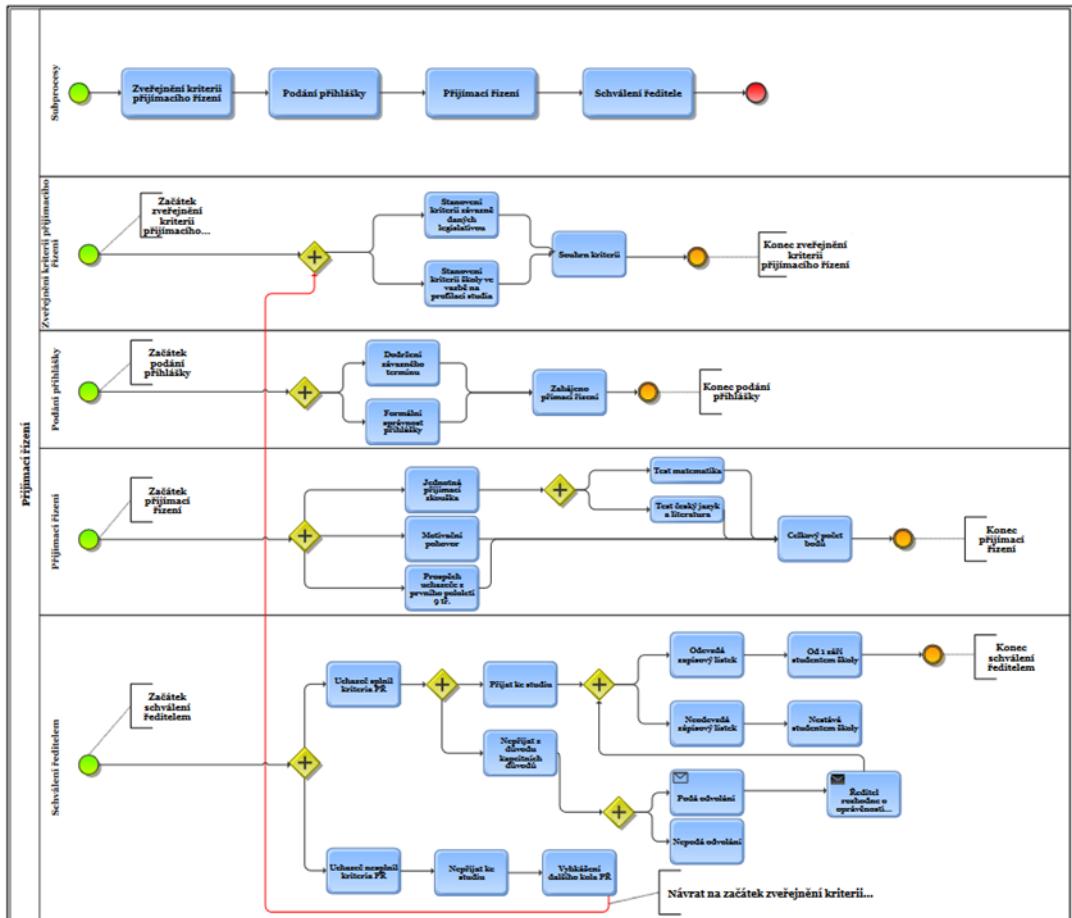


Fig. 7 BPMN model přijímacího řízení
Zdroj: [7].



3 PROCESNÍ ŘÍZENÍ V LOGISTICE

Procesní řízení se v logistice používá k identifikaci, modelování, optimalizaci a monitorování procesů souvisejících s pohybem materiálů, zásobováním, skladováním a distribucí zboží. Při procesním řízení logistiky se identifikují klíčové procesy, jako například zpracování objednávek, správa skladů, plánování dopravy, sledování zásilek a další. Tyto procesy se následně modelují a dokumentují s cílem porozumět jejich posloupnosti, aktivitám, zdrojům a výstupům[2].

Důležitým aspektem procesního řízení logistiky je optimalizace procesů. To zahrnuje vyhodnocení současného stavu procesů, identifikaci oblastí potenciálních zlepšení, implementaci změn a vylepšení a následné monitorování výkonu procesů. Cílem je dosáhnout efektivnějšího pohybu zboží, snížení nákladů, zkrácení doby trvání procesů a zvýšení spokojenosti zákazníků[2].

Procesní řízení logistiky může být podpořeno využitím informačních systémů, automatizovaných technologií a analytických nástrojů pro sledování výkonu procesů a identifikaci oblastí zlepšení. To umožňuje logistickým firmám lépe plánovat, koordinovat a optimalizovat své operace, a tím dosáhnout lepších výsledků a konkurenceschopnosti na trhu.

Jak již bylo zmíněno, procesní řízení je dobrou volbou pro zajištění logistických činností. Procesní řízení je vhodné, jak pro organizace nabízející logistické služby, ale i pro organizace ostatní. Při procesním řízení je vše rozděleno na jednotlivé procesy a podprocesy a následně na jednotlivé činnosti. K této činnosti jsou přiřazeny zdroje potřebné k zajištění těchto činností. Tyto zdroje jsou často materiálového charakteru, lidské zdroje či strojní vybavení, k jejich zajištění využíváme logisticky. Tudíž je procesní řízení pomocníkem k zajištění těchto logistických služeb.

ZÁVĚR

Cílem tohoto článku bylo zhodnotit procesní řízení a modelování procesů na logistické činnosti v organizaci. Velmi často se používá k zaznamenání a modelování procesů grafických notací.

Procesní řízení organizace přispívá k jednoznačnému určení toků potřebných k vykonání jednotlivých kroků procesu a tím se je lépe daří identifikovat. Jasně definované a identifikované toky pomáhají zefektivňovat logistiku.

Procesní řízení je vhodné pro organizace věnující se logistice jako hlavní náplní své vize a mise. Modelování procesu není překážkou k nabízeným logistickým službám. Využívá výhod procesního řízení jako každá jiná organizace. Ostatní procesně řízené organizace pomocí modelů procesů mají zaznamenaný materiálový a nemateriálový tok. Tyto informace opět vedou k zefektivnění logistiky a potažmo k optimalizaci procesů.

Oba přístupy (funkční i procesní) mají své výhody a nevýhody a mohou být aplikovány různými způsoby v závislosti na povaze organizace a jejích cílech. Mnoho organizací kombinuje prvky procesního a funkčního řízení pro dosažení optimálního výkonu a efektivity.

LITERATURA

- [1] Řepa, V. *Procesně řízená organizace*. Praha: Grada, 2012. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-4128-4.



- [2] Koutný, S. *Struktura logistických procesů ve výrobním podniku*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2015. Disertační práce.
- [3] Grasseová, M., Dubec R.a Horák R. *Procesní řízení ve veřejném sektoru: teoretická východiska a praktické příklady*. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1987-7.
- [4] Horák P. *Optimalizace vybraných podnikových procesů*. Brno: Masarykova univerzita, 2015, Diplomová práce.
- [5] Grund, M. *Modelování procesu v dopravním podniku*. Přerov: Vysoká škola logistiky, 2021. Bakalářská práce.
- [6] Polasek, M. *Systém řízení dodavatelských reklamací*. Přerov: Vysoká škola logistiky, 2022. Bakalářská práce.
- [7] Kukura, O. *Modelování procesů v podniku Anglo-německá obchodní akademie*. Přerov: Vysoká škola logistiky, 2022. Bakalářská práce.



LOGISTICS AND THE INDUSTRY 5.0 CONCEPT

LOGISTIKA A KONCEPT PRŮMYSL 5.0

Ing. Lukáš Kubáč

Vysoká škola báňská – Technical University of Ostrava

e-mail: lukas.kubac@vsb.cz

doc. Dr. Ing. Oldřich Kodym

Department of Master Studies

College of logistics

e-mail: oldrich.kodym@vslg.cz

Abstract

Companies are struggling to stay relevant in their industry in the face of an ever-evolving digital world. Major changes in this regard can be observed in the manufacturing and logistics sectors, whose industries are integrating new technologies into their ecosystem. However, the major difficulties faced by these industries during the pandemic have provided an opportunity for positive lessons to be learned. The need to effectively manage and cope with process disruptions during COVID-19 triggered technological changes in Industry 4.0 and Logistics 4.0. The current shift towards sustainability is leading to a move towards the concept of Industry 5.0 and Logistics 5.0 to better meet industrial, technological and logistical objectives without compromising socio-economic and environmental performance.

Abstrakt

Firmy se snaží udržet se ve svém oboru s ohledem na neustále se vyvíjející digitální svět. Hlavní změny v tomto ohledu lze pozorovat ve výrobním a logistickém odvětví, jejichž průmysl integruje do svého ekosystému nové technologie. Velké potíže, kterým tato odvětví čelila v době pandemie, však poskytly příležitost k pozitivnímu poučení. Potřeba efektivně zvládnout a vyrovnat se s narušením procesů během COVID-19 vytvořila technologické změny v Průmyslu 4.0 a Logistice 4.0. Současný posun směrem k udržitelnosti vede k přechodu na koncept Průmyslu 5.0 a Logistiky 5.0, které mají lépe splňovat průmyslové, technologické a logistické cíle bez ohrožení socioekonomické a environmentální výkonnosti.

Key words (up to 5 keywords)

Industry 4.0, Industry 5.0, Logistics 5.0

Klíčová slova

Průmysl 4.0, Průmysl 5.0, Logistika 5.0



INTRODUCTION

In the past, disruptive technological breakthroughs have been the main drivers of industrial revolutions that have changed manufacturing paradigms and methods of meeting customer demand. With the development of mechanisation, steam and water power came the first industrial revolution. Industry 1.0 marked a shift from a craft economy to the dominance of machines and influenced industries such as mining, textiles, agriculture, glass and others [1]. This was followed by the second industrial revolution, which focused on mass production and assembly lines using electricity. This revolution was a period of economic growth, increasing the productivity of businesses, but it also caused a sharp rise in unemployment as machines replaced workers in factories. The third industrial revolution began in the 1970s, when partial automation was introduced through memory-programmable controls and computers. Since then, we have moved a long way towards the automation of entire production processes. An example is robots that perform programmed sequences of operations without human intervention.

The fourth industrial revolution is characterized by the application of information and communication technologies in the industrial environment. It is also referred to as Industry 4.0. It builds on the inventions of the Third Industrial Revolution. Production systems, which are already equipped with computer technology, are supplemented by network connections and the Internet. This allows them to communicate with other factories and report on their own status. This is the next step in the automation of production. The networking of all systems leads to the creation of "cyber-physical production systems" and thus to the emergence of smart factories, where production systems, components and people communicate over the network and where production is almost autonomous. The goal of Industry 4.0, then, is to achieve higher levels of automation and intelligence through greater application of technologies such as the Internet of Things, cloud computing, big data analytics, digital twins, artificial intelligence algorithms, 3D printing, blockchain and others, while placing less emphasis on human, social and environmental elements. By leveraging the efficiency and effectiveness of production processes, Industry 4.0 mainly emphasises the paradigm shift driven by new technologies, but less attention is paid to the human aspects. However, this is perceived as a threat to sustainable human and societal development, which requires more attention and effort from industrial practice and academia. Although this concern can be partially addressed by integrating Industry 4.0 into the context of sustainability, circular economy, green supply chain etc., given the importance of focusing on people, resilience and sustainability, the concept of Industry 5.0 to complement the existing Industry 4.0 to better meet industrial and technological objectives without compromising socio-economic and environmental performance [2] [3].

Future logistics pathways were heavily influenced by the pandemic. On the one hand it has brought unprecedented challenges, but on the other hand it has also stimulated a process of major change in the logistics and manufacturing sector, taking into account factors such as resilience, competitiveness and sustainability. Demand for logistics reached an all-time high as people were often unable to leave their homes, leading to a number of problems such as a shortage of shipping containers, new security measures, staff recovery problems, delays, disruption of supply chains and many others. This exposed the weaknesses of the logistics industry's traditional plans and accelerated the transition to Logistics 4.0. Businesses in this sector have been forced to invest in innovation and new technologies to increase resilience and competitiveness in the coming future. This leads to the need to change production and logistics systems to meet the requirements of sustainability and digitalization simultaneously. This is



where Industry 5.0 comes in, and with it Logistics 5.0.

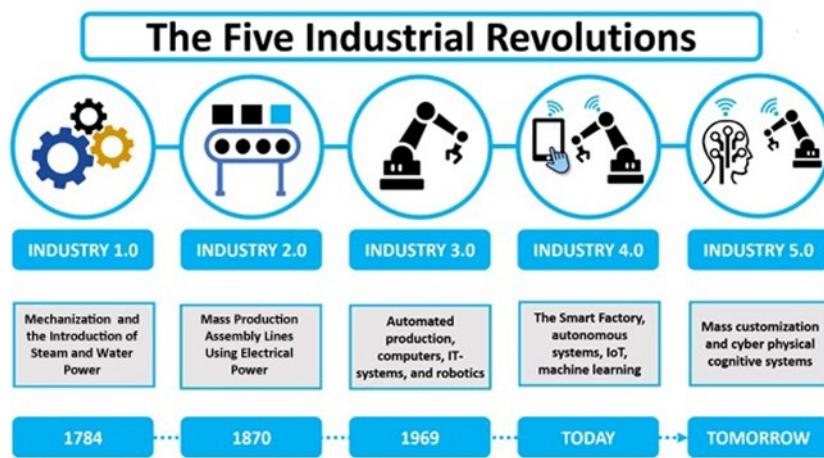


Fig. 1 The five industrial revolutions

Source: Research Nester

1 INDUSTRY 5.0 CONCEPT

The Industry 5.0 concept was created by the European Commission because of the need to integrate European priorities with respect to social and environmental issues and to push businesses and industry to evolve and become more sustainable, resilient and people-centred. Industry 5.0 is an ideology of future industrial development focused on harnessing human creativity working in combination with efficient, intelligent and precise systems. These changes at industry level and in the context of technological innovation require a rethinking of the role of industry and its position and role in society. However, the concept of Industry 5.0 is evolving and there are different definitions developed by different experts and researchers. Nevertheless, the definition of Industry 5.0 shows that it is an innovative concept of production based on the interaction between humans and machines [4]. It is associated with the use of cooperation between the increased performance and efficiency of machines and the innovative potential of people.

The COVID-19 pandemic crisis provided an opportunity to highlight the vulnerability of businesses and industries to economic, technological and social adversity. It was therefore necessary to rethink existing working approaches and methodologies, to improve industries in terms of resilience as well as sustainability and human factors focus [5][6]. Moreover, the turning point and starting point for the transition from Industry 4.0 to Industry 5.0 focuses on changing the relationship between humans and intelligent systems. Although Industry 5.0 builds on Industry 4.0 and incorporates similar technologies, it is important to clearly distinguish the two industrial revolutions. While Industry 4.0 was all about automating processes using intelligent digital technologies to increase efficiency and optimize industrial processes and neglect the human factor, Industry 5.0 focuses on synergy and pairing of humans and machines where human desire and intention will prevail [7].

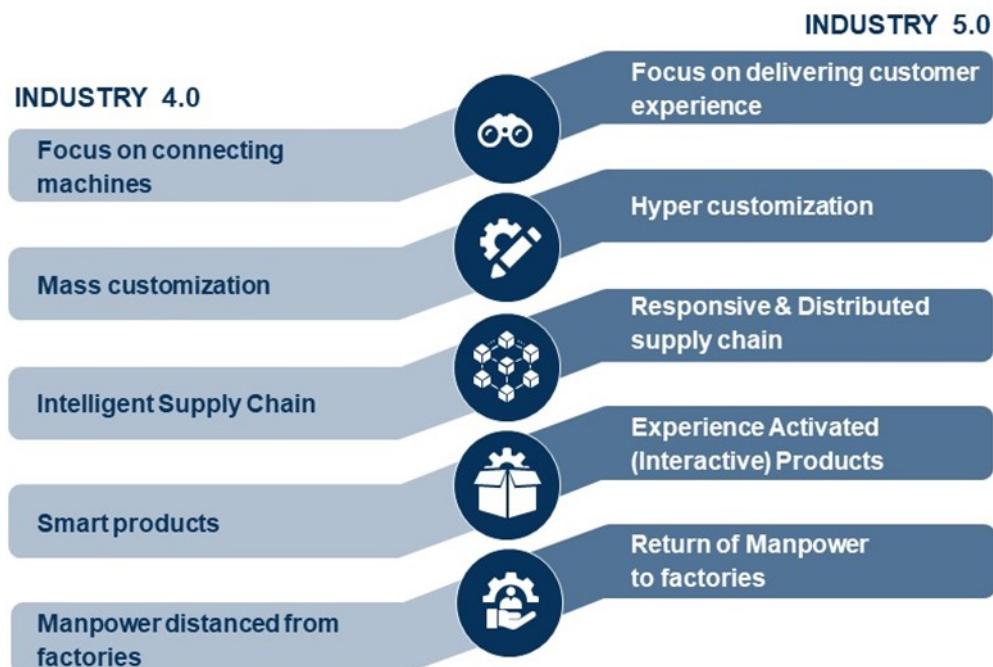


Fig. 2 Industry 5.0 compared to Industry 4.0

Source: Frost & Sullivan

Industry 5.0 reduces the emphasis on technology and assumes that the potential for progress is based on putting humans back into factories, where humans and machines come together and work in full collaboration to increase the efficiency of the production process through human cognitive abilities (creativity and knowledge) and linking them to the workflows of intelligent systems. It aims to increase customer satisfaction by using personalised products. In modern business with technological developments, Industry 5.0 will be necessary for companies to gain competitive advantages and economic growth. Technologically, Industry 5.0 can be considered as the era of the Social Smart Factory or "Social Smart Industry", whose social enterprise networks converge with humans for seamless communication, specifically cyber-physical manufacturing systems synergistically linked with the human factor. In addition, Industry 5.0 is a human-centric solution where humans and technology, such as collaborative robots, work hand in hand. Machines will be used for labour-intensive or repetitive tasks, while humans will oversee personalisation and critical thinking [8]. The interactivity between humans and machines is considered one of the key differences between Industry 4.0 and Industry 5.0, as when this interaction increases, the expression of operators in how products and services are personalised is enhanced, creating a synergistic relationship between technological and social systems.

2 THE THREE PILLARS OF INDUSTRY 5.0

Industry 5.0 is based on three pillars: human-centricity, resilience and sustainability.

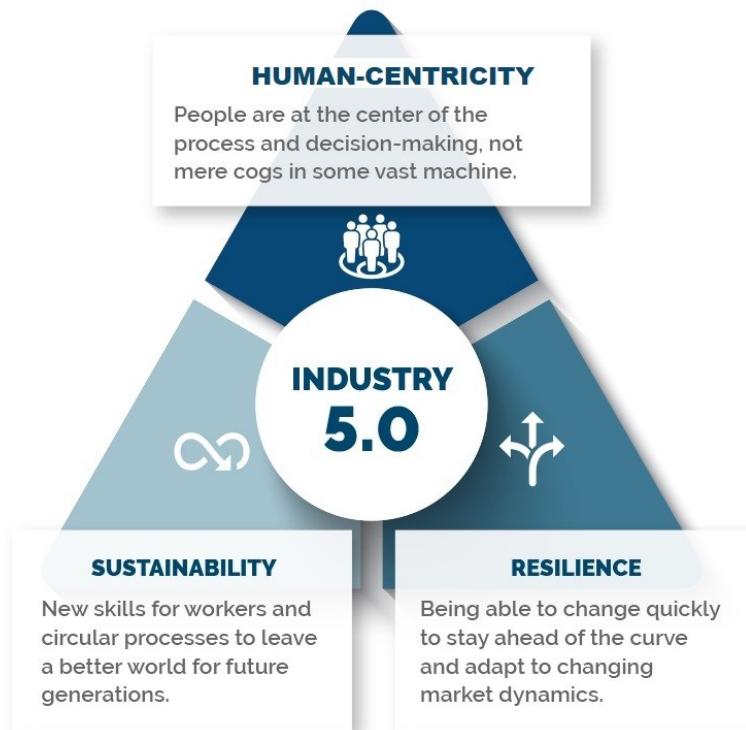


Fig. 3 The three pillars of Industry 5.0

Source: Proaction international

Human-centricity

It expresses the fact that the production and logistics system must be improved with an emphasis on the benefits and needs of humans, changing humans from "costs" to "investments" [9]. From an operational perspective, this encourages the promotion of hybrid alternatives in response to industrial challenges, where human power and the human brain are involved not only in maintaining surveillance, but also in engaging more intelligence and innovation, and to some extent, decision making [10]. Industry 5.0 emphasizes research and development (R&D) activities that aim to convert information into knowledge and meet sustainable social goals by upskilling people through formal education or training programs [9]. From a social and economic point of view, Industry 5.0 not only paves the way to prevent the elimination of human labour involved in manufacturing, but also creates more jobs in supporting industries that provide technological solutions, i.e. robot manufacturing, sensor manufacturing, etc [10]. Based on these objectives, Industry 5.0 is therefore a human-centric model that moves humans back to the centre of production cycles.

Traditionally static production processes can be updated with digital twins and new cooperative robots (cobots), while line workers will be able to exercise greater flexibility in production. A healthy and happy workforce with opportunities for creative personal and professional development is likely to create lasting value for the business.

Resilience

It represents the flexibility and agility that a manufacturing plant must maintain in response to market changes. Customers today are bombarded with high-tech innovations and



products, and according to the constant changes in the market, personalized requirements are one of the most significant challenges for the manufacturing industry. To a greater extent, manufacturing systems are expected to transform from mass customization to mass personalization. From a tactical perspective, this is done by incorporating customers into the design phase to create a personalized product from the ground up. Human-robot collaboration has significant potential for improving operational flexibility in this regard, enabling production versatility in a more time-efficient manner. It is worth emphasizing that while the robot performs the main task, human collaboration facilitates the solution of work and process flow problems [10].

Sustainability

A concept of sustainable development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs. Although social and human issues are an integral part of this concept, in the context of Industry 5.0 they are only discussed in the context of a human-centred orientation. This approach emphasises reverse logistics, circular economy, value chains, etc. Sustainable development aims to protect the environment through sustainable products and logistics systems in order to move towards the goal of zero waste [11]. In addition to waste prevention, production processes must be environmentally friendly, for example by using renewable resources. The adoption of new materials and composites (e.g., moving away from petroleum-based materials) can reduce environmental impact while increasing smart manufacturing practices such as recycling and reusing materials to achieve socio-ecological sustainability goals.

3 CHALLENGES OF INDUSTRY 5.0

In the context of Industry 5.0, it is easy to overlook the potential challenges that businesses should identify and address if they want to be successful in the development of Industry 5.0.

1. Human workers are required to develop competency skills because when working with advanced robots, human workers need to gain knowledge about working with the manufacturer of intelligent machines and robots [12]. In addition to the required soft skills, acquiring technical skills is also a challenge for human workers. Industrial robot programming and control are difficult tasks requiring a high level of technical skills.
2. Adopting advanced technology requires more time and effort from human workers. For Industry 5.0, we need to embrace customised factories connected by software, collaborative robotics, artificial intelligence, real-time information and the Internet of Things.
3. Advanced technologies require investment. A universal collaborative robot is not cheap. Training human workers for new jobs comes at an additional cost. It is difficult for companies to upgrade production lines for Industry 5.0 [13]. The implementation of Industry 5.0 is costly because it requires smart machines and highly skilled employees to increase productivity and efficiency.
4. Security is a challenge for Industry 5.0 because it is essential to establish trust in the relevant ecosystems. Authentication is used at scale in industry to interact with various devices to withstand future quantum computing applications for IoT node deployments. The use of artificial intelligence and automation in Industry 5.0 poses a threat to business and therefore trusted security is a must [14]. Industry 5.0 applications



are focused on ICT systems and therefore this leads to stringent security requirements to avoid security issues.

Limitations of Industry 5.0

The acceptance of and trust in technology is crucial. The adaptation of technology to people must be in line with the training of the people who will use the new technology [15]. The current challenges are security, privacy, lack of skilled personnel, time consuming process and high cost. Future directions for Industry 5.0 are cognitive computing, human-machine interaction and quantum computing.

4 IMPLEMENTATION OF INDUSTRY 5.0

Implementing Industry 5.0 in manufacturing and the supply chain can be a challenging process, but it can also be very beneficial for companies that want to innovate, become more sustainable and remain competitive.

Here are some steps that can be taken in implementing Industry 5.0:

1. Start with a clear strategy: Before implementing Industry 5.0 technologies, it is important to have a clear strategy that outlines the goals and objectives of the transformation. This strategy should include a plan for how the company plans to integrate new technologies and processes, as well as a plan for training and upskilling employees.
2. Emphasising human-machine collaboration: Industry 5.0 is about combining advanced digital technologies with human creativity and innovation. It is important to create a culture of collaboration between human workers and machines and to enable workers to come up with new ideas and approaches to optimise production and delivery processes.
3. Investing in advanced digital technologies: Industry 5.0 requires the integration of advanced digital technologies such as artificial intelligence, machine learning and the Internet of Things into manufacturing and supply chain processes. Companies should invest in these technologies and work with technology partners to develop custom solutions that meet their specific needs.
4. Optimizing manufacturing processes for personalization and sustainability: Industry 5.0 involves a shift from traditional mass production to more flexible and adaptable manufacturing processes that are optimized for personalization and sustainability. This means working closely with customers to understand their needs and preferences, as well as optimising production processes to minimise waste, reduce energy consumption and promote social well-being.



5. Collaboration with suppliers and partners: Industry 5.0 requires greater collaboration and communication between manufacturers, suppliers and customers. Companies should work with suppliers and partners to optimise supply chain processes and ensure that sustainability and social responsibility are prioritised throughout the supply chain.

6. Developing a culture of innovation and continuous improvement: Industry 5.0 requires a change in mindset from traditional planning methods to more innovative and agile approaches. Companies should develop a culture of innovation and continuous improvement and encourage employees to come up with new ideas and solutions to optimise production and supply chain processes.

5 LOGISTICS IN INDUSTRY 5.0

The main theme of Industry 5.0 is the focus on people, which from a pragmatic point of view emphasises the presence and high importance of people in the system. However, there is a trade-off between human integration and automation in order to meet the goals of Industry 5.0, and this problem is found in the context of intelligent automation, e.g. human-robot collaboration. The latter affects the resilience of the logistics system and therefore requires special attention and intelligence to achieve lean collaboration [16].

The role of humans in the logistics system was originally associated with the use of technological advances to maximize the benefits of humans from three functional perspectives, namely assisted work, collaboration and augmented work. The first function emphasizes tasks that are predominantly performed by human operators with the help of assistive technologies. The second function requires collaboration between machine/robot and human. The last function relies on technologies that could augment the physical and visual capabilities of humans. Considering logistics operations in different phases, e.g., manufacturing, warehousing, etc., material handling and information flow are two operational categories that benefit significantly from these applications [17].

Industry 5.0 paves the way for extending this framework by taking into account both resilience and human-centricity. The foundation is to be a skilled operator who uses human creativity, ingenuity and innovation, reinforced by information and technology, as a way of overcoming obstacles to create new, cost-effective solutions to guarantee sustainable continuity of production operations and worker well-being in the face of difficult and/or unexpected conditions. Human-robot collaboration in Industry 5.0 also plays a crucial role in responding to highly unexpected events, which requires high flexibility and production agility to meet rapidly increasing demands. In this respect, collaborative robots (cobots) are one of the most discussed technologies enabling Industry 5.0. However, when integrating cobots into a production or logistics system, two important issues need to be taken into account, namely human skills and cobot behaviour. Humans, as the main lever of Industry 5.0, must be able to interact with cobots through appropriate training. To this end, the use of several assistive technologies, i.e. virtual reality, augmented reality and simulation, is being intensively explored. For example, operators can learn and understand cobot movements under specific conditions without compromising safety measures and productivity [18].



CONCLUSION

Given the importance of the human factor, resilience and sustainability, the emerging concept of Industry 5.0 has pushed the boundaries of research focused on Industry 4.0 technologies towards an intelligent and harmonious socio-economic transformation driven by both people and technology, and where the focus is primarily on the role of people in technological transformation. The core elements of Industry 5.0 show that following the technology-driven transition of Industry 4.0, more attention needs to be paid to social, environmental and human aspects, which will have significant impacts on logistics operations and management. For example, personalisation of requirements implies a personalised delivery system. Involving customers in the design requires highly intelligent CPS and system integration. Human-machine interaction raises the interplay of various issues such as safety, human behaviour, etc. Thus, there are different challenges and approaches to addressing logistics issues in Industry 5.0.

Industry 5.0 is preparing to build a model of an intelligent society in which the relationship between humans and machines and robots is as efficient as possible. Logistics 5.0, which is the equivalent of the efficient use of unattended, society-oriented technologies brought about by Industry 5.0 in the logistics industry, aims to get the maximum benefit from both machines and people in the supply chain. Logistics 4.0 promised that knowledge and intelligence would be produced by people with the help of technology. Logistics 5.0, on the other hand, promises to produce information and intelligence using artificial intelligence, and put it at the service of people.

REFERENCES

- [1] Longo F, Padovano A, Umbrella S (2020) Value-oriented and ethical technology engineering in industry 5.0: a human-centric perspective for the design of the factory of the future. *Appl Sci* 10(12):4182
- [2] Borchardt, M.; Pereira, G.M.; Milan, G.S.; Scavarda, A.R.; Nogueira, E.O.; Poltosi, L.A. Industry 5.0 Beyond Technology: An Analysis Through the Lens of Business and Operations Management Literature. *Organizacija* 2022, 55, 305–321.
- [3] Di Nardo, M.; Yu, H. Special Issue “Industry 5.0: The Prelude to the Sixth Industrial Revolution”. *Appl. Syst. Innov.* 2021, 4, 45.
- [4] Aslam, Farhan, Wang Aimin, Mingze Li, and Khaliq Ur Rehman. 2020. "Innovation in the Era of IoT and Industry 5.0: Absolute Innovation Management (AIM) Framework" *Information* 11, no. 2: 124. <https://doi.org/10.3390/info11020124>
- [5] Madhavan, M.; Wangtueai, S.; Sharafuddin, M.A.; Chaichana, T. The Precipitative Effects of Pandemic on Open Innovation of SMEs: A Scientometrics and Systematic Review of Industry 4.0 and Industry 5.0. *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.* 2022, 8, 152.
- [6] Martins, Y.S.; Domingues, J.P.T.; Poltronieri, C.F.; Leite, L.R. The emergence of Industry 5.0: A bibliometric analysis. In Proceedings of the International Conference on Quality Engineering and Management, Braga, Portugal, 14–15 July 2022; pp. 837–852.
- [7] Nahavandi, S. Industry 5.0—A Human-Centric Solution. *Sustainability* 2019, 11, 4371.



- [8] Angelopoulos, A.; Michailidis, E.T.; Nomikos, N.; Trakadas, P.; Hatziefremidis, A.; Voliotis, S.; Zahariadis, T. Tackling Faults in the Industry 4.0 Era—A Survey of Machine-Learning Solutions and Key Aspects. *Sensors* 2020, 20, 109. <https://doi.org/10.3390/s20010109>
- [9] Pathak A, Kothari R, Vinoba M, Habibi N, Tyagi VV (2021) Fungal bioleaching of metals from refinery spent catalysts: a critical review of current research, challenges, and future directions. *J Environ Manag* 80:111789.
- [10] Abubakr, M.; Abbas, A.T.; Tomaz, I.; Soliman, M.S.; Luqman, M.; Hegab, H. Sustainable and Smart Manufacturing: An Integrated Approach. *Sustainability* 2020, 12, 2280. <https://doi.org/10.3390/su12062280>
- [11] Javaid M, Haleem A, Singh RP, Haq MI, Raina A, Suman R (2020) Industry 5.0: potential applications in COVID-19. *J Industr Integr Manag* 5(04):507–530. DOI: 10.1109/TII.2017.2771382
- [12] Narvaez Rojas, C.; Alomia Peñafiel, G.A.; Loaiza Buitrago, D.F.; Tavera Romero, C.A. Society 5.0: A Japanese Concept for a Superintelligent Society. *Sustainability* 2021, 13, 6567. <https://doi.org/10.3390/su13126567>
- [13] Yin Z, Zhu L, Li S, Hu T, Chu R, Mo F, Hu D, Liu C, Li B (2020) A comprehensive review on cultivation and harvesting of microalgae for biodiesel production: environmental pollution control and future directions. *Bioresour Technol* 301:122804. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122804>
- [14] Tijan E, Aksentijević S, Ivanić K, Jardas M (2019) Blockchain technology implementation in logistics. *Sustainability* 11(4):1185. <https://doi.org/10.3390/su11041185>
- [15] Haleem A, Javaid M (2019) Industry 5.0 and its applications in orthopaedics. *J Clin Orthop Trauma* 10(4):807–808. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2018.12.010>
- [16] Yu M, Lou S, Gonzalez-Bobes F (2018) Ring-closing metathesis in pharmaceutical development: fundamentals, applications, and future directions. *Org Process Res Dev* 22(8):918–946. <https://doi.org/10.1021/acs.oprd.8b00093>
- [17] Babamiri B, Bahari D, Salimi A (2019) Highly sensitive bioaffinity electrochemiluminescence sensors: recent advances and future directions. *Biosens Bioelectron* 142:111530. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2019.111530>
- [18] Phuyal S, Bista D, Bista R (2020) Challenges, opportunities and future directions of smart manufacturing: a state of art review. *Sustain Futures* 2:100023. <https://doi.org/10.1016/j.sfr.2020.100023>



MODULAR ELEMENTS OF MINING TRANSPORT SYSTEMS IN A SIMULATION PROGRAM

MODULÁRNE PRVKY BANSKÝCH DOPRAVNÝCH SYSTÉMOV V SIMULAČNOM PROGRAME

Ing. Marek Ondov

Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií

Technická Univerzita v Košiciach

e-mail: marek.ondov@tuke.sk

Ing. Simona Špirková

Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií

Technická Univerzita v Košiciach

e-mail: simona.spirkova@tuke.sk

Ing. Martin Ďuriška

Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií

Technická Univerzita v Košiciach

e-mail: martin.duriska@tuke.sk

Ing. Lucia Kleinová

Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií

Technická Univerzita v Košiciach

e-mail: lucia.kleinova@tuke.sk

Abstract

Enterprises are looking for different ways to save costs for their processes. Mining enterprises are no exception, in which saving logistics costs, i.e., their transport system, can mean considerable success. Because mining transport systems are specific and changing, creating models of these systems is a suitable option for their efficiency. Creating models can be difficult when starting from scratch, depending on the system. Having pre-prepared modules of the essential elements of mining transport systems can help with quick orientation and adaptation to the issue of creating a model of a mining transport system. Such modules included general models of loading, unloading, transport process, avoidance process and control process. Their combination and modification are used to create models of various mining operations.

Abstrakt

Podniky hľadajú rôzne možnosti ako ušetriť náklady na svoje procesy. Výnimkou nie sú ani banské podniky, v prípade ktorých ušetrenie nákladov na logistiku, teda na ich dopravný systém môže znamenať nemalý úspech. Pretože sú banské dopravné systémy špecifické a meniac sa je vhodnou možnosťou na ich zefektívňovanie vytváranie modelov týchto systémov. Vytváranie modelov môže byť v závislosti od systému aj dosť



zložité ked' sa začína z nuly. Mať predpripravené moduly základných prvkov banských dopravných systémov, môže dopomôcť k rýchlej orientácii a adaptácii na problematiku tvorby modelu banského dopravného systému. Medzi takéto moduly boli zaradené všeobecné modely nakladania, vykladania, procesu prepravy, procesu vyhýbania sa a procesu riadenia. Ich kombináciou a modifikáciou je tvoriť modely rôznych banských prevádzok.

Key words

transport system, mining, modelling, simulation

Klíčová slova

dopravný systém, baníctvo, modelovanie, simulácia

ÚVOD

Rovnako ako v ostatných sektورoch priemyslu sa aj primárnom sektore kompetentný odborníci zameriavajú na zefektívňovanie procesov. Pri bližšom zameraní na banské podniky môžeme vidieť podobnosť s klasickými výrobnými podnikmi. Výstupmi banských podnikov sú výrobky v podobe suroviny alebo sprievodných hornín na skládke, výrobným procesom je ťažba a v srdci toho všetkého sa nachádza doprava. Dopravné operácie sú neodmysliteľnou súčasťou produkcie banských prevádzok, pretože samotné miesto výroby je častokrát vzdialené od miesta distribúcie. Banský dopravný systém by mal pracovať efektívne a bezporuchovo, lebo práve aj na ňom závisí množstvo výstupov dostupných pre zákazníkov.

Baníctvo je nákladným odvetvím priemyslu a aj malé zníženie týchto nákladov by spôsobilo značné úspory prevádzkových aj kapitálových nákladov. Niektorí autori veria, že náklady na dopravný systém tvorí približne 50 až 60% celkových nákladov na prevádzku. V podstate zníženie nákladov na dopravu aj na nízkej úrovni môže priniesť značnú úsporu [1]. Banský dopravný systém zabezpečuje koordinovanú interakciu a fungovanie všetkých druhov dopravy určených na obsluhu banských procesov, presun surovín a hotových výrobkov. Kvôli prirodzené stochastickej povahе týchto procesov je simulácia vhodná na navrhovanie a zefektívňovanie banských dopravných systémov [2]. Simulácia je založená na návrhu pomocného systému a rozhodovaní na základe experimentov. Simulácia je široko používaná v strojárskej výrobe, spracovaní materiálu, doprave, leteckých výcvikoch, obchodné službách a pre rôzne systémové analýzy [3].

Každý banský dopravný systém má svoje špecifické požiadavky a parametre v závislosti od typu bane, používaneho druhu dopravy, obmedzení podľa dopravného poriadku banskej prevádzky a samotnej dopravnej siete. Kým v povrchových baniach je rozšírená kontinuálna doprava pásovými dopravníkmi [4,5] alebo nakladačmi a nákladnými vozidlami [1,4], v hlbinných baniach sa stretávame skôr s horizontálnou dopravou [3], kolajovou dopravou [2,4] a aj cestnou dopravou [6]. Rovnako ako nejednotné sú skúmané druhy doprav, tak aj simulačný software sa líši. Medzi používané softwary môžeme zaradiť Arena [1,5], FlexSim [6], PLC control system [3], AnyLogic [2] alebo ExtendSim 8 [4]. Všetky z týchto modelov sú konkrétnie zamerané a ľahko adaptovateľné pre zmeny parametrov, druhu dopravy alebo typu bane. Iba autori Šaderová et al. [4] vytvorili model, ktorý je potencionálne využiteľný aj pre iné povrchové bane.

Zámerom autorov tohto článku je poukázať na možnosti všeobecného prístupu k modelovaniu banských dopravných systémov na základe spoločných prvkov dopravných systémov každej bane. Základné dopravné procesy uvedené v kapitole 1 sa opakujú, menia sa len podmienky za akých sa vykonávajú a štruktúra siete. Preto sú v kapitole 2



sú prezentované možnosti modulov pre každú vybranú operáciu, ktorých kombináciou a špecifikáciou ich parametrov môžu vzniknúť rôzne banské dopravné systémy. Zvolených simulačným softwarom na tvorbu týchto modulov je ExtendSim 10, vďaka jeho možnosti kombinovanej simulácii.

1 ZÁKLADNÉ STAVEBNÉ PRVKY BANSKÝCH DOPRAVNÝCH SYSTÉMOV

Zmyslom banských dopravných systémov je zabezpečiť efektívne prepojenie koncových bodov systému entitami vyskytujúcimi sa v systéme. Medzi entity banských dopravných systémov zaradzujeme dobývanú surovinu, sprievodné horniny, materiál potrebný na dobývanie alebo zakladanie, personál a iné osoby a samozrejme dopravné prostriedky. Koncovými bodmi banských dopravných systémov môžeme nazvať operácie nakladania a vykladania. Medzi týmito operáciami sa nachádzajú operácie prepravy, riadenia a vyhýbania sa v mnohých prípadoch.

Spomínané operácie sú vlastne základné prvky, z ktorých je možné poskladať väčšinu modelov banských dopravných systémov bez ohľadu na to, či sa jedná o hlbinnú alebo povrchovú banskú prevádzku. Cieľom logistických modelov je sledovať efektivitu, výkonnosť alebo výstupy týchto prvkov. Tab. 1 uvádza prehľad najčastejšie pozorovaných parametrov jednotlivých prvkov.

Tab. 1 Prehľad prvkov dopravného systému

Prvok systému	Funkcia	Sledované parametre
Nakladanie	Manipulácia so surovinami alebo iným materiálom tak, aby sa potrebné množstvo premiestnilo z miesta vzniku na dopravný prostriedok	Spôsob nakladania Kapacita a množstvo nakladacích zariadení, dopravných prostriedkov Rýchlosť nakladania
Vykladanie	Manipulácia so surovinami alebo iným materiálom tak, aby sa potrebné množstvo premiestnilo z dopravného prostriedku na miesto ďalšej potreby	Spôsob vykladania Kapacita a množstvo dopravných prostriedkov a zariadení nasledujúcej operácie Rýchlosť vykladania
Preprava	Premiestnenie entít dopravného systému medzi miestami potreby	Vzdialenosť Obmedzenia Rýchlosť
Vyhýbanie sa	Manévre potrebné na zachovanie plynulosť dopravy v stiesnených priestoroch alebo jednosmerných cestách	Rozmery miesta na vyhýbanie sa Maximálna doba čakania Upravené pravidlá dopravného poriadku
Riadenie	Rozhodovanie o vykonávanej doprave, zabezpečovanie nekolíznej dopravy a zmena koncových miest počas prevádzky	Plán dopravy na časové obdobie Pravidlá vyhýbania sa Počet koncových miest Časové dátá udalostí

Zdroj: autor

Na základe charakteristík z Tab. 1 je možné vytvoriť modulárne časti simulačných modelov banských dopravných systémov. V rámci tejto práce bol na tvorbu modulov zvolený simulačný program ExtendSim 10. ExtendSim je blokový simulačný software, ktorý umožňuje diskrétnu aj spojité simuláciu. ExtendSim umožňuje stavbu modelov bez znalosti programovacích jazykov, vďaka jeho univerzálnym blokom rozdelených do 7 knižníc. Výhodou ExtendSim-u sú jeho podrobné výstupy vo forme štatistických údajov, grafov alebo tabuľiek jednotlivých



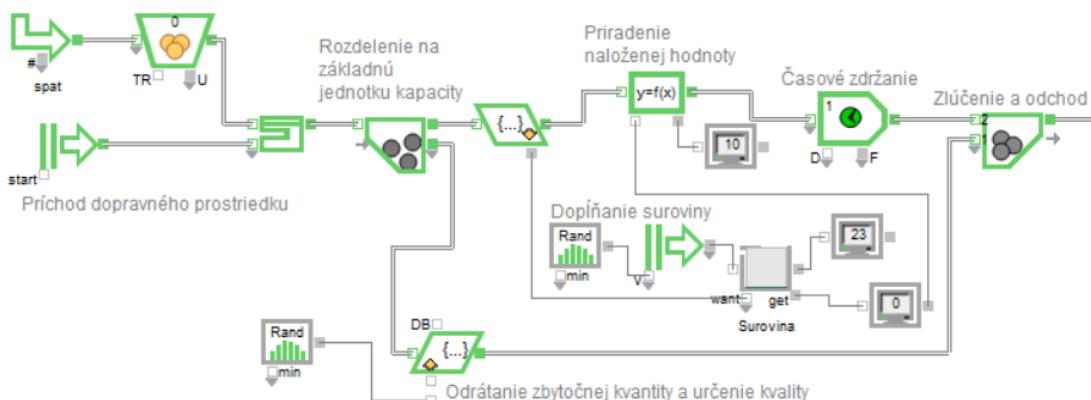
blokov [7].

2 MODULÁRNE PRVKY BANSKÉHO DOPRAVNÉHO SYSTÉMU V EXTENDSIM

Základné stavebné prvky z predchádzajúcej kapitoly budú s veľkou pravdepodobnosťou používané tvorcami modelov takmer vo všetkých modeloch banských dopravných systémov. No tvorcovia sa môžu stretnúť s rôznymi podmienkami aplikácie. Tie sa líšia v závislosti od povrchovej alebo hlbinej bane alebo od kolajovej, cestnej a pásovej dopravy. Nasledujúce modulárne prvky v programe ExtendSim 10, zobrazujú skelet daných operácií, ktorý sa modifikáciou môže prispôsobiť na rôzne situácie.

Nakladanie

Prvým a hlavným prvkom dopravných systémov v banských prevádzkach je nakladanie. Bez tejto operácie nie je možné uskutočňovať nasledujúce operácie. Princípom operácie je dostať požadované množstvo pomocou technického zariadenia na dopravný prostriedok. Obr. 1 zobrazuje model nakladania adaptovateľný na rôzne situácie.



Obr. 1 Modul nakladania

Zdroj: autor

V prípade nakladania je dôležité pracovať s blokom holding tank ako s miestom skládky suroviny. Táto skládka je dopĺňaná na základe pravidiel v bloku create. Tento spôsob dopĺňania môže byť rozšírený podľa potreby tvorca. Príchod dopravného prostriedku zohľadňuje prvý príchod blokom create a možnosť viacerých cyklov cez reZdroj item. ReZdroj item maže všetky uložené hodnoty z predošlého cyklu, čo je dôležité pre správne fungovanie. Blokom unbatch sa rozdeľuje dopravný prostriedok na základnú jednotku kapacity. Je to potrebné v prípade kolajovej dopravy pre súpravy s väčším počtom vagónov, ináč bude nastavenie bloku 1 – 0, čiže druhá vetva bude nefunkčná. Následne sa blokom get vyžiada množstvo zo skládky a to sa odošle do rovnice na zápis odobraného množstva na dopravný prostriedok:

```

nakladka = inCon0;
outCon0 = nakladka;
nakladka2 = 0;

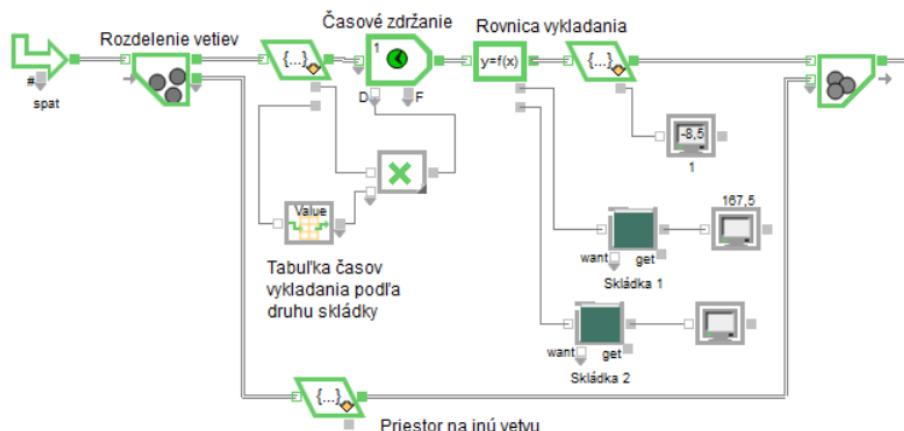
```

Activity odsimuluje časové zdržanie nakladania zapísaného množstva. Na záver sa rozdelené jednotky znova spoja a odchádzajú. Blok unbatch prerozdeľuje hodnoty atribútov rovnomerne medzi všetky jednotky a batch všetko scítava. Preto sa pri rozdelení priradí časť hodnoty kapacity pre pohonnú jednotku, čo sa ošetriť zvýšením pôvodnej kapacity, ktorá sa v spodnej vetve odráta. Zároveň je v tejto vetve aj priradenie kvality, ktoré sa môže jednoducho premiestniť do rovnice.



Vykladanie

Na opačnom konci dopravného systému je zas vykladanie suroviny. Vykladanie vykonáva opačnú operáciu k nakladaniu, teda odoberá množstvo z dopravného prostriedku na cieľovú skládku. Modulárny prvok vykladania je na Obr. 2.



Obr. 2 Modul vykladania
Zdroj: autor

Vykladanie nebýva prvou operáciou preto sa začína príchodom dopravného prostriedku z inej časti modelu. V prípade vykladania je takisto možné rozdeľovať súpravu dopravných prostriedkov, ale potom je dôležité v prípade prerozdelenia kapacít, odobranú kapacitu pohonnou jednotkou pripočítať v rovnici. Skladok môže byť viacero, preto sa doba vykladania určuje z tabuľky, napr. podľa kvality. Následne rovnica prerozdelí materiál medzi skladky:

```

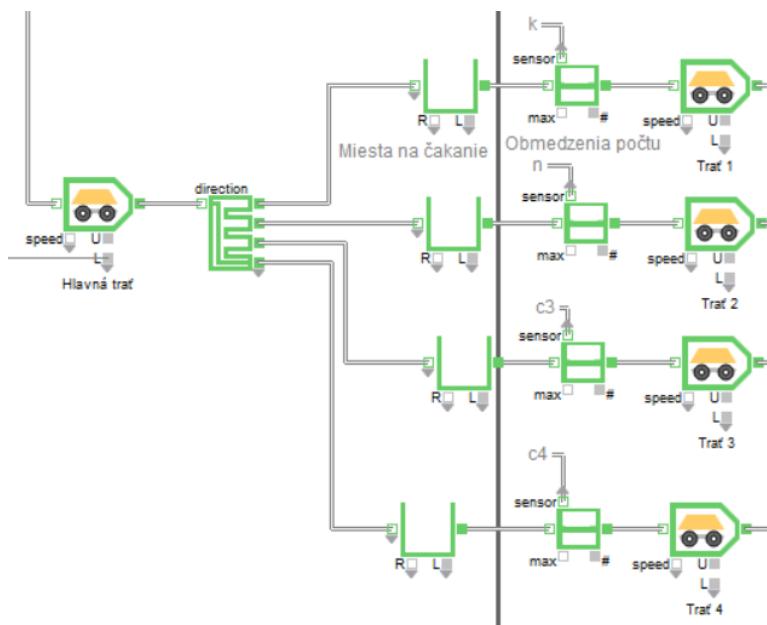
vykladanie = -nakladanie;
if (druh == 1)
{
    Skladka1 = nakladanie;
    Skladka2 = 0;
}
else
{
    Skladka1 = 0;
    Skladka2 = nakladanie;
}

```

Potom sa súprava znova spojí a pokračuje ďalej do modelu.

Preprava

Podstatou dopravných systémov je premiestnenie entity z miesta na iné miesto. Premiestňovanie zabezpečujú bloky modulu preprava na Obr. 3.



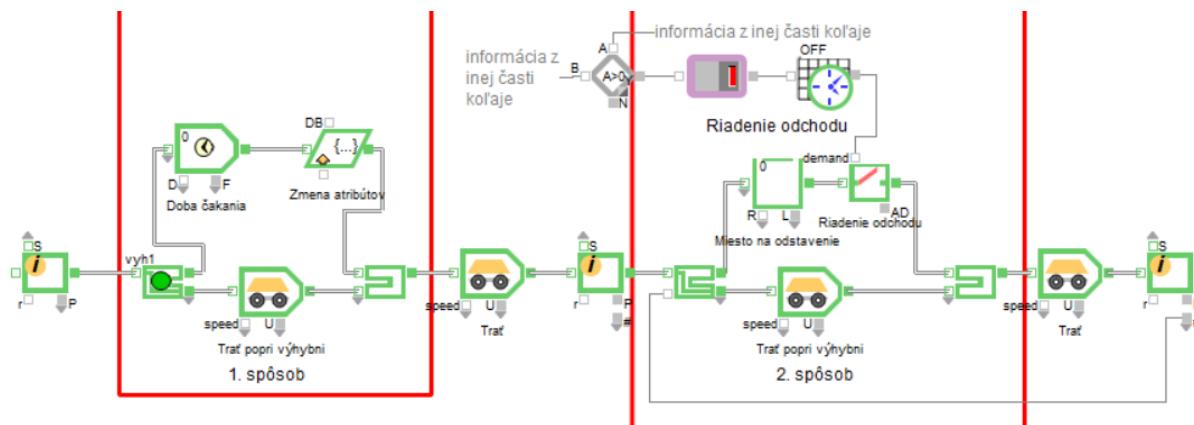
Obr. 3 Modul dopravnej siete
Zdroj: autor

Na obrázku je znázornený príklad vetvenia dopravnej siete, s obmedzením jednotlivých vetiev. Modelovať prepravu je v princípe ľahké, pretože sa jedná o usporiadanie množiny blokov transport, ktoré vypočítavajú dobu prepravy na základe rýchlosť a dĺžky. Dĺžka môže byť kúskované medzi potrebný počet blokov transport bez obmedzenia. V prípade vetvenia je nutné dbať aby mal dopravný prostriedok zapísaný smer v svojich vlastnostiach. Ak má niektorá z vetiev obmedzenie prechodu alebo počtu je nutné pred ňu vložiť blok gate, ktorý dokáže zastaviť tok entít. Gate môže fungovať ako senzor, čiže ak zo zvoleného počtu blokov transport dopravný prostriedok odíde, môže vstúpiť ďalší. Druhou možnosťou je brána na základe hodnoty 0 a 1, ak na základe nejakej podmienky najčastejšie cez blok equation prichádza na senzor 0, brána je zatvorená, ak 1 brána otvorená. Aby sa simulácia neprerušila musia zastavené entity niekde čakať, preto je potrebné použiť blok queue.

Pre iných tvorcov nemusí byť možnosť blokov transport postačujúca. Ak si proces vyžaduje dynamické zmeny v rýchlosti, je možné použiť bloky activity. Dobu zdržania dopravného prostriedku v bloku activity je potom nutné počítať príslušnou rovnicu v equation a priviesť hodnotu do bloku activity.

Vyhýbanie sa

Mnoho banských prevádzok funguje v stiesnených priestoroch. Dopravné siete majú šírku dostatočnú iba na prechod jedného dopravného vozidla a obojsmernú dopravu zabezpečujú vyhýbaním sa na rozšírených miestach. Častokrát je potrebné na týchto miestach znižovať rýchlosť a aplikovať pravidlá na odvrátenie kolízie čo si vyžaduje špecifický prístup v modelovaní. Možnosť modelovania vyhýbania sa je na Obr. 4.



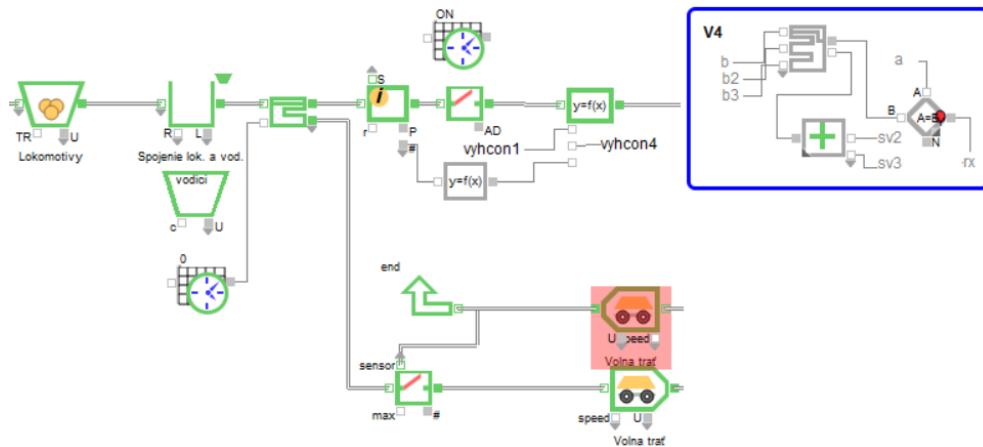
Obr. 4 Modul vyhýbania sa
Zdroj: autor

K vyhýbaniu sa dá pristupovať dvoma spôsobmi. Prvým je ak sa jedná o pravidelné vyhýbanie a poznáme interval príchodu dopravných prostriedkov, tak môžeme nastaviť pravidelné vynutie sa jedného prostriedku. Ten prostriedok bude čakať v bloku aktivity zadaný čas a potom bude pokračovať ďalej. Kedže na ceste naspať bude ten dopravný prostriedok, ktorý čakal, priamo prechádzať, je potrebné zmeniť atrívut, ktorý ho poslal na výhybnu.

Druhým spôsobom sa pristupuje k vyhýbaniu ak nevieme kedy nastane a na ako dlho. Preto sú medzi jednotlivé úseky doplnené bloky information. Tie sledujú stav dopravných prostriedkov na úsekoch a v prípade ak sa bloky zhodnú v hodnote, tak select item out pošle dopravný prostriedok na výhybnu. Tam zotrva podľa priradeného času blokom shift, prípadne môžeme prostriedok manuálne uvoľniť cez blok switch alebo switch je upravený aj podmienkou zmeny stavu na nasledujúcej časti trate. Na Obr. 4 sa jedná o základné zobrazenie, ktoré musí byť modifikované na základe časti trate a rovníc riadenia. K správnemu fungovaniu môže dopomôcť aj vhodné nastavenie bloku shift, ak tvorca pozná časový snímok procesu. Jedná sa o zložitý spôsob, ale v doposiaľ vykonaných experimentoch nebola zaznamenaná žiadna kolízia.

Riadenie

Posledným, ale nemenej významným modulom je riadenie. Riadenie je súbor blokov equation, set, create, information, gate, reZdroj item, decision a shift, ktoré dotvárajú fungovanie dopravného systému. Riadenie je najsubjektívnejší modul zo všetkých, pretože špecifikuje parametre a obmedzenia konkrétnych dopravných systémov. Na Obr. 5 je zobrazená možná konflikcia, ktorá môže byť pre niektoré systémy nevyhovujúca a vyžaduje sa úplná adaptácia a modifikácia.



Obr. 5 Modul riadenia na začiatku
Zdroj: autor

Riadenie, ako modul je veľmi špecifický. Obr. 5 sa skladá z dvoch častí, prvá je nastavovanie parametrov pre dopravné prostriedky na začiatku a druhá v modrom rámciku doplňa riadenie vyhýbania sa. Druhá časť riadi blok gate, ktorý zabraňuje kolíziam na základe informácií z troch blokov information v prípadoch ak je dopravný prostriedok plný alebo prázdny.

Prvá časť začína výberom z vozového parku a priradením dostupného vodiča, bloky už zároveň priradzujú základné informácie vyplývajúce zo zvoleného vozidla, napríklad kapacita. Následne podľa bloku shift sa rozhoduje či ide o začiatok zmeny, ak áno jedno vozidlo prepraví mužstvo na miesto ich výkonu práce pomocou vedľajšej slučky. Ďalším vozidlám sú už pomocou blokov equation priradené úlohy, napríklad výber etáže smerov na výhybkach a podobne. Rovnicu nie je pripojené k tomuto textu pretože je vysoko flexibilná. Zároveň sa musí riadiť aj koniec zmeny. Blok umiestnený ako dvojica s blokom shift sledujú trvanie zmeny a ak už neostáva čas na obrátku, dopravný prostriedok zastavia a pre vodiča do konca zmeny ostáva úloha vykonať údržbu vozidla a pripraviť ho na ďalšiu zmenu. Opäť sa tu prejavuje vysoká špecifikácia, pretože tento postup nemusí platiť všade.

ZÁVĚR

V oblasti logistiky sa rozmaňa prístup riešenia problémov pomocou simulácie. Takýto prístup je vhodný aj na riešenie problémov a zefektívňovanie banských dopravných systémov. Mnoho autorov už vytvorilo takéto modely, ale každý z modelov bol špecifický a v inom simulačnom software. Tento článok sa však snaží o ukážku modulov základných stavebných prvkov každého dopravného systému. Ako nástroj bol použitý software ExtendSim 10, pre jeho univerzalnosť a pomerne dobrú možnosť modifikovania. Rovnako ExtendSim 10 je základný simulačný software a myšlienky použité v tvorbe v modelu v ňom môžu byť ľahko prispôsobené v iných softwaroch.

V prípade operácií nakladania, vykladania a prepravy je predstavenie všeobecného modulov pomerne jednoduché, pretože špecifikácie dopravných systémov v malej miere zasahujú do modelovania týchto modulov. Na druhej strane vyhýbanie sa a riadenie sú vysoko špecifické a je dosť možné, že počas adaptácie dojde k výrazným zmenám, pre vplyvy parametrov modelovaného systému.

Vo všeobecnosti, prezentované moduly môžu tvoriť banských dopravných systémov využiť na ich kombináciu a tým uľahčenie svojej práce. Samozrejme kombinácia modulov musí byť doplnená vhodnou modifikáciou a následne verifikovaná ako je zvykom.



PODPORA

Príspevok vznikol ako súčasť riešenia projektov VEGA 1/0430/22, VEGA 1/0101/22, VEGA 1/0600/20, KEGA 005TUKE-4/2022, KEGA 018TUKE-4/2022, APVV-21-0195, ITMS: 313011T567, KEGA 010TUKE-4/2023.

LITERATURA

- [1] HASHEMI, A. - SATTARVAND, J.: *Application of ARENA simulation software for evaluation of open pit mining transportation systems—a case study*. In: Proceedings of the 12th International Symposium Continuous Surface Mining-Aachen 2014. Springer International Publishing, 2015, s. 213-224. ISBN 978-3-319-12301-1.
- [2] MISHKUROV, P. et al.: *Simulated transport and logistics model of a mining enterprise*. Transportation Research Procedia, 2021, Roč.: 54, s. 411-418. ISSN: 2352-1465.
- [3] XU, L. et al.: *Modeling and Simulation of the Underground Mining Transportation System*. In: Advanced Research on Computer Education, Simulation and Modeling: International Conference, CESM 2011, Wuhan, China, June 18-19, 2011. Proceedings, Part II. Springer Berlin Heidelberg, 2011. s. 116-121. ISBN 978-3-642-21802-6.
- [4] SADEROVA, J. et al.: *Modelling as a Tool for the Planning of the Transport System Performance in the Conditions of a Raw Material Mining*. Sustainability, 2020, Roč. 12, č. 19, 8051. ISSN: 2071-1050.
- [5] MICHALAKOPOULOS, N. et al.: *Discrete-event simulation of continuous mining systems in multi-layer lignite deposits*. In: Proceedings of the 12th International Symposium Continuous Surface Mining-Aachen 2014. Springer International Publishing, 2015, s. 225-239. ISBN 978-3-319-12301-1.
- [6] BARDZINSKI, J. - KROL, R. - JURDZIAK, L.: *Empirical model of discretized copper ore flow within the underground mine transport system*. International Journal of Simulation Modelling, 2019, Roč. 18, č. 2, s. 279-289. ISSN 1726-4529.
- [7] DIAMOND, P.: *ExtendSim 10 Help System – User Reference*. Imagine That Inc.: USA, 2018.



SMART CITY CONCEPT

KONCEPT INTELIGENTNÉHO MĚSTA

Bc. Ladislav Šepela

Logistics Specialist, HENKEL-SLOVENSKO

Vysoká škola logistiky o.p.s.

e-mail: L.sepela3@gmail.com

prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D., DBA

Rektor, Vysoká škola logistiky o.p.s.

Vysoká škola logistiky o.p.s.

e-mail: vaclav.cempirek@vslg.cz

Abstract

With this document, I'll try to provide the readers with a general overview of the Smart City concept and point out the necessary information & principles for a successful transition. I will look and define the city from a social-technical position for the reason of further understanding the development, construction, transition and management of smart cities. I'll try to emphasize the importance of conceptualizing cities as a complex system, which requires modern tools to solve the challenges related to increased urbanization. In the text I also want to emphasize and lay out the main points that will be needed for a further managerial challenges that we will have to face, such as the new age of digitalization and the industrial revolution.

Abstrakt

Týmto dokumentom sa snažím čitateľom poskytnúť obecný prehľad konceptu Smart City (inteligentné mesto) a poukázať na potrebné princípy pre úspešný prechod. V práci sa budem pozerať na problematiku, ktorým mestské a krajské zastupiteľstvá budú čeliť pri prechode a riadení inteligentných miest, ako aj ďalším trendom, ktoré sú spojené s inteligentným mestom. Budem sa snažiť zdôrazniť a ukázať na dôležitosť konceptualizácie miest ako komplexný systém, ktorý vyžadujú moderné nástroje na riešenie výziev súvisiacich s urbanizáciou. Dodatočne budem chcieť poukázať hlavne na manažérské a urbanizačné problémy, ktoré bude treba riešiť pri novej době digitalizácií a priemyslovej revolúcií.

Key words

Smart City, ICT, Information and Communications technology, IoT, Internet of Things, Smart Urbanization, Digitalization, City Transformation

Kľúčové slova

Inteligentné mestá, ICT, Informačné a komunikačné technológie, IoT, Internet vecí, Chytrá Urbanizácia, Digitalizácia, Transformácia mesta



ÚVOD – PREDSTAVENIE PROBLEMATIKY

Podľa posledných údajov žije v mestách (na Slovensku) viac ako 2,8 miliónov obyvateľov, to tvorí 52,6% populácie. V rámci Európskej Únie to je až 75% s trendom stúpajúcim nahor. Jasne sa predpokladá, že urbanizácia a sťahovanie sa do väčších priemyselných miest z vidieka bude v nasledujúcich rokoch len stúpať a to najmä do roku 2040. Výrazne narastie populácia žijúca v mestách a mestských zónach, za dôsledok čoho sa zvýši dopyt po energii, doprave, vode, bývaní a iných mestských službách. Za potreby je teda radikálne prehodnotiť aktuálny spôsob plánovania miest, ako aj adaptovať nové inteligentnejšie koncepty v rámci poskytovania mestských služieb.

Pri náraste obyvateľstva žijúceho v meste stúpa aj mimo dopytu po energií jeho spotreba ako aj produkcia odpadu a produkcia skleníkových plynov. Vzhľadom na negatívny environmentálny dopad je teda potrebné počítať so „zelenými“ alternatívami, pri hľadaní riešení či plánovaní celkovo. Na mesto je vyvíjaný väčší tlak, ako pre zlepšenie svojho environmentálneho správania, tak aj na zlepšenie úrovne poskytovaných služieb.

Zmienené vyvíjané nátlaky vytvárajú nové trendy: digitalizácia, udržateľnosť, efektivita a spoľahlivosť. Samozrejme, ako doba, pokrok a nové technológie, tak aj obyvateľstvo tieto trendy chce rýchle adaptovať, čo vytvára dodatočný tlak k už vzniknutému. Na základe toho nám vzniká základná otázka implementácie. Ako? No nové trendy nám aj ponúkajú nástroje, s ktorými vzniknuté problémy môžeme vyriešiť a dokonca aj optimalizovať existujúce. Vzhľadom na túto novú povahu vznikol koncept intelligentného mesta, ktoré v obecnej myšlienke načrtáva, ako by sa na otázkou implementácie malo odpovedať. Priemyselná revolúcia 4.0 sa už rozbehla, viaceré procesy sa modernizujú a urbanizačné by nemali zaostávať. Z tohto dôvodu vidím potrebné prejsť si aspoň v krátkosti o čo sa jedná v koncepte intelligentného mesta.

Moja práca by mal slúžiť hlavne pre objasnenie konceptu, príblíženie tematiky a poskytnutie základných princípov, ktoré musíte zvážiť pre úspešný prechod na intelligentné mesto.

ČO JE MESTO A AKO HO MÔŽEME CHÁPAŤ?

Mestá sú zložité, mnohostranné organizácie, ktoré sa vyvinuli po tisícročia ako ohniská ľudskej aktivity a centrá kultúrneho, ekonomickeho a politického rozvoja. Sú to zložité systémy spájajúce infraštruktúry, sociálne siete a prírodné ekosystémy, ktoré sú formované ľuďmi. Presný koncept miest sa líši v rôznych disciplínach a perspektívach, čo odzrkadluje rozmanitosť faktorov, ktoré prispievajú k ich formovaniu, rastu a rozvoju.

Z historického pohľadu môžeme mestá považovať za výsledok ľudského návyku vyhľadávať a spájať sa do organizovaných skupín. Tieto skupiny potom poskytujú príležitosti na socializáciu, spoluprácu a prospech – vytváranie komunít. Táto koncentrácia ľudí a aktivít v jednom miestu vedie k zvýšeniu inovácií, produktivity a tvorby obydlia. Tvorba takéhoto obydlia je urbanizačný proces, ktorý sa v posledných storočiach zrýchlil, a ako bolo spomenuté stále zvyšuje.



Zo sociologického hľadiska nie sú mestá iba fyzickými priestormi, ale aj sociálnymi konštrukciami definovanými interakciami a vzťahmi medzi mestami ich obyvateľmi. Tento pohľad zdôrazňuje dôležitosť sociálnej súdržnosti, kultúrnej rozmanitosti a angažovanosti, či interakčnosti komunity pri formovaní charakteru a úspechu mestských prostredí.

"Cities have the capability of providing something for everybody, only because, and only when, they are created by everybody."

"Mestá majú schopnosť poskytnúť niečo pre každého, no len preto a len vtedy, ked' sú aj vytvorené všetkými."

- Jane Jacobs (The Death and Life of Great American Cities)

V oblasti urbanistického plánovania a dizajnu sú mestá naopak chápane ako vybudované fyzické prostredie, ktoré je potrebné organizovať a riadiť tak, aby poskytovali základné služby a vybavenie pre obyvateľov žijúcich v ňom. Okrem poskytovania základných sociálnych služieb je zároveň potrebné aj zabezpečiť udržateľný rozvoj a stále zlepšovať celkovú kvalitu života obyvateľov. Ako urbanisti, logistici či funkcionári, musíme pozorne zohľadňovať aspekty mesta, akými sú napríklad dopravná infraštruktúra, energetická siet, správne využitie pôdy na polnohospodárstvo, bývanie a verejné priestory a ďalšie sociálne prvky mesta s cieľom efektívnej a harmonické integrácie do organizovaného systému.

Pre zjednodušenie a lepšie vysvetlenie môžeme mestá deliť na štyri hlavné koncepty chápania zo systémového hľadiska, tie sú: sociálny, ekonomický, politický a technický. Tieto systémy sú medzi sebou prepojené vzťahmi a slučkami, ktoré budeme nazývať ako slučky spätej väzby (alebo po ang. feedback loops). Keďže všetky rozhodnutia majú zostupný efekt, mesto je závislé na priamej ceste - to, čo sa deje dnes, môže byť spôsobené minulosťou. Takže plány, ktoré boli urobené niekedy v minulosti, začnú pôsobiť až neskôr v budúcnosti.

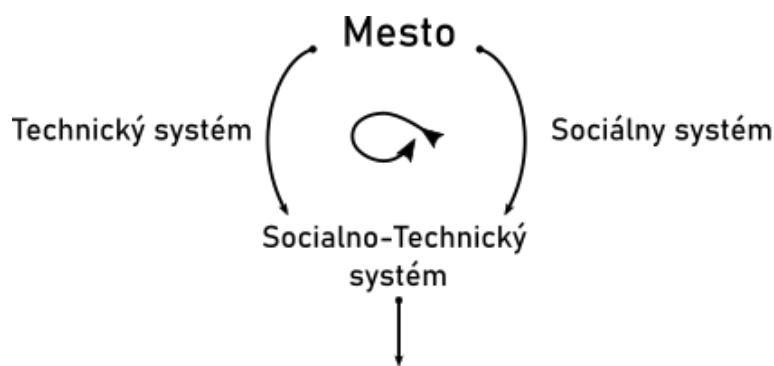


Fig. 10 slučka spätej väzby
Zdroj: vlastná tvorba

Asi je najlepšie poukázať na slučky spätej väzby s prepojiteľnosťou medzi systémami prikladom. Z pohľadu sociálno-technického systému môžeme uviesť príklad v rámci verejnej dopravy. Verejná doprava z hľadiska technického systému, zahrňa vybudovanú infraštruktúru ako sú železničné trate, autobusové zastávky a cestná komunikácia (parametre, dátá). Sociálny



systém vo verejnej doprave zahŕňa potreby obyvateľov, ako aj ich spôsob života a vzťahy medzi ľuďmi (sociálne hodnoty). Slučky spätej väzby medzi týmito systémami sú napríklad, ak je verejná doprava efektívna a dostupná, viac ľudí ju bude využívať, čo môže mať pozitívny vplyv na celkové fungovanie mesta. Tento vplyv môže zahŕňať zníženie automobilovej dopravy, menej zápch a znečistenia, čo prispieva k lepšej kvalite života obyvateľov a plynulejšej preprave. Na druhej strane, ak je verejná doprava nedostatočná alebo nedostupná, ľudia budú nútení používať súkromné prostriedky, prevažne osobné automobily, čo môže viesť k väčšej dopravnej zátaze cestnej komunikácií, vyššiemu znečisteniu a zhoršenej kvalite života. Týmto spôsobom sa sociálne a technické systémy navzájom ovplyvňujú. K príkladu môžeme rovno pripojiť aj politický a ekonomický systém, ktorý môže ovplyvňovať verejnú dopravu. Mestská rada schválením rozpočtu v určitej hodnote vytvára nový vplyv na už zmienený príklad. Takže sme nútený započítať aj ekonomicke faktory do nášho príkladu – môžeme si dovoliť servisovať

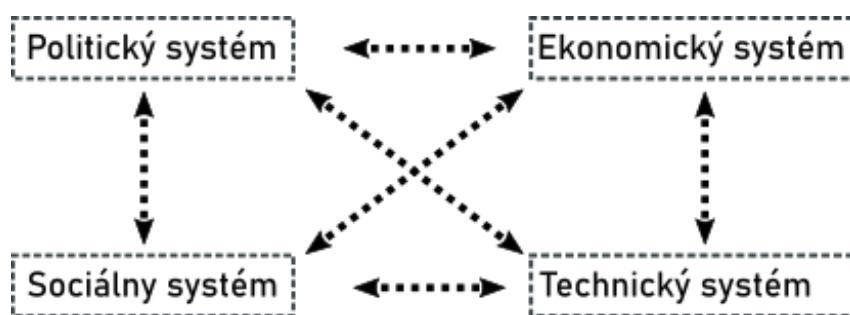


Fig. 11 Prepojenie systémov

Zdroj: vlastná tvorba

len určitý počet autobusov v hromadnej preprave, atď..

Z príkladu je vidno, že slučky spätej väzby sú dôležité hlavne v kontexte urbanistického plánovania a pri riadení mesta, pretože nám pomáhajú pochopiť vzájomné závislosti a vzťahy medzi rôznymi systémami, ktoré sa v meste nachádzajú. Skúmaním väzieb môžeme identifikovať, ako zmeny na jednom mieste ovplyvňujú druhé miesto, pozitívne alebo negatívne. Toto chápanie nám pomáha robiť tak informované a kvalitnejšie rozhodnutia pri plánovaní. Uznávaním a pochopením týchto väzieb môžeme robiť rozhodnutia, ktoré zohľadňujú zložité vzťahy medzi rôznymi systémami s konečným cieľom vytvoriť udržateľnejšie a lepšie prostredie. Kvalita nástrojov používaných pri riešení problémov a zbieraní informácií zo zmienených väzieb nám ďalej ovplyvňuje tri hlavné faktory: Efektívnosť, Výkon a Pružnosť mesta. Práve tieto veličiny sú obzvlášť dôležité pre mesto a jeho modernizáciu, tú sa snažíme priblížiť k dokonalosti. Kde efektívnosť meria správne využívanie zdrojov, výkon ich úspešnosť a pružnosť, možnosť sa adaptovať na novovzniknuté situácie.

DIGITALIZÁCIA

V rámci zmienenej digitalizácií, ju definujem ako proces premeny informácií a procesov na digitálne formáty - dátá. Digitalizácia môže zahŕňať integráciu viacerých pokročilých technológií, akou je internet vecí (ang. Internet of Things [IoT]), umelá inteligencia (ang. Artificial Intelligence [AI]), strojové učenie (ang. Machine Learning) a dátová analýza, za cieľom aby sa optimalizoval spôsob, akým komunikujeme so svetom okolo nás. Digitalizácia



zohráva kľúčovú úlohu pri vývoji a implementácii inteligentných miest, pretože poskytuje potrebné nástroje a infraštruktúru pre efektívnejšie a udržateľnejšie mestské prostredie.

Na strede inteligentných miest leží kľúčový pojem prepojenosť, skutočné dáta v reálny čas zdieľaný do všetkých potrebných systémov. Digitalizácia nám to umožňuje tým, že spája rôzne komponenty infraštruktúry, ako je doprava, energia a spravovanie vody/odpadu, prostredníctvom digitálnych sietí. To umožňuje monitorovanie v reálnom čase, zhromažďovanie daných údajov a ich analýzu, čo následne umožňuje správcom a mestským činiteľom robiť informované rozhodnutia a optimalizovať rozdeľovanie potrebných zdrojov.

Internet vecí / Internet of Things [IoT]

Jedným z kľúčových aspektov digitalizácie v inteligentných mestách je použitie zariadení IoT. Tieto zariadenia zbierajú údaje z rôznych zdrojov, ako sú senzory monitorujúce premávku, kvalitu vzduchu, vody a spotrebu energie, a prenášajú ich na centralizovanú systémovú platformu, kde môžu byť analyzované a použité na zlepšenie poskytovaných služieb. Napríklad zariadenia IoT môžu pomôcť optimalizovať prieskum premávky upravením dopravných signálov na základe údajov o preťažení v reálnom čase, alebo umožniť inteligentnejšie riadenie energie upravením osvetlenia na základe prítomnosti chodcov. Digitalizácia tiež uľahčuje lepšiu komunikáciu medzi mestskými orgánmi a občanmi. Prostredníctvom mobilných aplikácií, sociálnych médií a ďalších digitálnych (sociálnych sietí) kanálov a sietí môžu občania nahlásiť problémy, poskytnúť spätnú väzbu a získať informácie o službách svojho mesta v reálnom čase, čím sa podporuje transparentnejšie mestské prostredie. Táto obojsmerná komunikácia znova pridáva kvalitné informácie, ktoré sú dôležité pri konaní informovaných rozhodnutí.

INFORMAČNÉ A KOMUNIKAČNÉ TECHNOLÓGIE [IKT]

Informačné a komunikačné technológie sa stali integrálnou súčasťou nášho života, prenikli do skoro všetkých aspektov našich každodenných aktivít a drasticky zmenili spôsob, akým pracujeme a sa socializujeme. Informačné a komunikačné technológie zahŕňajú rozsiahlu škálu nástrojov, od internetu a telekomunikačných sietí až po zložité softvérové systémy a multimediálne platformy. Tieto nástroje skrývajú kapacitu akou môžeme prepracovať urbanizáciu - plánovania miest a zaobchádzanie s udržateľnou energiou. Začlenenie IKT do mestských priestorov je nevyhnutné pre transformáciu mesta v inteligentné. Inteligentné mestá používajú mestské prieskumy, ktoré obratne využívajú IKT na zvýšenie kvality života občanov, zdokonalenie verejných služieb a podporu trvalo udržateľného rastu. S rastúcou mestskou krajinou na celom svete je nevyhnutné riešiť nespočetné množstvo výziev, ktoré predstavuje urbanizácia. Informačné a komunikačné technológie sú základným kameňom, ktorý patrí do infraštruktúry mesta pre jeho ďalšie rozvíjanie v rámci "smart" riešení. Keďže sa táto technológia ďalej upevňuje v rámci infraštruktúr inteligentných miest, preberá kľúčovú funkciu pri prepájaní rôznych sfér mestského ekosystému. Táto prepojenosť a transparentnosť podporuje synergiu medzi zainteresovanými stranami a uľahčuje komplexnejší prístup k plánovaniu miest. Využitím údajov zhromaždených z mnohých zdrojov môžu mestské úrady zaujať informovaný postoj k alokácii zdrojov a rozvoju verejných služieb.

Na zhrnutie informačné a komunikačné technológie zaujali kľúčovú pozíciu v rámci digitalizácie, kde pri vzniku a transformácii mesta je nevyhnutné položiť základy na takúto



infraštruktúru. Transformačný potenciál informačných technológií v koncepte inteligentného mesta môže pozitívne zmeniť mestské regióny zlepšením verejných služieb, posilnením udržateľnosti a taktiež byť hnacím prvkom inovácií v rôznych sektoroch. Integrovanie týchto prvkov si však vyžaduje riešenie problémov nastávajúcich v oblasti bezpečnosti údajov a technologickej integrácií.

INTELIGENTNÉ MESTO

INTELIGENTNÉ MESTO / SMART CITY – KONCEPT

Definícia inteligentného mesta zatiaľ nie je jednotne definovaná. Vytvorenie ustáleného pojmu je celkom komplikované hlavne s pokrokom technológií a jeho začlenením do konceptu. Zmienky o koncepte inteligentného mesta pravdepodobne začalo, už skoro, ako začiatky 90. rokov 20. storočia spoločnosťou IBM (The International Business Machines Corporation). No možno nájsť tento termín aj v literatúre rokoch 1960 až 1970, keď sa prvýkrát začali používať počítače pri plánovaní miest.

„Tieto vízie (myslené o moderných mestách) sú často spájané s bezpečnými, ekologickými a efektívne fungujúcimi mestskými oblasťami, kde sú všetky systémy a platformy ako dopravná štruktúra, vodohospodárstvo, kanalizačné a energetické siete navrhnuté, vybudované a udržiavané s pomocou vyspelých integrovaných snímačov, elektronických zariadení a sietí, ktoré sú prepojené s počítačovými systémami tvorenými databázami, sledovacími systémami a rozhodovacími algoritmami.“ – IBM, 2010

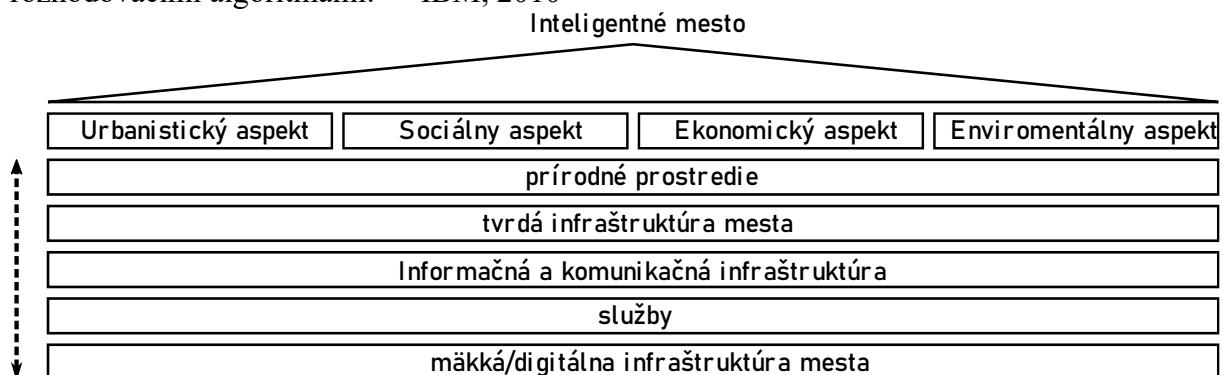


Fig. 12 aspekty a vrstvy inteligentného mesta
Zdroj: vlastné spracovanie podľa schémy Usama Konbru

Pre naše účely v tomto dokumente a v chápaní mesta ako sociálno-technologický systém, zadefinujem inteligentné mestá skôr ako: „mestské oblasti, ktoré uplatňujú pokročilé technológie, metódy a riešenia založené na údajoch - tieto údaje sú zbierané za pomocí informačných a komunikačných technológií spolu s internetom vecí(cez senzory), za cieľom zlepšenia kvality života, zefektívnenia riadenia procesov a presunu na udržateľnejšie praktiky.“

Z vyššie definovaného pojmu, vieme potom zadefinovať 4 hlavné aspekty v ktorých sa ďalej budeme pohybovať. K nášmu sociálno-technickému vzťahu, delím inteligentné mesto na: urbanistický, sociálny, ekonomický a environmentálny aspekt. Je dôležité pri týchto aspektoch myslieť, že to nie sú mestské systémy a ich kombinácie, čisto len aspekty, alebo aj sektory, ktorým sa budeme venovať v rámci nášho politického systému – sociálno-technický systém.



Takže, ak by sme sa pozerali na politický systém, taktiež by mal tieto aspekty. Než si d'alej prejdeme tieto aspeky a schému, ktorú je vidno na obr. č.4, tak ešte predstavím oblasti a faktory ich ovplyvňujúce. Oblasti záujmu preberám z práce Rudolfa Giffingera a kolektívu (2007, Smart cities - Ranking of European medium-sized cities), kde sa o inteligentných mestách vyjadruje: „Môžeme definovať šesť oblastí aktivít, ktoré sú popísané v literatúre vo vzťahu ku konceptu inteligentného mesta. Týchto šesť zmienených oblastí tvorí “základ“ inteligentného mesta, ktorý potom zahŕňa ďalšie faktory. Týmito oblasťami sú...“

- Intelligentná ekonomika
- Intelligentný ľudia
- Intelligentná (mestská) správa
- Intelligentná doprava
- Intelligentné životné prostredie
- Intelligentný život

Každá zo 6 základných oblastí je definovaná niekoľkými faktormi. Intelligentná ekonomika zahŕňa všetky ekonomické faktory, ako napr. konkurencieschopnosť, inovácie, produktivita, podnikanie, obchodné značky a flexibilitu trhu práce v zmysle začlenenia sa do medzinárodného a národného trhu.

Intelligentní ľudia - neznamená iba kvalifikácia a vzdelanie obyvateľov, ale aj kvalita sociálnych integrácií a otvorenosť verejnosti voči okolitému svetu.

Intelligentná mestská správa zahŕňa aspeky politickej participácie, služieb pre občanov v zmysle ich funkčnosti a administrácie.

Miestna a medzinárodná prípustnosť je dôležitým aspektom intelligentnej dopravy, spolu s dostupnosťou informačných a komunikačných technológií, moderných a udržateľných dopravných systémov.

Súčasťou intelligentného životného prostredia sú prirodzene atraktívne životné podmienky (klíma, zelen, zelené plochy, parky a pod.), miera znečistenia, manažment udržateľných zdrojov a vynaložené úsilie na ochranu životného prostredia.

V poslednom rade intelligentný život zahŕňa rôzne sféry kvality života ako je kultúra, bezpečnosť, životné podmienky, kvalita bývania, cestovný ruch a ďalšie s tým spojené. Na ďalšej strane je vidno tieto oblasti a faktory spracované do tabuľiek, pre lepšiu vizualizáciu – tabuľka je prepracovaná do slovenčiny s dodatočnými faktormi, originálne vypracovaná Michaelom Vavrom (Chytrá města začátku 21. století, 2017).

Vnášanie intelligentných prvkov do týchto oblastí subsystému no nie je úplne dostatočné. Intelligentné mesto by malo fungovať v harmónii so všetkými jeho prvkami, a tak byť prepojené do jedného veľkého systému. Týmto sa venuje pozornosť nielen subsystémom, oblastiam a aspektom, ale aj ich vzájomným prepojeniam - slučky späťnej väzby. Občianske, sociálne zlepšenie vychádza z používateľsky prívetivého rozhrania a jeho integrácie. Teda musíme pochopiť, že najdôležitejšími prvkami sú samotní ľudia. Intelligentní ľudia v systéme posilňujú vzťahy a zlepšujú služby medzi komunikáciu, zdravím, vzdelávaním a ekonomickými príležitosťami. Tým pádom intelligentní ľudia pomocou technológií nevytvárajú len



Inteligentná ekonomika	Inteligentný život
Inovatívny duch	Kultúrne možnosti
Subjekty v podnikaní	Životné podmienky
Ekonomický "image" / značka	Osobná bezpečnosť
Produktivita a Efektivita	Turistická atraktivita
Flexibilita na trhu práce	Kvalita bývania
Medzinárodné začlenenie	Sociálna súdržnosť
Schopnosť transformácie	Vzdelávacie zariadenia a možnosti

Inteligentný ľudia	Inteligentná doprava
Kvalifikácia	Miestna prístupnosť
Schopnosť celoživotného vzdelávania	Národná a internacionálna prístupnosť
Schopnosť rekvalifikácie	Dostupnosť informačnej a komunikačnej infraštruktúry
Flexibilita a Kreativita	Miera inovatívnosti a integrovanosti
Otvorenosť	Udržateľnosť a bezpečnosť dopravného systému
Účasť vo verejnom sektore	

Inteligentná (mestská) správa	Inteligentné životné prostredie
Účasť v rozhodovaní	Atraktivita prostredia
Verejné a Sociálne služby	Miera znečistenia
Transparentnosť	Ochrana životného prostredia
Miera korupcie	Manažment udržateľných zdrojov
Stratégia	Participace občanou

Fig. 13 faktory a oblasti inteligentného mesta

Zdroj: vlastné spracovanie podľa návrhu Michala Vavroma

inteligentnú fyzickú infraštruktúru, ale aj ľudskú infraštruktúru (vzťahy medzi komunitami). Niektoré inteligentné infraštruktúry sú viditeľné, ľudia ich využívajú na cestovanie do práce alebo na využívanie rôznych služieb. Iné zase neovplyvňujú pozornosť ľudí a komunikujú v pozadí. Tieto inteligentné infraštruktúry dosahujú rovnováhu medzi integráciou informácií pre spoločné dobro a ochranou súkromia a osobných údajov.

SCHÉMA INTELIGENTNÉHO MESTA

Za účelom definovania stratégie pre rozvoj a transformáciu rozdeľujem koncept inteligentného mesta z hľadiska sociálno-technického systému do štyroch aspektov (obr. 4) – tieto aspekty tvoria rozdelenie mesta, podľa ktorého budeme ďalej určovať výzvy transformácie a ich možné riešenia.

- Urbanistickej
- Sociálnej
- Ekonomickej
- Environmentalnej

Ďalej pod týmito aspektmi existujú vrstvy, ktoré sú navzájom prepojené a potrebné pre mesto. Každá vrstva plní klúčovú funkciu vo vývoji a prevádzke mesta, čím zvyšuje jeho celkovú odolnosť, prispôsobivosť a kvalitu života. Skúmaním a riešením prepojení medzi týmito aspektmi a vrstvami je možné realizovať plný potenciál transformácie inteligentných miest ako technologicky a sociálne progresívny koncept.

Urbanistickej aspekt inteligentného mesta je mnohostranný, zahŕňa fyzické usporiadanie a dizajn mesta so zameraním na efektívne využitie priestoru a zdrojov pre vytvorenie



udržateľného, dobre naplánovaného mestského prostredia. Do súčasti tohto aspektu patrí integrácia zelených plôch, chodníkov vhodných pre chodcov a sietí verejnej dopravy. Cieľom v tomto aspekte je znížiť dopravné vyčerpanie komunikácií a zlepšiť celkovú kvalitu života občanov v rámci správneho využitia priestoru. Okrem toho tu patria aj otázky typu dostupného bývania spolu s oblasťami, ktoré kombinujú obytné, obchodné a rekreačné priestory.

Sociálny aspekt je charakterizovaný záväzkom podporovať silný zmysel pre komunitu, inkluzívnosť a blahobyt medzi jeho obyvateľmi. To znamená vytváranie príležitostí pre sociálnu interakciu, občiansku angažovanosť a spoluprácu prostredníctvom rozvoja verejných priestorov, komunitných centier a kultúrnych inštitúcií. Inteligentné mestá uprednostňujú poskytovanie kvalitného vzdelávania, zdravotnej starostlivosti a ďalších základných služieb pre zabezpečenie, že všetci obyvatelia budú mať prístup k zdrojom, ktoré potrebujú na to, aby mohli spokojne žiť.

Ekonomický aspekt inteligentného mesta je o vytvorení prostredia, ktoré stimuluje ekonomický rast, inovácie a vytváranie pracovných miest. Prilákaním investícii do kľúčových sektorov, ako sú technológie, čistá energia a pokročilá výroba, sa inteligentné mestá zameriavajú na podporu mestského ekosystému - podniky a podnikatelia. Okrem toho je rozhodujúca investícia do vysokokvalifikovanej pracovnej sily prostredníctvom prístupu ku kvalitným príležitosťiam na vzdelávanie, rekvalifikáciu a odbornú prípravu. Využitie technológie a rozhodovania založeného na údajoch je tiež nevyhnutné na optimalizáciu využívania zdrojov, zníženie prevádzkových nákladov a zlepšenie celkovej efektívnosti, čo viedie k udržateľnejšej a prosperujúcej hospodárskej budúcnosti.

Environmentálny aspekt sa zameriava na minimalizáciu jeho ekologickej stopy a podporu udržateľných postupov. Cieľom inteligentných miest je implementovať zelené technológie, ako sú obnoviteľné zdroje energie, energeticky efektívne budovy a systémy odpadového hospodárstva, aby sa znížili emisie a šetrili prírodne zdroje.

Vrstva prírodného prostredia sa týka zodpovedného riadenia a využívania prírodného bohatstva mesta. Spája environmentálny aspekt s ostatnými a zahŕňa zodpovedné riadenie / využívanie prírodných aktív mesta, ako je voda a pôda. Medzi základné definujúce aktivity tu patrí zabezpečenie trvalo udržateľného využívania zdrojov, ochrana ekosystémov a podpora inovatívnej „zelenej“ technológie.

Vrstva tvrdej infraštruktúry inteligentného mesta zahŕňa fyzické štruktúry a zariadenia, ktoré podporujú mestský život, sú to cestné komunikácie, budovy, dopravné a inžinierske siete. Inteligentné mestá silno investujú do modernej, efektívnej a odolnej infraštruktúry, aby sa zabezpečilo hladké fungovanie základných služieb a prispôsobili sa budúcomu rastu a rozvoju.

Vrstva IKT infraštruktúry je dôležitým prvkom inteligentného mesta, ktorý poskytuje konektivitu a digitálnu platformu potrebnú na bezproblémovú komunikáciu a výmenu údajov medzi rôznymi zložkami mestského systému. Táto vrstva zahŕňa vysokorýchlosťné širokopásmové siete, bezdrôtové komunikačné systémy, dátové centrá a cloud služby. Vrstvu teda môžeme chápať ako káblové, bezdrôtové, optické a iné prepojovacie prvky súvisiace s vybavením, ktoré tvoria vyhradenú neverejnú sieť určenú na vzájomnú bezpečnú komunikáciu.



Vrstva služieb v inteligentnom meste zahŕňa širokú škálu verejných a súkromných služieb poskytovaných obyvateľom, firmám a návštevníkom. Tieto služby môžu zahŕňať vzdelávanie, zdravotnú starostlivosť, verejnú bezpečnosť, odpadové hospodárstvo a rekreačné zariadenia. V rámci inteligentného mestá sa využívaním technológie a údajov zlepšuje poskytovanie a dostupnosť týchto služieb, čím sa zvyšuje celková kvalita života. Príklady inteligentných služieb zahŕňajú systémy elektronickej verejnej správy, ktoré zjednodušujú byrokratické postupy, inovácie v oblasti tele-medicíny, ktoré rozširujú prístup k zdravotnej starostlivosti, a intelektuálne dopravné štruktúry, ktoré zlepšujú tok dopravy a zároveň znižujú preťaženie. Primárnym cieľom vrstvy služieb inteligentného mesta je podporovať prostredie, v ktorom môžu jednotlivci a podniky prosperovať.

Na poslednom rade, pokiaľ ide o nehmotné prvky, ktoré zabezpečujú bezproblémovú prevádzku mesta, **vrstva mäkkej/digitálnej infraštruktúry** zahŕňa údaje, softvér, aplikácie a ľudskú odbornosť. Vrstva sa týka nehmotných komponentov, ktoré uľahčujú hladké fungovanie mesta. Táto vrstva zahŕňa vývoj a implementáciu algoritmov, umelej inteligencie a systémov strojového učenia, ktoré skúmajú a spracúvajú údaje zhromaždené infraštruktúrou IKT, čím umožňujú rozhodovanie a automatizáciu na základe údajov.

ZÁVER

Mestá v súčasnej dobe čelia viacerým nátlakom na modernizáciu ako aj rôznym problémom z verejného sektoru – dopravná vyčerpanosť, nezamestnanosť, vysoká miera byrokracie, ne-transparentnosť údajov a použitých zdrojov. Koncept inteligentného mesta, ktorý som zadefinoval z sociálno-technického pohľadu a rozdelil ďalej do štyroch hlavných aspektov a piatich vrstiev, nám môže pomôcť tieto problémy zmierniť alebo aj kompletne vyriešiť.

Najprv bolo vysvetlené, ako sa na mestá môžeme pozerať, spolu s definovaním systému, aký bol použitý pri písaní tejto práce, neskôr bol objasnený aj samotný koncept inteligentného mesta. Taktiež boli vysvetlené dôležité pojmy, ktoré úzko súvisia s konceptom alebo na neho priamo napájajú – digitalizácia, internet vecí. Následne boli identifikované hlavné faktory ovplyvňujúce koncept, na ktoré boli naviazané aspekty a vrstvy.

Všetky prejedené predmety v práci poukazujú na obrovský potenciál, ktorý inteligentné mestá ponúkajú. Je zrejmé, že prostredníctvom udržateľného rozvoja, technologických inovácií a efektívneho riadenia zdrojov môžu intelligentné mestá zásadne zlepšiť kvalitu života obyvateľov a v konečnom dôsledku zároveň prispieť k riešeniu mnohých súčasných problémov. No pre úspešnú transformáciu je nevyhnutná aktívna účasť všetkých zúčastnených strán a spoločná harmónia technológií. V závere, zavedenie konceptu inteligentných miest ponúka nové príležitosti pre zvýšenie efektívnosti a udržateľnosti mestských systémov, čo môže prispieť k ekonomickej prosperite a sociálnej súdržnosti.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY:

- [1] The World Bank [Online]. (2021)
<https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?end=2021&locations=SK&start=1960&type=points&view=chart>



- [2] Štatistický úrad Slovenskej Republiky, DATAcube [Online]. (2023)
https://datacube.statistics.sk/#!/view/sk/VBD_DEM/om7102mr/v_om7102mr_00_00_00_sk
- [3] Glaeser E. L. (2011). Triumph of the city: How our greatest invention makes us richer, smarter, greener, healthier, and happier. Penguin.
- [4] Zanella A., Bui N., Castellani A., Vangelista L., Zorzi M. (2014). Internet of things for smart cities. IEEE Internet of Things Journal, 1(1), 22-32.
- [5] Hollands R. G. (2008). Will the real smart city please stand up?
- [6] Wahab, N. S. N., Ismail L., Yusuf R. O. (2020). A Systematic Literature Review on The Dimensions of Smart Cities. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- [7] Vávra M. (2013). Chytrá města začátku 21. století.
- [8] Musa S. (2016). Smart City Roadmap. [Online].
http://www.academia.edu/21181336/Smart_City_Roadmap
- [9] Batty M. (2013). The new science of cities. MIT Press.
- [10] Anthopoulos L. G. (2017). Understanding Smart Cities: A Tool for Smart Government or an Industrial Trick?
- [11] Čepalová A., Cmelařová M. (2020) Smart solutions as an instrument for building smart cities



AUTOMATIC VENDING MACHINES AS A PART OF ROBOTIC WORKPLACE

VÝDAJNÉ AUTOMATY AKO SÚČASŤ ROBOTIZOVANÝCH PRACOVÍSK

Simona Špirková, Ing.¹

Ústav logistiky a dopravy, Fakulta baničtva, ekológie, riadenia a geotechnológií

Technická univerzita v Košiciach

e-mail: simona.spirkova@tuke.sk

Martin Ďuriška, Ing.²

Ústav logistiky a dopravy, Fakulta baničtva, ekológie, riadenia a geotechnológií

Technická univerzita v Košiciach

e-mail: martin.duriska@tuke.sk

Marek Ondov, Ing.³

Ústav logistiky a dopravy, Fakulta baničtva, ekológie, riadenia a geotechnológií

Technická univerzita v Košiciach

e-mail: marek.ondov@tuke.sk

Abstract

Robotic workplaces are becoming more or less the norm these days. Robot maintenance is a complex job requiring knowledge of mechanics, electronics, hydraulics and computers, as well as suitable work tools. Reduced maintenance is important for both productivity and safety, where less maintenance downtime means higher productivity and lower safety risks. Vending machines contain devices to monitor consumption, while tools, spare parts and components are therefore available 24/7. The advantage from the point of view of availability is also the fact that they installed directly at the operations, which ultimately means a reduction in the time associated with the maintenance itself and thus leads to a reduction in costs and global optimization. Príspevok vznikol ako súčasť riešenia projektov VEGA 1/0430/22, VEGA 1/0101/22, VEGA 1/0600/20, KEGA 010TUKE-4/2023, KEGA 005TUKE-4/2022, KEGA 018TUKE-4/2022, APVV-21-0195, ITMS:313011T567.

Abstrakt

¹ Simona Špirková, Ing. (interná doktorandka, Ústav logistiky a dopravy, Fakulta baničtva, ekológie, riadenia a geotechnológií, Technická univerzita v Košiciach)

² Martin Ďuriška, Ing. (interný doktorand, Ústav logistiky a dopravy, Fakulta baničtva, ekológie, riadenia a geotechnológií, Technická univerzita v Košiciach)

³ Marek Ondov, Ing. (interný doktorand, Ústav logistiky a dopravy, Fakulta baničtva, ekológie, riadenia a geotechnológií, Technická univerzita v Košiciach)



Robotizované pracoviská sa stávajú v dnešnej dobe viac menej štandardom. Údržba robotov je komplexná práca vyžadujúca znalosti mechaniky, elektroniky, hydrauliky a počítačov, ako aj vhodných pracovných nástrojov. Zníženie údržby je dôležité pre produktivitu aj bezpečnosť, kedy menej prestojov pri údržbe znamená vyššiu produktivitu a nižšie bezpečnostné riziká. Výdajné automaty obsahujú zariadenia na sledovanie spotreby, pričom nástroje, náradia, náhradné diely a súčiastky sú tým pádom dostupné 24/7. Výhodou z hľadiska dostupnosti je aj fakt, že sú inštalované priamo na prevádzkach, čo v konečnom dôsledku znamená zníženie časov spojených o samotnej údržbou a tým pádom viedie k zníženiu nákladov a globálnej optimalizácii. The post was created as part of the project solution of VEGA 1/0430/22, VEGA 1/0101/22, VEGA 1/0600/20, KEGA 010TUKE-4/2023, KEGA 005TUKE-4/2022, KEGA 018TUKE-4/2022, APVV-21-0195, ITMS:313011T567.

Key words (up to 5 keywords)

vending machine, maintenance, robotic workplace

Klíčová slova

výdajné automaty, údržba, robotizované pracoviská

ÚVOD

V dnešnej dobe stojíme na prahu technologickej revolúcie, ktorá zásadným spôsobom zmenila spôsob ako žijeme, pracujeme a navzájom komunikujeme. V rámci svojej mieri, rozsahu a komplexnosti technológií je táto transformácia podľa odborníkov pre ľudstvo tak zásadná, ako žiadna iná technologická zmena z minulosti. Naša technická vyspelosť dosahuje doteraz najvyššiu pozíciu z celej histórie. Tomuto stavu vďačíme nie len vynálezom výpočtovej techniky, ale aj priemyselnej revolúcií. Momentálne sa ľudstvo nachádza vo významnej fáze toho, akým spôsobom vyrábame produkty a to najmä vďaka digitalizácií a automatizácií v rámci celého priemyslu. Tento proces často nazývame ako princíp implementácie Industry 4.0, ktorý vlastne reprezentuje štvrtú industriálnu revolúciu. Tak ako sa rozvíja priemysel, rozvíja sa aj Industry 4.0 a prognózy do budúcnosti predpovedajú ďalší vývoj a neustály rozvoj. Skutočnosť, že počítače sú navzájom prepojené a komunikujú medzi sebou na určitej báze, umožňuje Industry 4.0 vytvoriť inteligentnú továreň či fabriku v realite čo viedie k dôsledku, že zariadenia získavajú prístup k obrovskému množstvu dát a informácií, a to v konečnom dôsledku viedie k zníženiu nákladov a optimalizácii. Odvetvie logistiky vždy bolo aj bude vo veľkej miere ovplyvňované trhovými trendmi. Je potrebné zvažovať obrovské množstvo faktorov, pretože nové technológie si vyžadujú často aj nové techniky, stratégie, pravidlá, predpisy a pod., ktoré následne vedú k zmenám a inováciám. Úspech v budúcnosti tak formujú nové trendy a koncepty, avšak tie musia byť integrované, musí existovať infraštruktúra a zároveň musia obsahovať existujúce riešenia. [1] Momentálne má odvetvie logistiky za sebou náročné obdobie, nové trendy boli totiž ovplyvnené vlnami pandémie z predchádzajúceho obdobia ako aj novými výzvami formujúcimi prostredie globálnych, lokálnych a dodávateľských reťazcov.



[2] Časopis Forbes upriamil svoju pozornosť na 10 najväčších budúcich trendov vo výrobe na rok 2022 a neskôr. Jedným z týchto trendov je aj robomobilita a robotika. Robotické systémy vychystávania objednávok dokázali, že dokážu vykonávať úlohy rýchlejšie ako ľudia a predovšetkým sú bezpečnejšie. [3] Tento trend kombinovania týchto technológií bude pokračovať, keďže robotika je v súčasnosti najrýchlejšie rastúcou oblastou. Podľa Global Customer Report za rok 2019 vzrástla medzinárodná skladová robotika o 18%. [4] Portál Anasoft na svojom blogu uviedol, že budúci chronický nedostatok pracovnej sily prinúti 75% spoločností v dodávateľskom reťazci uprednostniť investície do automatizácie, čo malo mať do konca roka 2022 za následok zvýšenie produktivity o 10%. Okrem toho môžu roboty využívať optimalizačné algoritmy nielen na výrobu a zásobovanie, ale aj na vlastnú údržbu. [2]

1 REŠERŠE

Spolupráca medzi človekom a robotom (HRC – Human Robot Collaboration) je dokonalým príkladom vysnívaného scenára budúcnosti na pracoviskách. Pri navrhovaní takejto spolupráce sú hlavnými výzvami najmä distribúcia úloh medzi robotmi a samotnými ľuďmi na základe ich zručností, rýchlosť ich prispôsobenia a overenie rozloženia pracoviska, ale je to aj o tom, ako virtuálne prevedenie navrhovaného výrobného systému zabezpečí bezpečné pracovné podmienky pre samotných pracovníkov. Je známe a dokázané, že roboty sa dokážu týmto zmenám prispôsobiť rýchlejšie a jednoduchšie, najmä ak sa jedná o určité typy procesov, ktoré často menia svoj charakter, ako ľudia. Manuálne ovládané systémy tiež nie sú schopné efektívne reagovať na nové výzvy globalizácie a neustále rastúce potreby masovej konzumnosti. V dnešnej dobe však vieme, že HRC môže potenciálne priniesť zvýšenú produktivitu, širší sortiment výrobkov a rekonfiguráciu. Jedným zo spôsobom HRC je Industry 4.0 a najnovšie paradigmy priemyselných robotov a cobotov. Tie sú v spolupráci s ľuďmi priateľské, flexibilita a obratnosť robotov a cobotov je daná rozmanitosťou spravovateľských nástrojov, senzorov a podporných zariadení. Interakciu medzi ľuďmi a robotmi v priemyselnom prostredí tak možno považovať za komplexný systém. [5] Kolaboratívne robotické systémy tak predstavujú novú technológiu v rámci robotiky, ktorá umožňuje robotom a ľudským operátorom spolupracovať takým spôsobom, aký pred tým neboli možné. [6]

Robot predstavuje konkrétny stroj vybavený senzormi, ovládacími nástrojmi, podpornými zariadeniami a určitým (v niektorých prípadoch aj obmedzeným) stupňom umelej inteligencie zvyčajne schopný vykonávať úlohy súvisiace s konkrétnym typom práce. [7] Roboty existujú v mnohých podobách a vyhotoveniach, líšia sa viac menej svojou flexibilitou a funkčnou autonómiou pri vykonávaní úloh. [8] V praxi nájdeme po prvej predprogramované roboty, ako sú roboty používané v montážnych dielňach výrobcov automobilov. Tie sú navrhnuté tak, aby vykonávali opísané úlohy v dobre definovaných a kontrolovaných prostrediach. Ďalej rozoznávame diaľkovo ovládané roboty, ktoré neustále riadi teleoperátor. Najlepším a typickým príkladom pre tento typ sú drony, robotické ponorky a roboty využívané pri chirurgických zákrokoch. Stretneme sa, ale aj s autonómnymi robotmi, ktoré už disponujú schopnosťou vnímať svoje okolie a konať tak cielene. Tu môžeme spomenúť ako príklad



doručovacie roboty v nemocniach, ktoré vydávajú a registrujú lieky pacientov. Zároveň sa v praxi môžeme stretnúť aj s typom robota, ktorý je „rozšírený“, teda ide o prepojenie alebo integráciu s ľudským telom. Ako príklad môžeme uviesť exoskeletony, ktoré môžu (čiastočne) paralyzovaný človek používať napr. na chôdzu, alebo ide o robotické nohy či ruky. Každý z týchto typov robotov si už našiel cestu na trhu, pracovisko alebo do bežného života. [9] Kolaboratívne roboty vlastne definujú robotov, ktorý majú pomáhať ľuďom pri špecifických úlohách alebo aby umožnili vzájomnú spoluprácu medzi robotmi a ľuďmi súčasne na rovnakom pracovnom mieste.

2 METODIKA

Údržba robotov je komplexná práca vyžadujúca znalosti mechaniky, elektroniky, hydrauliky a počítačov, ako aj vhodných pracovných nástrojov. Zníženie nežiaducej údržby je dôležité pre produktivitu aj bezpečnosť, kedy menej prestojov pri údržbe znamená vyššiu produktivitu a nižšie bezpečnostné riziká. Ak sa zvolia správne nástroje a bude sa klášť väčší dôraz na preventívnu údržbu a ak je výrobný systém starostlivo navrhnutý, tak potom nebudú potrebné mnohé údržbárske zásahy. [10] Vhodným prostriedkom pre údržbu robotizovaných pracovísk a samotných robotov môžu byť práve výdajné automaty, ktoré disponujú potrebnými nástrojmi a náhradnými dielmi potrebnými pre vykonanie údržby, čo v končenom dôsledku urýchľuje prestoje a zľahčuje prácu údržbárov.

Automaty ako ich poznáme, sú vo svete a obzvlášť v dnešnej dobe veľmi oblúbené. Okrem spotrebného tovaru sa čoraz častejšie využívajú aj pre skladovanie a vydávanie nespotrebného tovaru. Najvyššej oblube sa tešia hlavne v ázijských krajinách, kde okrem jedla a nápoje je jednoduché zakúpiť si vo výdajných automatoch elektronický tovar, oblečenie, doplnky ako sú napr. dáždniky, ventilátory ale aj iné produkty. V rámci týchto krajín sa hovorí o najlepších úpravách na trhu. Tento trend je totiž potláčaný nie len modernou priemyselnou revolúciou a tzv. posadnutosťou obyvateľstva po technológiách, ale je ovplyvňovaný aj špecifikáciu danej kultúry, kde spoločnosť usiluje o kontinuálne zlepšovanie v každom sektore a na každej úrovni. Automaty sú zároveň ergonomické a preto zaberajú málo miesta, čo umožňuje maximálne využitie akéhokoľvek priestoru, či už v preplnených mestách v Číne, Japonsku, Kórei alebo v preplnených výrobných halách či prevádzkach. [11]

Výdajné automaty obsahujú zariadenia na sledovanie spotreby, pričom ochranné pomôcky sú tým pádom dostupné 24/7. Výhodou z hľadiska dostupnosti je aj fakt, že sú inštalované priamo na prevádzkach, čo v konečnom dôsledku znamená zníženie časov spojených so samotnou údržbou. Medzi ďalšie výhody však patrí aj fakt, že spoločnosti si dokážu presnejšie a cielenejšie odkontrolovať a identifikovať používané nástroje a náhradné diely, pričom samotný výdajný automat dokáže upozorniť na hladinu zásob a potrebu doobjednania tovaru. [11][12] Veľkou výhodou pre spoločnosti na území Slovenskej republiky je skutočnosť, že na trhu existuje spoločnosť, ktorá takéto výdajné automaty prenajíma, teda nie je potrebné investovať do vlastných zariadení. Daná spoločnosť zabezpečuje servis automatov ako aj ich zásobovanie podľa potrieb zákazníka.



Požiadavky na prevádzkovanie

- zoznam používaných položiek u zákazníka a ich mesačná spotreba (aspoň hrubý odhad, systém následne po 3 mesiacoch urobí audit a navrhne optimálne hladiny a množstvo),
- zoznam zamestnancov, ktorý budú mať prístup k výberu,
- elektrická prípojka na 230 V a pripojenie na siet'. [11]

Ako to funguje?

Ide o jednoduchý princíp používania, kedy zamestnanec s povolením k výberu priloží svoju kartu k čítačke a výdajný automat mu následne vydá potrebnú, resp. zvolenú položku. Systém výdajných automatov je kompatibilný so všetkými druhami a typmi zamestnaneckých kariet, čo predstavuje ďalšiu veľkú výhodu. Sortiment vo výdajnom automate si volí každá spoločnosť podľa vlastných potrieb, čím vlastne ide o komplexné zariadenie, ktoré nahradza sklady a zvyšuje tak časovú dostupnosť a disponuje širokým sortimentom. Softvér automaticky upozorňuje na stav zásob a zasiela dátu a informácia v reálnom čase. [11][13]

3 VÝSLEDKY

V dnešnej dobe sa v praxi stretávame s množstvom výrobcov výdajných automatov, ktoré sú v rôznych vyhotoveniach a typoch. Aj keď sú výdajné automaty na východných trhoch veľmi populárne, v skutočnosti sa pomerne viac využívajú automaty od západných výrobcov. Stretneme sa však aj s výrobcami z Európy, konkrétnie napr. zo Španielska, Chorvátska, Talianska, Belgicka alebo aj z Veľkej Británie. [11]

3. 1 Typy výdajných automatov

Toolbox

Predstavuje udržateľný systém dávkowania, kde vďaka flexibilnému rozloženiu umožňuje zákazníkom uložiť množstvo produktov. Výhody tohto typu automatu sú:

- bezpečná kontrola spotreby,
- zlepšená viditeľnosť produktu,
- výdaj súpravy položiek, alebo položky samotnej,
- ľahko rozšíriteľný o ďalšie jednotky. [11][14]

Ďalšou z výhod pre zákazníka je možnosť výberu typu špirály, ktorý si vie navoliť podľa vlastnej potreby. [14][11] Vyhotovenia a rozmery sa ďalej rozoberajú v práci S. Špirkovej. [11]



Obr. 1 Toolbox

Zdroj: [14]

ProStock

Daný typ umožňuje skladovanie a výdaj stovkám položiek, pričom nezaberá príliš veľa miesta. Tento kolotočový systém poskytuje vysokú flexibilitu vydávania jednej položky alebo skupiny položiek, vďaka jeho konfigurácií. Výhodou je:

- že, je priamo určený na správu nástrojov a náradí,
- jednoduché a flexibilné ukladanie,
- voliteľné boxy pre skladovanie a výdaj menších i väčších predmetov. [15][11]



Obr. 2 ProStock

Zdroj: [15]

Vyhorenie a rozmery sú opäť viac priblížené v práci od S. Špirkovej. [11]



Weight Station

Tento typ výdajného automatu využíva princípy a technológie snímania hmotnosti položiek, čo umožňuje a uľahčuje prístup ku všetkým položkám. Výhodou je tým pádom aj opäťovné použitie. Po každom použití sa urobí inventár v podobe softvérových prepočtov a zobrazí sa tak nové momentálne množstvo, ktoré je aktuálne k dispozícii. To spoločnostiam poskytuje vysokú úroveň presnosti a prehľad o použiteľnosti jednotlivých položiek. Medzi výhody tohto vyhotovenia patria:

- nie je potrebné prebaľovanie produktov,
- možnosť predpripravenia zásob (regulovanie veľkosti balenia a balíčkovanie)
- výsuvné police (ľahká manipulácia),
- určený ako ideálna voľba pre náradie a nástroje pre vnútorné prevádzky. [16][11]



Obr. 3 Weight Station

Zdroj: [16]

Priblížené vyhotovenia a rozmery sú v práci od S. Špirkovej. [11]

Cablock

Zariadenie tohto typu je určené priamo na výdaj nástrojov, náradia, súčiastok a náhradných dielov potrebných na danej prevádzke a pracovisku. Pomocou informačného systému sa zaznamenáva stav položiek, čím sa zlepšuje pracovný tok. Výhody tohto výdajného automatu sú:

- zameranie priamo pre potreby údržby (nástroje, náradie – vratný materiál, súčiastky a náhradné diely – spotrebny materiál),
- možná kombinácia s inými vyhotoveniami už v súprave. [17][11]

**Obr. 4 Cablock**

Zdroj: [17]

Prolocks

Ďalší z flexibilných vyhotovení, ktorý je tvorený úložnými skrynkami či boxmi. Systém je opäť kontrolovaný, pre výdaj, vrátenie či doplnenie spotrebného i nespotrebného tovaru. Vďaka konfigurovatelným policiam je možné prispôsobiť automat pre akékoľvek prostredie ako aj veľkosť položiek. Výhodou je:

- škálovateľnosť,
- spravovanie súprav a položiek,
- monitorovanie položiek. [18][11]

**Obr. 5 Prolocks**

Zdroj: [18]



4 ZÁVĚR

Každý výdajný automat má svoje výhody a svojím vyhotovením a konfiguráciou sa hodí na iné použitie. Uloženie produktov nie je ani tak dôležité, pretože každý z výdajných automatov je možné vyhotoviť podľa požiadaviek zákazníka s prispôsobiť jeho vyhotovenie a položky jeho špecifickým požiadavkám. Dôležité je však zvoliť si správny typ pre skladovanie a výdaj nástrojov, náhradných dielov či náradia. Len tak dokážu spoločnosti efektívne využívať tento nástroj. Aj keby spoločnosti nemala k dispozícii prenájom takéhoto výdajného automatu, náklady spojené so zakúpením výdajného automatu, nie sú tak vysoké. V nasledujúcej tabuľke sú zobrazené parametre ako aj ceny jednotlivých výdajných automatov.

Tab. 1 Tabuľa porovnania výdajných automatov

Typ HELIX		Typ CABLOCK	
Cena (\$):	4 699	Cena (\$):	3 595
Rozmery - výška x šírka x hĺbka (mm):	1854 x 979 x 101	Rozmery - výška x šírka x hĺbka (mm):	419 x 762 x 762
Váha (kg):	306	Váha (kg):	69
Max nosnosť (kg):	50	Max nosnosť (kg):	50
Uložný priestor (ks):	800 - 1300	Uložný priestor (ks):	600
El. energia (V):	220	El. energia (V):	220
Napätie (A):	2	Napätie (A):	2
Spotreba (W):	440	Spotreba (W):	440
Dopravné služby:	technická podpora, servis LAN	Dopravné služby:	technická podpora, servis LAN
Siet:		Siet:	

Typ PROSTOCK		Typ PROLOCKS	
Cena (\$):	3 999	Cena (\$):	4 595
Rozmery - výška x šírka x hĺbka (mm):	2108 x 689 x 449	Rozmery - výška x šírka x hĺbka (mm):	1854 x 590 x 595
Váha (kg):	430	Váha (kg):	221
Max nosnosť (kg):	20	Max nosnosť (kg):	100
Uložný priestor (ks):	300 - 800	Uložný priestor (ks):	800 - 2500
El. energia (V):	220	El. energia (V):	220
Napätie (A):	2	Napätie (A):	3
Spotreba (W):	440	Spotreba (W):	660
Dopravné služby:	technická podpora, servis LAN	Dopravné služby:	technická podpora, servis LAN
Siet:		Siet:	

Typ WeightStation		Typ Medical	
Cena (\$):	5 995	Cena (\$):	800
Rozmery - výška x šírka x hĺbka (mm):	2108 x 965 x 376	Rozmery - výška x šírka x hĺbka (mm):	520 x 300 x 120
Váha (kg):	430	Váha (kg):	30
Max nosnosť (kg):	100	Max nosnosť (kg):	5
Uložný priestor (ks):	600 - 2500	Uložný priestor (ks):	150
El. energia (V):	220	El. energia (V):	220
Napätie (A):	2	Napätie (A):	1
Spotreba (W):	440	Spotreba (W):	220
Dopravné služby:	technická podpora, servis LAN	Dopravné služby:	technická podpora, servis LAN, WiFi, 3G/4G
Siet:		Siet:	

Zdroj: [11]



Využitím výdajných automatov pre skladovanie a výdaj správnych nástrojov, náradia, náhradných dielov a súčiastok pre údržbu robotizovaných pracovísk dokáže spoločnosť ušetriť nie len čas potrebný na údržbu, ale aj celkové časy prestojov, ku ktorým dochádza pre činnosť údržby. Zároveň je uľahčená práca údržbárov, keďže potrebné nástroje a náhradné diely či pomôcky určené pre údržbu či opravu majú k dispozícii 24/7 priamo na danom pracovisku. V konečnom dôsledku výhody pri používaní výdajných automatov vedú k zníženiu nákladov a ku globálnej optimalizácii.

Príspevok vznikol ako súčasť riešenia projektov VEGA 1/0430/22, VEGA 1/0101/22, VEGA 1/0600/20, KEGA 010TUKE-4/2023, KEGA 005TUKE-4/2022, KEGA 018TUKE-4/2022, APVV-21-0195, ITMS:313011T567.

REFERENCES

- [1] Cleo: 6 major trends shaping logistics management in 2022 [online]. Available at: <https://www.cleo.com/blog/logistics-management-trends>
- [2] Emas: 5 logistických trendov, ktoré budú formovať zásobovanie v roku 2022 [online]. Available at: <https://www.anasoft.com/emans/sk/home/Novinky-blog/blog/logisticke-trendy-zasobovanie-2022>
- [3] García, J. A., Enríquez, J.G., Ruiz, M., Arévalo, C., Jiménez-Ramírez, A.: Software Process Simulation Systematic literature review [online]. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0920548919303095>
- [4] Trnasimetric: Top 10 Supply Chain and Logistics Technology Trends [online]. Available at: <https://www.transmetrics.ai/blog/supply-chain-logistics-technology-trends/>
- [5] Malik, A., A., Masood, T., Bilberg, A.: Virtual reality in manufacturing: immersive and collaborative artificial-reality in design of human-robot workspace [online]. Available at: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0951192X.2019.1690685?journalCode=tcm20>
- [6] Franklin, C. S., Dominiquez, E., Fryman, J. D., Lewandowski, M. L.: Collaborative robotics: New era of human-robot cooperation in the workplace. *Journal of Safety Research*, vol. 74, 153-160. 2020.
- [7] Royakkers, L., van Est, R.: Just ordinary robotos: automation from love to var. Boca Raton: CRC Press. 2015. ISBN 978-1482260144
- [8] Smids, J., Nyholm, S., Berkers, H.: Robots in the Workplace: A Threat to or Opportunity for-Meaningful Work? *Philosophy & Technology*, vol. 33, 503-522. 2020.
- [9] Shaw, K.: Global sales for industrial robots doubled over last five years [online]. Available at: <https://www.robotsbusinessreview.com/news/global-sales-for-industrial-robots-doubled-over-last-five-years/>
- [10] Helander, M. G.: Ergonomics and safety considerations in the design of robotic workplace: A review and some priorities for research. *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol 6 (2), 127-149. 1990.
- [11] Špirková, S: Možnosti efektívneho balenia a dopĺňania automatov na výdaj spotrebného materiálu pre potreby konkrétnej praxe. Diplomová práca. Technical university of Košice. 2022.



- [12] Safetybox: Prečo Safetybox? [online]. Available at: <http://www.safetybox.sk/preco-safetybox/>
- [13] Safetybox: Ako funguje? [online]. Available at: <http://www.safetybox.sk/ako-to-funguje/>
- [14] Source Atlantic: ToolBox [online]. Available at: <https://www.Sourceatlatntic.ca/userfiles/solutions%20pages/toolbox.pdf>
- [15] Source Atlantic: ProStock [online]. Available at: <https://www.Sourceatlantic.ca/userfiles/solutions%20pages/Source-atlantic-inventory-management-solutions-cribmaster-prostock.pdf>
- [16] Source Atlantic: Weight Station [online]. Available at: <https://www.Sourceatlantic.ca/userfiles/solutions%20pages/sa%20solutions-%20weighstation%20nf.pdf>
- [17] Source Atlantic: Cablock [online]. Available at: <https://www.Sourceatlantic.ca/userfiles/solutions%20pages/x3.pdf>
- [18] Source Atlantic: Prolock [online]. Available at: <https://www.Sourceatlantic.ca/userfiles/solutions%20pages/prolock.pdf>



PŘEHLED REVERZNÍ LOGISTIKY VE MĚSTECH

OVERVIEW OF REVERSE LOGISTICS IN CITIES

Dr. Michal Turek,

Vysoká škola logistiky, Přerov, Česká republika

e-mail: michal.turek@vslg.cz

Doc. Oldřich Kodym,

Vysoká škola logistiky, Přerov, Česká republika

e-mail: oldrich.kodym@vslg.cz

Prof. Václav Cempírek

Vysoká škola logistiky, Přerov, Česká republika

e-mail: vaclav.cempirek@vslg.cz

Ing. Matěj Hrouda

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta materiálově-technologická,
Ostrava, Česká republika

e-mail: matej.hrouda@vsb.cz

Abstrakt

Článek se zabývá možnostmi začlenit městská logistická centra do nákladní obsluhy měst. Snahou autorů je definování problematiky City logistiky nákladní dopravy a souhrnu procesů v rámci toho systému obsluhy měst v souladu s potřebami obyvatel. Pozornost je postupně věnována přístupu k lokaci městských logistických center, nákladům na jejich vybudování a přínosu jejich samotného využívání. Následně jsou prezentovány statistické údaje k možnostem distribuce potravin a ovoce a směsného komunálního odpadu přes městská logistická centra a na příkladu se směsným komunálním odpadem je aplikována konkrétní optimalizace jeho svozu prostřednictvím tvorby okružních jízd, které jsou nedílnou součástí obsluhy městských logistických center.

Abstract

The article deals with the possibilities of integrating urban logistics centres into the freight service of cities. The authors aim is to define the issue of City freight logistics and the overall processes within this system of serving cities to meet the needs of the population. Attention is successively paid to the approach to the location of urban logistics centres, the costs of their construction and the benefits of their actual use. Subsequently, statistical data on the possibilities of distributing food and fruit and mixed municipal waste through urban logistics centres are presented and, using mixed municipal waste as an example, the specific optimisation



of its collection through the creation of round trips, which are an integral part of the servicing of urban logistics centres, is applied.

Klíčová slova

City logistika, městské logistické centrum, nákladní doprava, optimalizace tras

Key words

City logistics, urban logistics centre, freight services, routes optimisation

ÚVOD

MLC ovlivňuje logistické procesy ze skladů dodavatelů až ke koncovým příjemcům i se zapojením nákladních dopravců třetích stran. Dodavatelé určují strategii dodávek svých produktů a nesou výsledné distribuční náklady. V úvahu jsou brány i další aktéři a zainteresované strany distribuční sítě.

Cílem je zkoumat, jak zavedení MLC ovlivní logistické procesy, náklady a úroveň služeb dodavatelů.

Přínos MLC je závislý na tom, jak budou nastaveny logistické procesy před jeho zavedením. Náklady dodavatelů se sníží, ale za předpokladu změn ve smluvních ujednáních o úrovni služeb mezi subjekty v distribuční síti. Dodavatelé zapojení do distribuční sítě prostřednictvím MLC ovlivňují zbožím požadavky příjemců, kteří pozitivně vnímají používání MLC. Rozhodující pro distribuční síť s využitím MLC je alokace nákladů a přínosů mezi aktéry (odesílatele a příjemce) v distribuční síti a transparentnost nákladů spojených s MLC.

1 DEFINICE SAMOTNÉHO POJMU „CITY LOGISTIKA NÁKLADNÍ DOPRAVY“

City logistika nákladní dopravy, tj. nákladní doprava v kontextu City logistiky ve své podstatě je souhrn úkonů, jimiž se uskutečňuje přeprava nákladů po obchodních cestách v rozsahu městské (city) logistiky. Je to skupina činností spjatých s cílevědomým přemisťováním hmotných předmětů (zboží) v nejrůznějších objemových, časových a prostorových souvislostech za použití různých dopravních prostředků a technologií v rámci měst a městských aglomerací; specificky zahrnující koordinaci, harmonizaci, propojení a optimalizaci toku surovin, materiálu, polotovarů, výrobků a služeb, ale také toků informací a financí z hlediska uspokojení zákazníka s optimálním vynaložením nákladů (finančních prostředků). City logistika nákladní dopravy je proces (souhrn procesů) optimalizace logistických a dopravních aktivit v městských aglomeracích, jehož se účastní soukromé společnosti s podporou pokročilých informačních systémů a technologií (telematických zařízení) na území města s ohledem na dopravní prostředí a jeho vliv na vznik kongescí, bezpečnost a úspory energie. Jedná se tedy o přepravu zboží a materiálů, provozování vnitřního systému dopravy, obsluhu skladů a obchodní sítě, dopravní obsluhu malých a středních podniků s ohledem na dopravní prostředí a jeho vliv na vznik kongescí, bezpečnost a úspory energie. Jedním z úkolů city logistiky je tedy zajistit komplexní dopravní obslužnost ve městě a jeho přilehlých aglomeracích (Novák a kol. 2005), (Stopka, 2020).

Při řešení problémů dopravní obsluhy velkých měst se s úspěchem uplatňuje City logistika



jako forma městy podporované spolupráce podnikatelských subjektů v obchodě, ve stavebnictví a v dalších sektorech s poskytovateli logistických služeb v zájmu redukce rozsahu potřebné dopravy a snížení zátěže životního prostředí ve městech při zvýšení efektivnosti logistických řetězců. V řešení problémů nákladní dopravy jsou zainteresovány čtyři hlavní strany (Stopka a kol., 2020), (Voženílek a kol., 2009): koncoví uživatelé logistického řetězce, dopravci, obyvatelé města a místní samospráva.

City logistika představuje souhrn procesů v rámci logistického systému města v souladu s potřebami obyvatel a s požadavky ochrany životního prostředí, s přihlédnutím k tomu, že město má za hlavní cíl uspokojení potřeb svých obyvatel (Stopka a kol., 2020). Pojem City logistiky zdůrazňuje nutnost systémového pohledu na otázky související s pohybem zboží v rámci městské oblasti, to znamená, že se jedná o systém, vyznačující se optimalizovanou konsolidací vytížení různých dopravců a zasilatele v rámci stejných vozidel a koordinací nákladu a činností přepravy uvnitř města. City logistika je oprávněné stanovení požadavků v městské dopravě při zohlednění ekologických požadavků a rámcových ekonomických podmínek. City logistika se netýká pouze dopravy nákladní, ale je třeba zohlednit také všechny pohyby osob na území daného města, jimiž se zajišťuje provoz živností, služeb a podnikatelských míst, tzv. „služební“ osobní dopravu (Stopka, 2020), (Voženílek a kol., 2009).

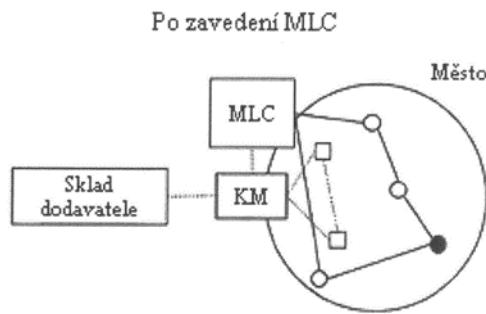
Městská logistika je pojem, který představuje širší pohled, kde koncepty zahrnují nejen logistické řetězce průmyslových a obchodních subjektů působících na území města, potažmo aglomerace, ale rovněž logistické řetězce, které jsou vytvářeny subjekty aktivními v sektorech komunálních služeb, zdravotnictví, bankovnictví a pojišťovnictví i v oblasti správy (Erdogan, 2013), (Voženílek a kol., 2009).

Definici městské logistiky dle evropské normy „EN 14892 (762010). Dopravní služby - Městská logistika - Směrnice pro stanovení omezeného přístupu do městských center“: Logistika města (angl. City logistics) můžeme interpretovat jako odborný termín pro management a řízení přepravních operací ve větších městech s nákupními zónami (EN 14892 (762010), 2006).

2 PŘÍKLADY LOKACE MĚSTSKÉHO LOGISTICKÉHO CENTRA

MLC je logistické zařízení umístěné v příměstských a vnitřních městských oblastech, kde lze konsolidovat zboží od různých dodavatelů. Z MLC je zboží dodáváno v ekologicky šetrných nákladních vozidlech do konkrétní geografické oblasti, tj. celé město, centrum města nebo konkrétní nákupní centrum.

Hlavním cílem MLC je snížit celkovou vzdálenost ujetou při doručování zboží do městských oblastí a snížit vliv na životní prostředí zvýšením zátěžového faktoru distribučních vozidel, která obsluhují městské části. Je důležité poznamenat, že ačkoliv MLC může zajistit konsolidaci městských toků zboží, nejde o jediné řešení. Konsolidaci zásilek lze také dosáhnout prostřednictvím již existujících místních konsolidačních (distribučních) center (KM) viz Obr. 1, změnou chování aktérů (např. prostřednictvím příjemců) a prostřednictvím horizontální nebo vertikální spolupráce.



Obr. 1 Schéma obsluhy s MLC a KM, na základě Dreischerf and Buijs (2022)

3 NÁKLADY A PŘÍNOSY POUŽÍVÁNÍ MLC

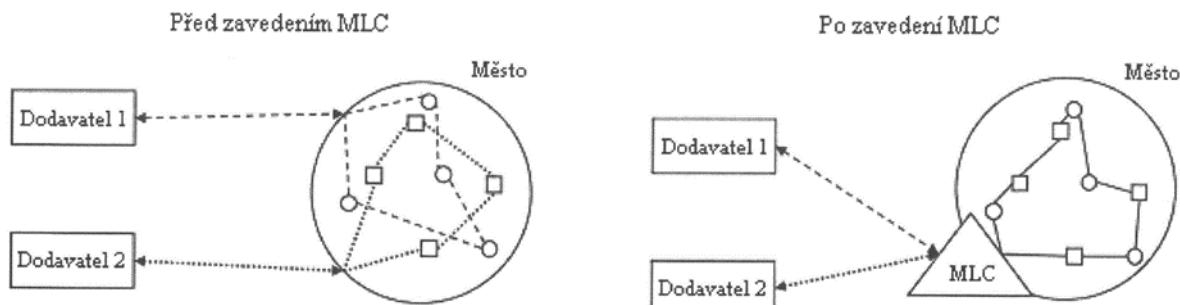
Pomocí matematického modelování lze kvantifikovat potenciální přínosy MLC pro městskou nákladní dopravu porovnáním dvou scénářů viz Obr. 2:

- před zavedením MLC a
- po zavedení MLC.

Podle a) dodavatelé nebo jejich smluvní dopravci dodávají své zboží přímo k příjemcům ve městě.

Podle b) je doručeno veškeré zboží od dodavatelů do MLC a do města již nevstupují. Přínosy tohoto modelu jsou:

- zkrácení délky trasy a
- snížení znečištění ovzduší.



Obr. 2 Schéma obsluhy před a po zavedení MLC, na základě Dreischerf and Buijs (2022)

V některých případech může být délka tras v centru města dokonce prodloužena kvůli omezujiícím limitům naložení vozidel šetrných k životnímu prostředí (zákaz použití místních komunikací vozidly s vyšší hmotností).

Provoz MLC nemusí být finančně vyrovnaný a pak jeho provozování je závislé na financování vládou nebo místními úřady. Pro ekonomickou rovnováhu provozu MLC musí být přijat nástroj politického omezení přístupu, aby byly motivovaly zúčastněné strany pro skutečné využívání MLC. MLC může snížit náklady z důvodu kratších tras na poslední míli, ale také zahrnuje



dodatečné náklady, jako jsou osobní náklady, náklady na vozidla a náklady na manipulaci s materiélem (zbožím). Aby u MLC byla zajištěna finanční rovnováha, musí vytvořit dostatek výhod z úspor nákladů na poslední míli, které kompenzují tyto dodatečné náklady.

Metodickým aparátem pro zřízení MLC je kvalitativní výzkumný přístup založený na vícenásobné případové studii, která se zaměřuje na rozhovory jako hlavní zdroj sběru dat. Případová studie je zaměřena na distribuční síť jednotlivých dodavatelů, kteří budou používat MLC. Kvalitativní přístup umožňuje triangulovat různé zdroje empirických dat shromážděných pomocí rozhovorů a dokumentů. Pro každého dodavatele se zpracovávají grafická znázornění logistických procesů od skladu (výrobce) až po příjemce, před a po zavedení MLC.

Úloha veřejné politiky je brána jako kritický prvek pro motivaci dodavatelů k používání MLC.

MLC nemusí zajistit vytvoření udržitelné městské nákladní dopravy, protože nelze zavést MLC a dosahovat z jeho provozu výhody. Cílem je snížit používání konvenčně poháněných vozidel v městském provozu a dosáhnout městskou logistiku s výrazným snížením CO₂ ve velkých městech do roku 2030, jak je uvedeno v Bílé knize z roku 2011.

Zúčastněné strany v městské nákladní logistice:

- Přepravci – výrobci, velkoobchodníci, maloobchodníci atd. Odesílatelé zasílají zboží jiným společnostem nebo osobám, které se nenacházejí ve městě; v důsledku toho obvykle nevnímají odpovědnost za problémy městské nákladní dopravy. Mají tendenci maximalizovat úroveň svých služeb a spolehlivost dopravy. V mnoha případech je odesílatel zúčastněná strana odpovědná za pronájem a dopravce.
- Dopravci – nákladní dopravci, kurýři atp. Dopravci se obvykle snaží minimalizovat své náklady maximalizací efektivity jejich vyzvednutí a doručení a očekává se, že budou poskytovat vysokou úroveň servisu za nízkou cenu. Existuje kompromis mezi vysokou úrovní služeb a účinností (využitím) nákladních vozidel. Dopravci jsou zúčastněné strany, které přepravují zboží i mimo městskou část, ale v mnoha případech jsou omezeni hranicemi, které stanovili jiní; například, otevírací doba prodejen nebo určená časová okna pro dodávky zboží. Dopravci jsou často aktivní na geograficky větším území než město.
- Příjemci – obchodníci, kanceláře, staveniště, obyvatelé atd. Příjemci jsou alokováni v městských částech a jsou většinou koncovým bodem logistického řetězce. Příjemci často nejsou odpovědné za městskou nákladní dopravu, protože zásilky jsou organizovány a placeny odesílatelem (takže pro příjemce cena dopravy je zahrnuta v ceně objednaného zboží). V mnoha případech si příjemci neuvědomují, že mohou a ovlivňují městskou nákladní dopravu např. nastavením časových oken.

Aktéři dodavatelského řetězce (odesílatel, dopravce a příjemce) a specifické vztahy mezi nimi společně určují logistické činnosti. Ovlivňovat městskou nákladní dopravu způsobem politik, je nutné těmto vztahům porozumět, aby byly osloveny ty správné zainteresované strany, tj zúčastněné strany, které jsou schopny provést změnu. Činnosti městské logistiky jsou omezeny několika okrajovými podmínkami, jakož i dostupnými prostředky, jako jsou vozidla nebo nakládací/vykládací plochy.

Místní úřady musí mít zájem na snížení dopravních kongescí, snížení zátěže životního prostředí a zvyšování bezpečnosti silničního provozu. Často berou městské dopravní systémy jako celek.



Z tohoto pohledu se místní úřady zaměřují na řešení konfliktů mezi zúčastněnými stranami, tedy nabídkou aktérů řetězce, městskou dopravou a obyvateli.

Další hranice pro městskou nákladní dopravu vyplývají z dostupné infrastruktury, od provozovatelů infrastruktury (manažeři) a vlastnictví pozemků. Tyto zainteresované strany a jejich investice určují možnosti městské nákladní dopravy.

Minimalizace skutečných a zjevných problémů způsobených městskou nákladní dopravou se dotýká:

- Ostatních účastníků provozu – tuto skupinu tvoří zranitelní účastníci silničního provozu (cyklisté a chodci), kteří sdílejí stejnou infrastrukturu jako vozidla nákladní dopravy zejména v městské oblasti a osobní vozidla, kterým omezují provoz zaparkovaná nákladní vozidla při nakládce a vykládce zboží.
- Obyvatelé a uživatelé města – lidé, kteří žijí, pracují a nakupují ve městě, mohou být zatěžovány městskou nákladní dopravou (např. zápach, hluk nebo vibrace).
- Návštěvníci / turisté – kteří jsou ovlivněni městskou nákladní dopravou v menší míře, i když příliš mnoho velkých vozidel v centru města způsobuje vizuální narušení nebo snižuje vnímání prostorové kvality města. Lidé, kteří trpí negativními dopady městské nákladní dopravy, ovlivňuje, jak často jsou koncoví zákazníci dodávaných produktů a služeb (např. maloobchod, hotely, restaurace a kavárny) obsluhováni.

4 APLIKACE DISTRIBUČNÍCH KANÁLŮ V MLC

Na základě statistického zjištění z dat Českého statistického úřadu jsme provedli možnost distribuce potravin a zeleniny do jednotlivých kategorií měst. Z uvedené tabulky (Tab. 1) je zřejmé, že objemy jsou dostatečné a je možné tyto druhy potravin a zeleniny distribuovat do měst a městských aglomerací s využitím MLC.

4.1 DISTRIBUCE POTRAVIN A OVOCE

V tabulce jsou uvedeny počty měst v členění podle kategorií v souladu s dokumentem Ministerstva dopravy ČR „Příloha 1- Koncepce městské a aktivní mobility pro období 2021-2030“.

V případě dodávek potravin do měst kategorie do 25 tis. obyvatel je průměrná denní dodávka cca 13 t. Z pohledu konsolidace objednávek pro koncové zákazníky se jedná o dostatečný objem logistických výkonů, který v součinnosti s dalšími výkony zajistí rentabilnost MLC.

**Tab. 1** Spotřeba vybraných potravin v kg/obyv. v roce 2020

Kategorie měst v tis. obyv.	1	2	7	14	15	570		609
Druhy potravín v kg/obyv.	Nad 500	250-500	75-250	42-75	25-42	Do 25		Celkem
Počet obyvatel	1291845	664912	743318	857570	438548	3286706	Obyv.	7 282 898
Celkem za rok	813,1	kg	1050399	540640	604392	697290	356583	2672420
Maso	84,0	kg	108515	55853	62439	72036	36838	276083
Ovoce, zelenina	93,2	kg	120400	61970	69277	79926	40873	306321
Chléb	38,2	kg	49348	25400	28395	32759	16753	125552
Rýže	7,9	kg	10206	5253	5872	6775	3465	25965
Těstoviny	7,7	kg	9947	5120	5724	6603	3377	25308
Sůl	5,1	kg	6588	3391	3791	4374	2237	16762
Sýry	14,3	kg	18473	9508	10629	12263	6271	47000
Mléko	57,6	l	74410	38299	42815	49396	25260	189314
Vejce	249,0	ks	321669	165563	185086	213535	109198	818390
							tis. l	419 495
							tis. ks	1 813 441

4.2 DISTRIBUCE SMĚSNÉHO KOMUNÁLNÍHO ODPADU

Z dostupných dat jsme se zaměřili na produkci směsného komunálního odpadu v jednotlivých městech v členění podle výše uvedené kategorizace (viz Tab. 2). Touto komoditou je účelné se zabývat, protože v souladu s evropskou legislativou, nebude možné směsný komunální odpad ukládat bez dalšího využití.

Pro nejmenší města do 25 tis. obyvatel se jedná o třídění cca 11,6 t odpadu každý pracovní den. Tyto třídírny směsného komunálního odpadu by měly být součástí logistických center. Vytříděný odpad by bylo možné dále zpracovávat v provozech v MLC, které by charakterem odpovídaly lehké průmyslové výrobě.

Odpadové hospodářství je významná součást každé samosprávy. Za jeho fungováním stojí důležitý a správně propracovaný logistický proces, kterému se města a obce věnují.

Zaměřuje se na činnosti, které souvisejí s předcházením vzniku odpadů, nakládání s odpady, péčí o místo, kde jsou jednotlivé odpady trvale uloženy a kontrolu. V současné době upravuje nakládání s odpady zákon o odpadech č. 541/2020 Sb.

Odpadové hospodářství je založeno na hierarchii odpadového hospodářství, podle níž je prioritou předcházení vzniku odpadu, a nelze-li vzniku odpadu předejít, pak v následujícím pořadí jeho příprava k opětovnému použití, recyklace, jiné využití, včetně energetického využití, a není-li možné ani to, jeho odstranění.“

Podle zákona o odpadech je komunální odpad směsný a tříděný odpad z domácností, jedná se především o sklo, papír, lepenku, plasty, kovy, dřevo, textil, biologický odpad, odpadní elektrická a elektronická zařízení, akumulátory, odpadní baterie, objemný odpad (matrace, nábytek). Nezahrnuje odpad z výroby, lesnictví, rybolovu, zemědělství, septiků, čistíren odpadních vod, kanalizační sítě, vozidla na konci životnosti, stavební a ani demoliční odpad. Původcem komunálního odpadu je obec od doby, kdy osoba odloží odpad na místo k tomu určené.

V odpadovém hospodářství je poskytovatelem služeb pro občany obec. Podle zákona



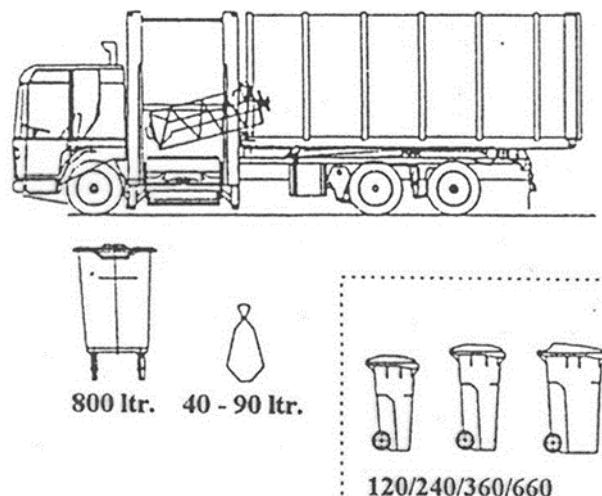
o odpadech je obec původce komunálního odpadu vznikajícího na jejím území. Občan jakožto fyzická osoba není původce komunálního odpadu. Původcem komunálního odpadu se obec stává ve chvíli, kdy občan odpad odloží na určené místo obcí uvedené v obecně závazné vyhlášce, kterou schvaluje zastupitelstvo obce. Obec se stává vlastníkem komunálního odpadu a proto zpracování komunálního odpadu v MLC se přímo nabízí.

Tab. 2 Produkce směsného komunálního odpadu

Položka	Počet měst	Na 1 město v kategorii v tis. t					
		Celkem	Nad 500	250-500	75-250	42-75	25-42
Produkce odpadů celkem	5352705,3	644,386	166,541	52,985	27,274	16,507	2,902
<i>V tom:</i>							
Chemické směsné odpady	953,7	0,115	0,030	0,009	0,005	0,003	0,001
Odpadní chemikálie	7809,1	0,940	0,243	0,077	0,040	0,024	0,004
Ostatní chemické odpady	-						
Kovový odpad	427971,0	51,521	13,316	4,236	2,181	1,320	0,232
Nekovový odpad	824572,6	99,266	25,655	8,162	4,202	2,543	0,447
<i>v tom:</i>							
Skleněný odpad	162053,9	19,509	5,042	1,604	0,826	0,500	0,088
Odpad z papíru a lepenky	384494,8	46,287	11,963	3,806	1,959	1,186	0,208
Odpadní plasty	185564,6	22,339	5,774	1,837	0,946	0,572	0,101
Odpad ze dřeva	66767,6	8,038	2,077	0,661	0,340	0,206	0,036
Textilní odpad	25691,7	3,093	0,799	0,254	0,131	0,079	0,014
Vyřazená zařízení	8034,0	0,967	0,250	0,080	0,041	0,025	0,004
Odp. živoč. a rostl. původu	829288,4	99,834	25,802	8,209	4,226	2,557	0,450
Směsné odpady	3240510,3	390,109	100,824	32,077	16,512	9,993	1,757
Minerální odpady	13566,1	1,633	0,422	0,134	0,069	0,042	0,007

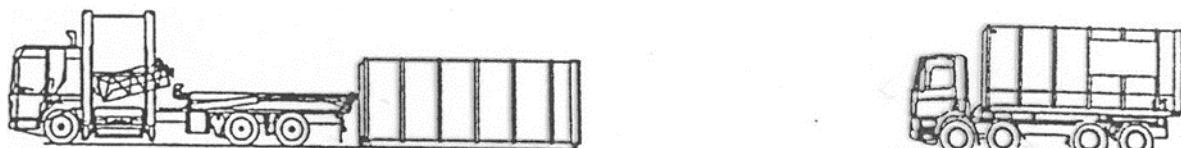
4.3 SVOZ SMĚSNÉHO KOMUNÁL. ODPADU KOMBINOVANOU PŘEPRAVOU

Pro svoz směsného komunálního odpadu se využívají speciální kontejnery, které jsou sběrovým a přepravním prostředkem (viz Obr. 3). To je výhoda, protože nevznikají další logistické operace, které by zvyšovaly náklady na tento systém.



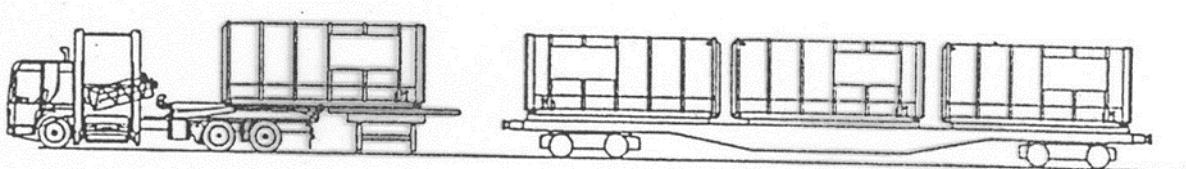
Obr. 3 Sběrné vozidlo s bočním nakladače

Řidič (obsluha) sběrného vozidla ovládá ze svého stanoviště vykládku nádob bez opuštění svého stanoviště. Do kontejneru je směsný odpad dopraven přes lis s drtičem a je hutně pro lepší využití objemu a ložné hmotnosti kontejneru. Naplněné kontejnery jsou odstaveny na určeném místě. Jejich odvoz k dalšímu využití zajišťuje silniční, železniční nebo kombinovaná doprava (viz Obr. 4 a 5) s ohledem na přepravní vzdálenost, intenzitu provozu a kongesce v silniční dopravě.



Obr. 4 Svoz kontejnerů ACTS na odstavnou plochu

Kombinovaná doprava se realizuje s využitím horizontální překládky kontejnerů, která je provedena přímo ze silničního vozidla na železniční vůz (viz Obr. 5). Na překládkové místo nejsou kladený vysoké nároky, postačuje zpevněná manipulační plocha s manipulační plochou přizpůsobenou silničnímu nákladnímu automobilu.



Obr. 5 Kombinovaná doprava „silnice – železnice“ s využitím kontejnerů ACTS

Výhody systému lze shrnout do těchto bodů:

- bezpečná, hospodárná a ekologická likvidace odpadu,
- přeprava na delší přepravní vzdálenosti s využitím kombinované dopravy,



- přizpůsobení systému individuálním požadavkům fyzických i právnických osob,
- vytvoření nových pracovních příležitostí.

Místo pro překládku kontejnerů mezi jednotlivými dopravními módy bude součástí městského logistického centra, pokud zde nebude směsný komunální odpad tříděn a zpracováván podle materiálového složení.

5 OPTIMALIZACE SVOZU KOMUNÁLNÍHO ODPADU

V rámci optimalizace svozu komunálního odpadu budou představena teoretická východiska spočívající ve vytváření okružních jízd a jejich aplikace na konkrétní úloze.

Při zavádění městských logistických center je důležitá také optimalizace toho, jakým způsobem bude probíhat obsluha příjemců nebo odesíatelů, např. při svozu odpadu. Mezi nejpoužívanější optimalizační metody pro plánování svozu patří Clak-Wrightova metoda.

Princip této metody spočívá v tom, že v každém opakovém kroku metody se zvolí, v případě splnění kritérií, dvě možné trasy, které se spojí v jednu v tzv. sdruženou trasu. Ovšem není možné spojit jakékoli trasy, mohou být sdruženy jen takové, které splňují podmínu pro řešení problému, že součet přepravovaného objemu na sdružené trase nesmí překročit danou kapacitu obslužného vozidla. Zároveň je možné sledovat splnění dalších podmínek jako je počet navštívených uzlů, časová náročnost tras i splnění její maximální délky. Hlavní výhodou této metody sdružovaní tras je hlavně úspora, která díky sdružení dvou tras samozřejmě vzniká a můžeme tuto úsporu i měřit a to díky tzv. výhodnostnímu koeficientu.

Dopravní síť s $n+1$ uzly (středisko označíme u_0 a kromě střediska bude v síti n zákazníků s požadavkou b_j) můžeme znázornit diagramem grafu, kde jsou znázorněny uzly i úseky. Hodnoty jednotlivých úseků představují délku komunikací, které spojují uzly, a hodnoty uzlů představují objem přepravy, který je požadován při svozu.

Pokud chceme vyjádřit vzorec pro výpočet výhodnostního koeficientu, je nutné nejprve vědět, jak vypadá výchozí řešení Clarke-Wrightovi metody, které tvoří soustava kyvadlových jízd. V tom případě je zřejmé, že pokud dojde k realizaci dvojice kyvadlových jízd, např. $u_0 - u_i - u_0 - u_j - u_0$ bude se ujetá vzdálenost rovnat:

$$d = d_{0i} + d_{i0} + d_{0j} + d_{j0} \quad (1)$$

V případě, že se rozhodneme ke sloučení obou kyvadlových jízd do okružní jízdy na trase $u_0 - u_i - u_j - u_0$, bude se ujetá vzdálenost rovnat:

$$d = d_{0i} + d_{ij} + d_{j0} \quad (2)$$

Je patrné, že ve vzorci (2) ubyly vzdálenosti d_{i0} a d_{0j} , a jedna vzdálenost přibyla d_{ij} , která ovšem úsporu snižuje. Výhodnostní koeficient, který představuje výpočet úspory mezi uzly u_i a u_j



vznikl díky náhradě uvedené dvojice kyvadlových jízd do jedné okružní a má tvar:

$$u_{ij} = d_{i0} + d_{0j} - d_{ij} \quad (3)$$

Samotný popis vlastního algoritmu můžeme znázornit v pěti krocích.

- Jako první je důležité sestavit výchozí řešení, které definujeme jako soustavu kyvadlových jízd.
- Ve druhém kroku vypočítáme všechny hodnoty u_{ij} a sestavíme matici úspor.
- Třetím krokem je zjištění, zda je v matici obsažena nějaká kladná hodnota, pokud se stane, že v matici nebude žádná kladná hodnota, tak algoritmus končí.
- Ve čtvrtém kroku zkонтrolujeme, zda splňujeme kapacitní omezení. To zkonzolujeme tak, že vybereme největší hodnotu u_{ij} a otestujeme, zda součet položek je menší nebo roven kapacitě obslužného vozidla ($bi + bj < K$), v případě, že podmínce splňujeme, můžeme sloučit jízdy do jedné.
- V rámci pátého kroku využijeme námi vyhledanou největší hodnotu z matice úspor a položíme ji rovnu nule a vrátíme se opět ke kroku.

ZÁVĚR

Příspěvek prezentuje výstupy z řešeného projektu, který se zabývá nákladní logistikou ve městech a městských aglomeracích. Řešitelé se tímto problémem dlouhodobě zabývají a v současném projektu nastavují metodiku jak nejlépe stanovit řešení pro nákladní dopravu v městské logistice. Cílem je předložit návod pro města kategorizovaná podle počtu obyvatel. V návrhu bude kladen akcent na využití kombinované dopravy. Bude navržena přepravní jednotka, která nejlépe odpoví na oprávněné požadavky pro distribuci zboží na poslední míli. Návrh řešení s využitím kombinované přepravy bude optimální i s ohledem na kapitálové výdaje spojené s provozovanými dopravními a manipulačními prostředky.

Příspěvek vznikl za podpory řešení projektu: CK03000085 Implementace městské logistiky do procesu plánování udržitelné městské mobility

ZDROJE

- [1] Ambrosino D., Cerrone, C., 2022. A Rich Vehicle Routing Problem for a City Logistics Problem Mathematics 2022, 10(2), 191. <https://doi.org/10.3390/math10020191>.
- [2] Bosona, T., 2020. Urban Freight Last Mile Logistics – Challenges and Opportunities to Improve Sustainability: A Literature Review. Sustainability. <https://doi.org/10.3390/su12218769>.
- [3] Dablanc L., 2011. City Distribution, a Key Element of the Urban Economy: Guidelines for Practitioners. Chapters, in: Cathy Macharis & Sandra Melo (ed.), City Distribution and Urban Freight Transport, chapter 1, Edward Elgar Publishing.



- [4] Daněk, J., Teichmann, D., 2005. Optimalizace dopravních procesů. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava. ISBN 80-248-0996-6.
- [5] Doyuran T and Çatay B., 2008. Two enhanced savings functions for the Clark-Wright algorithm. In: Blecker T, Kersten W and Gertz C (eds). Management in Logistics Networks and Nodes: Concepts, Technology and Applications. Series on Operations and Technology Management 8. Erich Schmidt Verlag, Berlin, pp 245-258.
- [6] Dreischerf, A. J., Buijs, P., 2022. How Urban Consolidation Centres affect distribution networks: An empirical investigation from the perspective of suppliers. Case Studies on Transport Policy 10, 518–528. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.01.012>.
- [7] EN 14892 (762010), 2006. Dopravní služby - Městská logistika - Směrnice pro stanovení omezeného přístupu do městských center. Available at: <https://shop.normy.biz/detail/76081>.
- [8] Erdogan, G., 2013. VRP Spreadsheet Solver [software]. Available at: <http://verolog.deis.unibo.it/vrp-spreadsheet-solver>.
- [9] Hlatká, M., Bartuska, L., Ližbetin, J., 2017. Application of the Vogel Approximation Method to Reduce Transport-logistics Processes. MATEC Web of Conferences. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201713400019>.
- [10] Novák, R., Pernica, P., Svoboda, V., Zelený, L., 2005. Nákladní doprava a zasílatelství. Praha: ASPI. ISBN 80-7357-086-6.
- [11] Poggi M. and Uchoa E., 2014. New exact algorithms for the capacitated vehicle routing problem. Philadelphia: SIAM Publishing, second edition.
- [12] Sørensen et al., 2017. A critical analysis of the “improved Clarke and Wright savings algorithm”. Article in International Transactions in Operational Research. <https://doi.org/10.1111/itor.12443>.
- [13] Stopka, O., 2020. Application of operations research methods in city logistics. Poland: Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej. ISBN 978-83-65719-85-0.
- [14] Stopka, O., Jeřábek, K., Stopková, M., 2020. Using the Operations Research Methods to Address Distribution Tasks at a City Logistics Scale. In: Transportation Research Procedia. Vol. 44 - 20th Horizons of A. České Budějovice: Elsevier B.V., 2020. 348–355. ISSN 2352-1457. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.02.032>.
- [15] Toth P. and Vigo D., 2014. Vehicle Routing: Problems, Methods, and Applications. Philadelphia: SIAM Publishing, second edition.
- [16] Voženílek, V., Strakoš, V., et al., 2009. City logistics. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2317-3.



DIGITALIZATION OF RAIL TRANSPORTATION OPERATIONS.

DIGITALIZÁCIA PREPRAVNÝCH PROCESOV V ŽELEZNIČNEJ DOPRAVE

Zuzana, Židová Ing.¹

Katedra železničnej dopravy

Žilinská univerzita v Žiline

e-mail: gerhatova@stud.uniza.sk

Abstract

Transport is an essential component of every society. Currently, there is a strong emphasis on the use of environmentally beneficial modes of transportation. In addition to being one of the more eco-friendly modes of transportation, rail transport is also capable of transporting vast quantities of diverse products over great distances. In order for rail transport to be competitive with other modes of transport, it is crucial that the elements of Industry 4.0 be implemented in railway station technological processes. This article compares technologically the introduction of the Industry 4.0 element of the wagon control unit into the rail transportation process. The premise of the research assignment is founded on the implementation of intelligent sensors in rail transport in several European Union countries. Based on an analysis of the use of information and communication technologies in rail transportation, this article will conduct a technological evaluation of the design of the wagon control unit in the transport process.

Abstrakt

Doprava je základným prvkom každej spoločnosti. V súčasnosti sa kladie veľký dôraz na využívanie ekologicky priaznivých druhov dopravy. Okrem toho, že železničná doprava je jedným z ekologickejších spôsobov dopravy, je schopná prepravovať obrovské množstvá rôznych produktov na veľké vzdialenosťi. Na to, aby bola železničná doprava konkurencieschopná s ostatnými druhami dopravy, je nevyhnutné, aby sa v technologických procesoch železničných staníc implemenovali prvky Priemyslu 4.0. V tomto článku sa technologicky porovnáva zavedenie prvku Industry 4.0 riadiacej jednotky vagóna do procesu železničnej dopravy. Predpoklad výskumnej úlohy vychádza z implementácie inteligentných senzorov v železničnej doprave vo viacerých krajinách Európskej únie. Na základe analýzy využitia informačných a komunikačných technológií v železničnej doprave sa v článku vykoná technologické zhodnotenie návrhu riadiacej jednotky vozňa v prepravnom procese.

Key words (up to 5 keywords)

Railway transport, digitalization, transportation process

Klíčová slova

Železničná doprava, digitalizácia, prepravné procesy

¹ denný doktorand, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov



1 INTRODUCTION

The transport sector plays a key role in the development of society as a whole. The need for transport depends on many aspects such as the transport of goods, passenger mobility, the logistics sector and others. Therefore, transportation becomes an essential and integral element to connect the clients along with the supply chain team through logistic means.

The period of the COVID-19 pandemic has affected the entire society: from individuals, to healthcare, finance, industry and the transport sector. During the various restrictions, not only on our territory, there were border closures or partial restrictions on entry, exit or transit through the Slovak Republic. Congestion formed at the borders when road vehicles were unable to transport the goods required by their customers on time. However, the rail transport sector was not significantly affected. Initially, only problems were encountered in changing the staff on the traction rail vehicles. After the various state exemptions were adopted, there were no more significant restrictions or insurmountable obstacles.

The period of the COVID-19 pandemic shows how enormously important rail transport is for the Slovak Republic. The need to improve the quality of rail freight transport and increase the efficiency of transport processes is inevitable. It is not only a question of increasing the competitiveness of rail freight transport in national transport, but also in international transport.

International rail freight transport in the Slovak Republic has a great advantage from its position within Europe. Many international transports could pass through the Slovak Republic, but it is questionable whether Slovakia can compete with neighbouring countries in terms of the state of its infrastructure and the length of time of individual transport processes. Slovakia is part of the European Union and also a member of the Schengen Agreement. These memberships result in many significant advantages for Slovakia and for international rail freight transport. The Slovak Republic forms the external border of the European Union and the Schengen area on the side with Ukraine. On this Slovak-Ukrainian border there are two border-crossing stations. The importance of these railway stations is particularly important for transports from the western part of the old European continent towards the whole of Eurasia.

Border-crossing stations handle trains, not only national but also international trains, which either enter, leave or pass through our territory. The competitiveness of rail transport compared with road transport depends, among other things, on the speed with which goods are transported from the starting point to the end point. Today, road transport benefits from many of the elements offered by the emerging era of the fourth industrial revolution. In order to grow the number of transports and increase the speed of train processing at marshalling yards, it is necessary that elements of Industry 4.0 are also applied to the transport processes at railway stations. Many transport processes are currently carried out by employees without the help of intelligent devices. The implementation of sensors, cameras, drones, interconnection of elements through the Internet of Things, interoperability of information systems would be one of the possibilities to improve and speed up transport processes in all kinds of railway stations, not only in border-crossing stations. Industry 4.0 offers an infinite range of possibilities to improve both transport and traffic processes in rail transport. Implementing many of the simple devices in the range offered by Industry 4.0 might not require a large financial investment. In the case of installing advanced Industry 4.0 elements, a higher financial investment is inevitable. Such investments provide a return to the company in the form of increased competitiveness in the market against other modes of transport, satisfied customers, faster wagon shipment management times and, last but not least, safer and more reliable transport. [1]



2 THE TRANSPORT PROCESSES CARRIED OUT AT THE TRAIN STATION WHEN A FREIGHT TRAIN ENTERS THE EUROPEAN UNION FROM A NON- SCHENGES COUNTRY

Technological procedures in rail freight transport must be assessed on the basis of the type of station, the importance of the station and its train-building role. [2] In intermediate , section and train-operating stations, the technology of working procedures differs. Intermediate stations are characterised by operations such as entrances, exits, crossings, crossing and overtaking of passenger and freight trains. Sectional stations are generally train-creating stations and delimit a dispatching circuit or stations where train requisites are exchanged. marshalling yards are train forming yards equipped with special equipment for marshalling and forming sets of vehicles, including the handling of through trains. [1] [2] [3] [4]

In the process of railway transformation, activities related to the operation of the railway infrastructure have been allocated to the infrastructure manager. The operation of traffic on the railway is handled by the carriers. [1] [3] [5]

The objective of the destination freight train operator is to perform all the technical, transport and other operations necessary to break up the train set. The performance of all tasks associated with the processing of a destination train is dependent on reliable, high quality and accurate information on the composition of the specific train set. All this can be ensured by honest and timely preparation. [6] [7]

The Slovak employee on the Ukrainian side is obliged to draw up a handover list before the train departs for Slovakia. The handover list shall be made by the employee in the information system. Based on the pre-application, this document must be drawn up. The customs representative may draw up a Preliminary Declaration for the carload consignments based on the information on the handover list. [1] [8] Before the entry of a wagon consignment into the Schengen area, the pre-declaration must be lodged at the latest two hours before the entry of the wagon consignment. [1] [3]

Before the train enters the railway station of its destination, it is necessary to send a notification about the arrival of the train from Ukraine. The employee of the railway station of destination is informed by the dispatcher of the first border-crossing station, i.e. the station of destination, about the possible expected time of arrival of the train. The staff member has information on the train number and the number of the entrance track where the destination train is due to arrive. The train is awaited by two authorised employees of Ukrainian Railways and one employee of Slovak Railways. [1] [3] [4]

The arrival of the destination train at the destination railway station can be monitored using GPS equipment in the locomotive, using a drone with a camera, and sensors placed on the rails. Alternatively, cameras could be placed on power line poles in a specific kilometer in front of the railway station.

The authorised officer of the railway station of destination shall draw up a transit declaration. The Ukrainian employee in the Slovak Republic shall take over the accompanying documents from the driver. [9] The accompanying documents and the train documentation shall all be stamped after receipt. The copies of the handover and transfer list are also signed afterward. An employee of the Ukrainian Railways shall offer the train to the Slovak party for acceptance. At that time, the relevant documents will also be handed over. [1] [3] [4]



The processing of train documentation and accompanying documents in current transport processes is still relatively largely paper-based, despite the high digitisation efforts of companies and businesses. The compatibility of the systems of companies involved in international transport is therefore essential. Currently, an electronic consignment note is in operation, but in some cases the consignment note needs to be printed, data added or overwritten in the company's information system. Industry 4.0 offers several technologies that can be used to link the separate information systems of different companies. One possibility is the introduction of fully electronic data interchange (EDI). [1] [3] [4] The aim of EDI is to achieve the highest possible level of process automation through integrated data exchange and to avoid manual and paper-based business transactions. EDI is used, among other things, for the exchange of orders between trading companies and manufacturers, as well as for invoicing processes, enabling the real-time electronic transmission of invoices, their immediate checking and post-processing. [10]

Many other business processes can be handled through EDI, including master data management, sending various electronic documents, train documentation, waybills to all those involved in domestic and international shipments, as well as to other logistics service providers, providing shape information alerts or handling payment requests. Standardised technology is the key that enables companies of any size, in any industry, in any country to exchange business data, no matter what communication channels, data formats and media they use. This includes GS1 EANCOM® or UN/EDIFACT for data formats as well as identification standards such as GLN, GTIN, SSCC, etc. [10] [11] Many companies have developed the industry-leading trustIT solution for electronic archiving, which is designed as a universal repository for all types of archived data, regardless of origin, data format, or the presence of an electronic signature. It enables long-term and professional archiving for a selected period of time, with guaranteed integrity and authenticity of the embedded data. The solution complies with all legislative requirements and regulations, and also follows EU-level recommendations. It is most often used for archiving tax documents, contracts, digitized documents, reports from data boxes, etc. The archiving solution can be used as required in different modes and in different degrees of integration with other IT systems. Documents can be actively handled within the trustIT user interface, accessed from third-party applications, or the electronic archive can form a stand-alone legislative insurance policy alongside existing DMS/workflow systems. TrustIT can be used as a service or as an inhouse solution. [11] [12]

The operation that follows the receipt of the train from the Ukrainian side is a transport inspection. The purpose of the transport inspection is to detect and correct any transport defects found. The transport inspection is carried out simultaneously by two authorised staff of the railway station of destination. Every single train is inspected by one such pair. The two shall proceed simultaneously, each on his side of the train, in sequence behind the wagon masters carrying out the technical inspection. The first employee walks with a walkie-talkie on the handling side and reports to the second colleague the data on the carriage and the carriage labels, when he simultaneously checks this with the train inventory. He also checks this data against the data of the PIS application or reports the data for writing up. The handling side of the train set is the carriage distribution side. The two employees who perform the transport inspection check the data out loud for accuracy. They also ascertain whether the seals have been broken, or whether there are any loading or transport defects, various damages, losses of transported goods on the wagon. They check whether the wagons are covered with appropriate wagon stickers and also additional stickers. The employee who performed the inspection of the shipping documents should be responsible for numbering the transit list. Subsequently, the customs representative of the local district concerned shall deliver one copy of the crossing list



to the customs office branch in order to carry out the physical inspection of the train. After the completion of the transport inspection and, therefore, the checking of the train documentation and accompanying documents, all the relevant documents are handed over to the customs representative. [1] [3] [4]

Automation of many transport inspection tasks is feasible. The checking of train documentation and accompanying documents can be automatically checked in the system as soon as the data is entered. The digitisation of documents for the entire supply chain has already been mentioned in the previous paragraph for the control of train documentation. Other transport inspection tasks can also be automated, but not completely. This is because they are partly dependent on the human factor. The inspection of the wagon consignment can be carried out by means of installed sensors, scanners and transducers with state-of-the-art technology. Checking for damage and breakage of wagon labels on railway freight wagons could be replaced. One possibility is to install wagon control units together with an RFID tag in a protective box. This would not only simplify the work of the staff carrying out the transport inspection, but would also reduce the duration of the whole operation. This would have an impact on the overall processing time of the destination train at the destination station. All the information about the wagon consignment and the rail freight wagon is already in the information system when the order is placed. Checking for undamaged labels and seals on the rail freight wagon can be ensured by visual inspection by drone. Inspection of the wagon consignment on a covered railway freight wagon can be provided by a fixed scanner at the station of destination. [1] [3] [4]

Once the transport inspection has been completed and all documents have been handed over to the authorised entities, a sorting note is usually issued. The sorting note is a document that specifies which tracks each wagon or group of wagons is to be sorted into. It indicates whether the wagon is loaded or empty and whether any special care is needed when moving the wagon. [13] The marshalling is created by an application in the infrastructure manager's system. Once the sorting list has been created, checked and then stored, it is automatically distributed to the designated workplaces. [14]

The purpose of the technical inspection is to determine the technical condition of the vehicles and the condition of the loaded consignments on the open wagons. [15] The technical inspection is carried out by two technical staff of the station who are employees of the carrier. These staff members wait for the train at the beginning of the entrance track and observe the train from both sides. Already during the journey, the staff try to detect technical faults. When the train stops, the staff continue the technical inspection according to the relevant standards. The technical inspection starts from the end of the train, with each worker inspecting his side of the train. If minor defects are found on the railcars, the staff tries to correct the specific irregularities on the entrance tracks without having to take the train out of service. [16] In between, if rail cars are unfit for further travel, it is imperative that the rail cars be tagged with regulatory new repair stickers. Completion of the technical inspection shall be reported by the technical staff to the station controller who shall then record the time of completion in the station controller's schedule.

The technical and transport inspection on arrival of the destination train at the station is carried out simultaneously. In order to speed up the execution of these two processes, it is important that the tasks they consist of are transferred as far as possible to the latest technology. Freight train scanning technologies are currently at a very advanced level. Various sensors on railway freight wagons are also used to check the technical condition. [17] One solution to simplify the technical inspection of the target train is the use of the new generation of train scanners. A train scanner, e.g. VR FleetCare, is the solution for systematic inspection of a large number of rolling stock. Inspections that work like clockwork accurately help to improve rail safety and achieve life cycle cost savings for rolling stock and rail infrastructure. [18] [19] A large part of rolling stock maintenance still involves manual checks carried out by humans. Our scanner solution performs a comprehensive check with millimetre accuracy in a single pass. The train scanner consists of 6,600



millimetre high scanning masts that are installed on both sides of the track and used to scan a passing train. The system automatically identifies and reports abnormalities such as broken parts, graffiti or incorrect loading. The service enables accurate and efficient inspection of large masses. In practice, maintenance technicians don't have to spend time manually inspecting rolling stock and finding faults, because an AI-based system does it for them. The train scanner helps to allocate work resources directly to the unit that is causing the problems. The train scanner detects deviations and reports them to the station department in charge of rolling stock maintenance. More broadly, effective control activity that works reliably helps to ensure the safe operation of rolling stock without causing risks to passengers or the track. Potential problems are detected in advance. [19]

The bar scanner technology scans the roof of the train, the bogies and a group of vehicles from both sides. The scanning is done with the train moving and the resolution is approximately a few millimetres. The data is analysed and compiled for display in the browser user interface. In practice, the system looks for deviations such as incorrect loading, open hatches or graffiti. The report will be available to the station's technical maintenance department within 10 to 20 minutes of running. If any deviations are detected, the maintenance unit is alerted and the rolling stock can be directed to the depot before the detected deviation can cause damage to the rolling stock or other traffic. Scanning columns can be installed virtually anywhere. The most suitable location is one where many trains pass. Poles placed near the depot, for example, help detect damaged components and other parts that need attention before rolling stock enters the depot. Similarly, a train scanner can check rolling stock as it leaves the depot, checking for open doors or loading, for example. Many of these train scanners can be integrated into existing systems of entities involved in the entire supply chain. [19]

After the technical inspection is completed, it is necessary to secure the vehicle sets of the target train against unintentional movement and separation of the locomotive. The purpose of this action is to prevent the traction unit from moving unintentionally along the siding. Subsequently, the shunting set is prepared, where it is necessary to unbraking the railcars braked by the intermediate brake and to allow the smooth uncoupling of the individual bogies during shunting. [1] [3] [4]

The purpose of the marshalling of sets of railway freight wagons of a destination train is to move the vehicles from the set to be marshalled to the directional tracks, where the vehicles are assembled according to the individual directions of destination, by initial marshalling on the extraction track or at the marshalling yard. [1] [3] [4]

The unloading of the wagons follows the unloading of the iron freight wagons. A message will be generated from the system when a wagon is brought in for unloading. The sub-tasks of the unloading process are very specific. The use of different handling equipment depends on the type of railcar and the type of shipment being transported. It is possible to use remotely operated autonomous vehicles or fully autonomous vehicles to bring the wagons to the unloading point. [1] An automatic coupling device would certainly be an advantage not only for the unloading but also for the unloading of rail freight wagons. The unloading of the wagon is carried out by the customer or by the carrier. The automation of the unloading, as well as the automation of the loading, depends on the type of goods and the type of the particular wagon. Semi-automated unloading is currently carried out in the case of bulk substrates, e.g. unloading of coal in ironworks by means of tippers. This also requires staff to move additional wagons. After unloading the goods from the wagon, the customer prepares the wagon for handover. [3]

After the wagon is unloaded, the operations associated with the handover of the wagon will take place, such as cleaning and disinfection of the wagon, cleaning of the unloading site. The automation of these operations is questionable. It would be advisable to place sensors near the unloading points to monitor the arrival time of the rail freight wagon, the start and end of



unloading. The information would be up-to-date and would be immediately recorded, evaluated, processed in further reports and documents. [4]

The last operation is the de-airing of empty railway freight wagons. This can be done in the case of ownership of autonomous locomotives together with automatic couplers on railway freight wagons. [3] [4]

A visual representation of the analysis of the possibility of integrating Industry 4.0 elements into the transport process at the destination station is elaborated in the abbreviated process map shown in Figure 1. The figure shows the general transport processes at the destination station, which are further subdivided into their sub-tasks that make up the whole transport process.

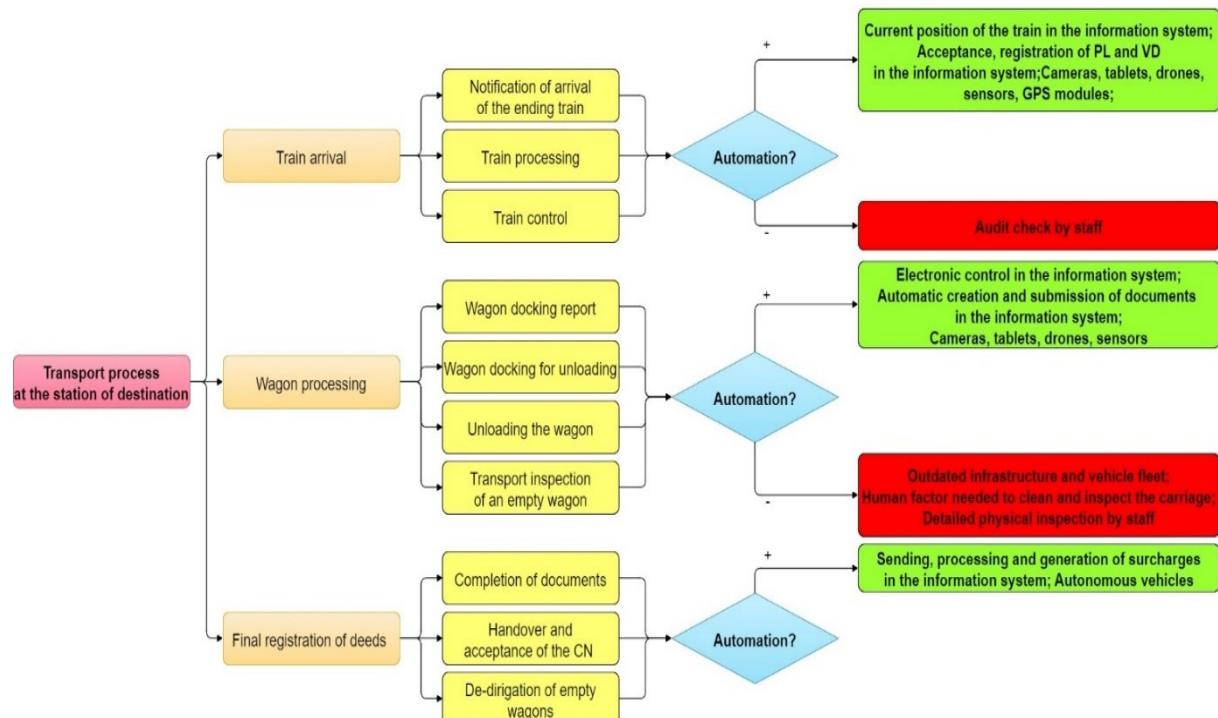


Fig. 1 Graphical possibilities for integrating Industry 4.0 elements into the transport process.

Source: author

The green rectangles, which are shown in Figure 1 on the right, provide the reader with options that can be used to automate or digitize the assigned processes. The red rectangles, also shown on the left side of the same figure, express the limiting factors in the implementation of Industry 4.0 elements.

3 APPLICATION OF INDUSTRY 4.0 ELEMENTS TO DESTINATION TRAIN TECHNOLOGY AT THE DESTINATION STATION

In the previous chapter, transportation processes have been described in general terms with possibilities to incorporate elements of Industry 4.0 into specific processes. This chapter will focus on the specific application of the mentioned elements to the transport process of an incoming train from Ukraine to Slovakia to the border crossing station Čierna nad Tisou, which is also a train-forming station. This chapter contains technological diagrams of the destination train from Ukraine to the railway station Čierna nad Tisou.



3.1 Technological diagram of the destination train at the entrance from Ukraine to Čierna nad Tisou before the introduction of the wagon control unit into the transport process

In the following technology diagram, the technological procedure for a target freight train with 70 rail freight wagons is processed. Figure 2 shows the technological procedure and the Gantt chart of an inbound freight train from Ukraine to Čierna nad Tisou on a wide gauge.

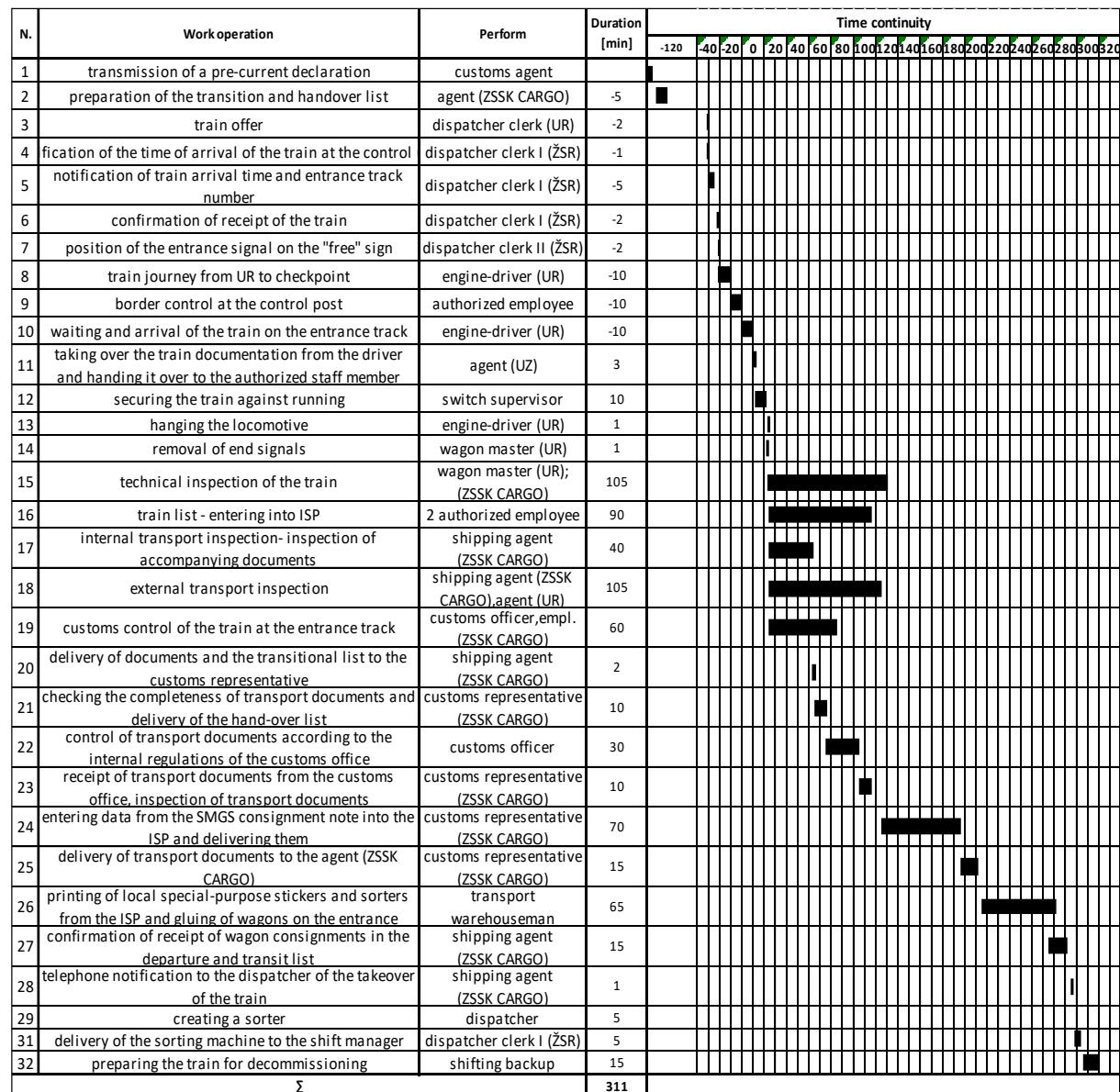


Fig. 2 Technological graph of the inlet freight train from UR to ČNT, without design.

Source: author

On the basis of the JN1, JN2 and JN4 process regulations, time standards were assigned to each task. Some of the transport process operations during the processing of the destination train can be performed at the same time as other operations, such as the technical and transport inspection. The total processing time of the destination train to the railway station Čierna nad Tisou from Ukraine is 311 minutes for a train composition with 70 freight wagons.



3.2 Technological diagram of the destination train at the entrance from Ukraine to Čierna nad Tisou after the introduction of the wagon control unit into the transport process

After incorporation of the wagon control unit and other elements into the rail freight wagons of the carrier, the total processing time of the train is reduced by approximately 176 minutes. This value is greatly influenced by the reduction or removal, replacement of human labour with modern technologies offered by Industry 4.0. These are mainly transport process operations together with sending, checking, writing the necessary train documentation and accompanying documents. A technological graph of the entant train from Ukraine after a wide gauge to the railway station in Čierna nad Tisou after incorporating the design is shown in Figure 3. The total processing time of a freight train with 70 wagons is 135 min.

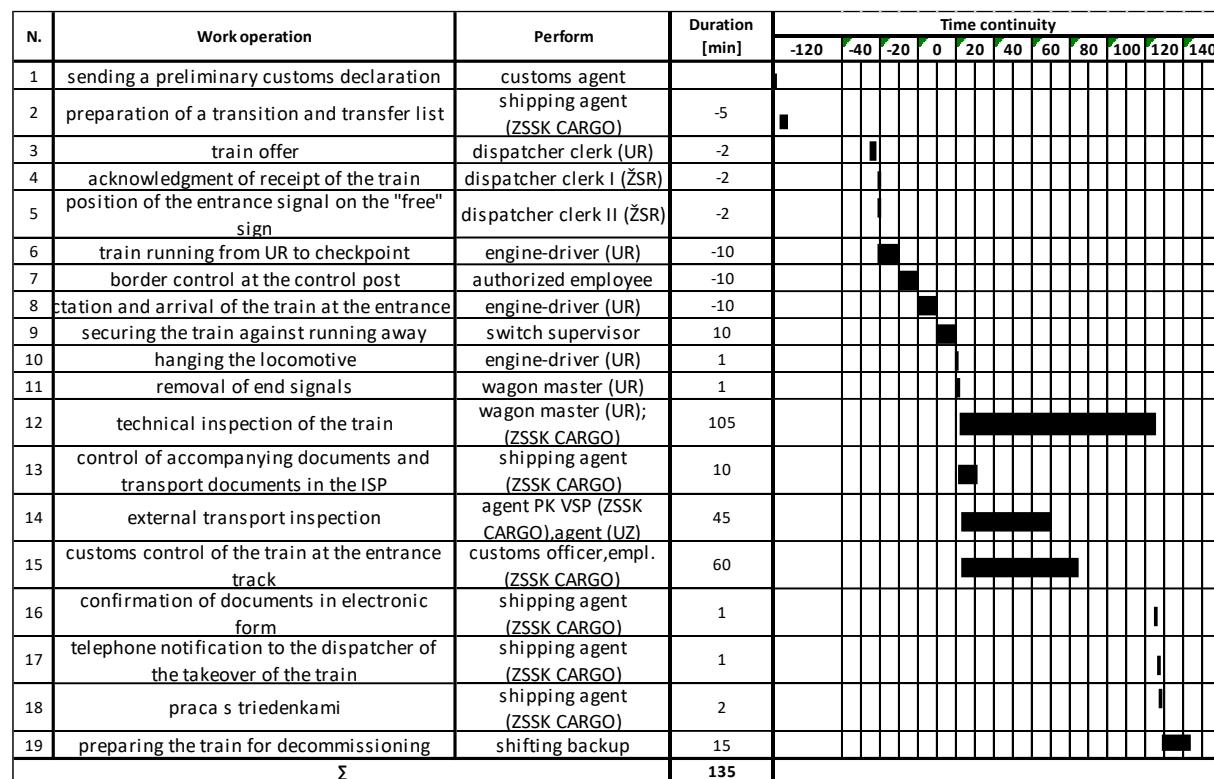


Fig. 3 Technological graph of the inlet freight train from UZ to ČNT, after design.

Source: author

An important factor in accelerating but mainly streamlining transport processes, but also transport processes, is their digitization and automation. Based on the analysis, operations were detected in transport processes that can be partially or completely automated and digitized.

CONCLUSION

The primary focus of this article was the impact of digitalizing and automating transport processes in international rail freight transport based on the "Industry 4.0" concept. On the basis of a carefully selected conveyance method, a suitable solution has been proposed. Comparing the technology graph prior to the introduction of Industry 4.0 to the technology graph after the introduction of Industry 4.0 demonstrates the significance of digital technologies in



transportation. It is essential that all modern technologies are implemented progressively throughout the entire transport chain. It is not only about accelerating and enhancing the transport of products but also about the welfare of workers, the development of businesses, and the promotion of environmentally sustainable modes of transportation.

ACKNOWLEDGE

The paper is supported by the VEGA Agency by the Project 1/0798/21 "The Research on the Measures to Introduce Carbon Neutrality in the Rail and Water Transport" that is solved at Faculty of Operation and Economics of Transport and Communications, University of Žilina.

REFERENCES

- [1] Z. Gerhátová, Z. Vladislav and Jozef Gašparík, "Analysis of Industry 4.0 elements in the transport process at the entrance of the train from Ukraine to Slovakia," in 14th International scientific conference on sustainable, modern and safe transport, Žilina, 2021.
- [2] Gerhátová, Z. Analýza prechodu vozňovej zásielky medzi Slovenskou republikou a Ukrajinou: bakalárska práca. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2018.
- [3] Z. Gerhátová, V. Zitrický a Klapita Vladimír, „Industry 4.0 Implementation Options in Railway Transport,“ rev. Horizons of Railway Transport 2020, Žilina, 2020.
- [4] Z. Gerhátová, Návrh digitalizácie prepravných procesov v medzinárodnej nakladnej železničnej doprave., Žilina: EDIS Žilinská univerzita v Žiline, 2020.
- [5] Siroky, J., Schroder, S. & Gasparik, J. (2017). Comparison of Operational and Economic Aspects of Direct Road Transport and Continental Combined Transport. Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 19(2), 109-115. <http://komunikacie.uniza.sk/index.php/communications/article/view/193>. [Accessed 2th October 2020].
- [6] Gašparík, J., Abramović, B. & Halás, M. (2015). New graphical approach to railway infrastructure capacity analysis. [Nový grafický prístup k zistovaniu kapacity železničnej infraštruktúry] Promet - Traffic - Traffico, 27(4), 283-290. DOI: 10.7307/ptt.v27i4.1701
- [7] Abramović, B., Zitricky, V. & Biškup, V. (2016). Organisation of railway freight transport: Case study CIM/SMGS between slovakia and ukraine. European Transport Research Review, 8(4). DOI: 10.1007/s12544-016-0215-7
- [8] Ližbetin, J., Stopka, O. (2020). Application of specific mathematical methods in the context of revitalization of defunct intermodal transport terminal: A case study. Sustainability (Switzerland), 12(6). DOI: 10.3390/su12062295.
- [9] Sañudo, R., Echaniz, E., Alonso, B. & Cordera, R. (2019). Addressing the Importance of Service Attributes in Railways. Sustainability 11(12), 3411. DOI: 10.3390/su11123411



[10] Čo EDI znamená. Editel.sk.<https://www.editel.sk/co-edi-znamena/>. [Accessed 8th March 2022].

[11] E-archivácia. Editel.sk. <https://www.editel.sk/riesenia/e-archivacia/>. [Accessed 8th March 2022].

[12] DG Move outlines key priorities for EU railways (2020). RailTech.com. (n.d.). <https://www.railtech.com/policy/2020/02/24/dg-move-outlines-key-priorities-for-eu-railways/?gdpr=accept>. [Accessed 8th October 2020].

[13] Industry 4.0.Twi-global.com. <https://www.twi-global.com/what-we-do/research-and-technology/technologies/industry-4-0>. [Accessed 8th March 2021].

[14] Bílik, P., Kudláč, M. (2019). Anatómia inteligentného priemyslu. <https://www.quark.sk/anatomia-intelligentneho-priemyslu>. [Accessed 19th October 2020].

[15] Majerčák, J. a kol.: Železničná dopravná prevádzka - Technológia železničných staníc. 2. vyd., EDIS Žilinská univerzita v Žiline 2015, 14,23 AH

[16] Knižka, J. 2006. Medzinárodná železničná preprava. EDIS Žilinská univerzita v Žiline 2006, 1. vyd., ISBN 80-8070-638-7

[17] Lizbetin, J.; Ponicky, J.; Zitricky, V. The Throughput Capacity of Rail Freight Corridors on the Particular Railways Network. Nase More 2016, 63, 161–169

[18] Záležáková,E. Nástup industry 4.0. http://files.sam-km.sk/200000375-6837469375/Zalezakova_Nastup_industry_4.0.pdf. [Accessed 15th October 2020].

[19] Train Scanner automates time-consuming inspection work. vrfleetcare.com. <https://www.vrfleetcare.com/en/vr-fleetcare/services/smartcare/train-scanner/>. [Accessed 9th March 2022].



Vysoká škola logistiky v Přerově

pořádá pod záštitou j. m. rektora Vysoké školy logistiky

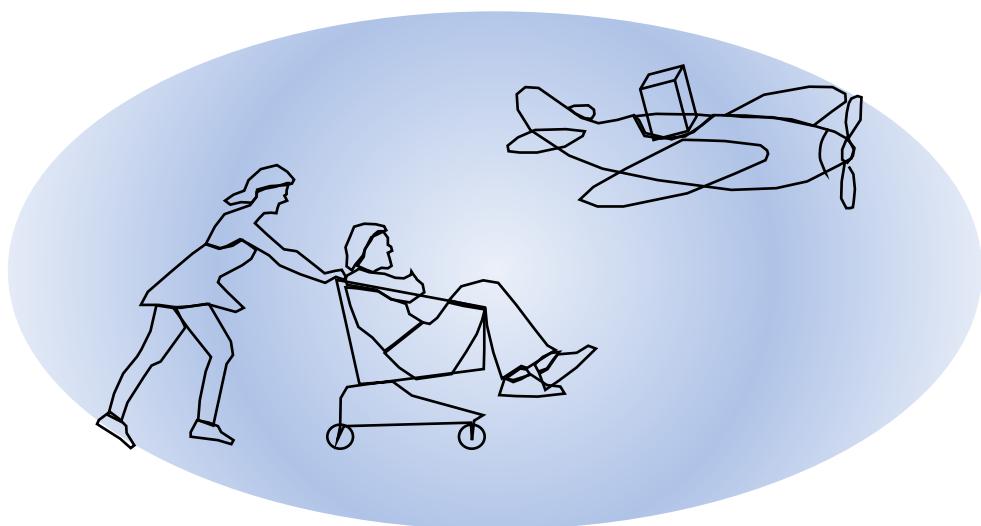
prof. Ing. Václava Cempírka, Ph.D.

8. ročník konference

Pokrokové metody v logistice

vývoj a využívání nových metod v logistice

Přednostně jsou přijímány příspěvky studentů doktorského studia
související s logistikou



Vysoká škola logistiky v Přerově

čtvrtek 4. května 2023

Zahájení v 10 hod. v posluchárně 104.

Přihlášky příspěvků se přijímají do 28. dubna 2023

Plný text příspěvku v rozsahu 6 – 8 stran do 2. května 2023

Adresa pro korespondenci

pml@vslg.cz

za organizační výbor doc. dr. Ing. Oldřich Kodym



Tematicky je konference zaměřena na problematiku logistiky v kontextu Průmyslu 4.0



Problematika modelování

- Modelování rizikové expozice projektů v dopravě
- Modelování procesu oceňování značky v dopravě a telekomunikacích
- Modelování stochastických procesů na dopravních sítích
- Modelování řízení integrace dopravních systémů v území
- Modelování distribuční logistiky
- Modelování vývoje výkonnosti dopravních zařízení
- Návrh modelu optimalizace materiálových toků
- Tvorba modelu logistiky odpadů v městských aglomeracích

Problematika managementu

- Supply chain management v metropolitním území
- Synergie rozvoje letecké a vysokorychlostní železniční dopravy
- Optimalizace elektronických komunikačních toků v logistickém řetězci
- Řízení a hodnocení výkonnosti logistických procesů v praxi
- Aplikace logistiky pro zvýšení flexibility podniku.
- Hodnocení logistické výkonnosti podniku v oblasti služeb
- Návrh metodiky pro analýzu logistických systémů
- Analýza potrubní dopravy materiálu

Další moderní metody související s logistikou.

Přijaté příspěvky budou recenzovány a publikovány v anglickém jazyce v časopise

Acta Logistica Moravica

Přihlášení na konferenci

Přihláška na konferenci i pokyny pro úpravu rukopisu jsou přístupné na <http://www.actalogisticamoravica.cz#form>.

Vystoupení na konferenci je podmíněno dodáním písemného příspěvku. Vložné na konferenci je 500,- Kč (20,- €), které je nutné uhradit při prezenci v den konání konference.