

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

ZAKLJUČNA STROKOVNA NALOGA VIŠKE POSLOVNE ŠOLE
AVTOMATIZACIJA NOTRANJE LOGISTIKE V PODJETJU X

Ljubljana, december 2024

EMA PANGERC

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana Ema Pangerc, študentka Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, avtorica predloženega dela z naslovom Avtomatizacija notranje logistike v podjetju X, pripravljenega v sodelovanju z mentorjem doc. dr. Markom Budlerjem

IZJAVLJAM

1. da sem predloženo delo pripravila samostojno;
2. da je tiskana oblika predloženega dela istovetna njegovi elektronski obliki;
3. da je besedilo predloženega dela jezikovno korektno in tehnično pripravljeno v skladu z Navodili za izdelavo pisnih del UL EF, kar pomeni, da sem poskrbela, da so dela in mnenja drugih avtorjev oziroma avtoric, ki jih uporabljam oziroma navajam v besedilu, citirana oziroma povzeta v skladu z Navodili za izdelavo pisnih del UL EF;
4. da se zavedam, da je plagiatstvo – predstavljanje tujih del (v pisni ali grafični obliki) kot mojih lastnih – kaznivo po Kazenskem zakoniku Republike Slovenije;
5. da se zavedam posledic, ki bi jih na osnovi predloženega dela dokazano plagiatstvo lahko predstavljalo za moj status na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani v skladu z relevantnim pravilnikom;
6. da sem pridobila vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v predloženem delu in jih v njem jasno označila;
7. da sem pri pripravi predloženega dela ravnala v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobila soglasje etične komisije;
8. da soglašam, da se elektronska oblika predloženega dela uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;
9. da na Univerzo v Ljubljani neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve predloženega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja predloženega dela na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija Univerze v Ljubljani;
10. da hkrati z objavo predloženega dela dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v njem in v tej izjavi;
11. da sem preverila verodostojnost informacij, ki izhajajo iz zapisov na podlagi uporabe orodij umetne inteligence.

V Ljubljani, dne 23.12.2024

Podpis študentke:



POVZETEK

Avtomatizacija notranje logistike prinaša številne prednosti, kot so boljša prilagodljivost, zmanjšanje človeških napak, nižji stroški dela in povečana varnost zaposlenih. Kljub temu vključuje tudi izzive, kot so visoki začetni stroški, potreba po usposobljenem kadru in redno vzdrževanje sistemov. Na praktičnem primeru podjetja X, ki je razvilo in uvedlo lastna avtomatsko vodena vozila, so prikazani uspešni rezultati uvedbe, vključno z večjo produktivnostjo, izboljšano sledljivostjo materialov in optimizacijo skladiščnih procesov. Ugotovitve prispevajo k boljšemu razumevanju vplivov avtomatizacije in smernicam za podjetja, ki razmišljajo o podobnih projektih.

KLJUČNE BESEDE: avtomatizacija, notranja logistika, avtomatsko vodena vozila, učinkovitost, trajnostni razvoj.

CILJI TRAJNOSTNEGA RAZVOJA



ABSTRACT

The automation of internal logistics brings numerous advantages, such as improved flexibility, reduced human errors, lower labor costs and enhanced employee safety. However, it also involves challenges, such as high initial costs, the need for a skilled workforce and regular system maintenance. A practical example from Company X, which developed and implemented its own automated guided vehicles, demonstrates the successful outcomes of automation, including increased productivity, improved material traceability and optimized warehousing processes. The findings contribute to a better understanding of the impacts of automation and provide guidance for companies considering similar projects.

KEY WORDS: automation, internal logistics, automated guided vehicles, efficiency, sustainable development

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



KAZALO

1	UVOD	1
2	UVOD V NOTRANJO LOGISTIKO.....	2
2.1	Opredelitev in vloga notranje logistike	3
2.2	Vloga notranjega transporta	4
2.3	Skladiščenje	5
3	SISTEMI AVTOMATIZACIJE AKTIVNOSTI NOTRANJE LOGISTIKE	6
3.1	Avtonomni mobilni roboti	8
3.2	Vlečna vozila	9
3.3	Avtomatsko vodena vozila	10
3.4	Prednosti in izzivi avtomatizacije	12
4	PREDSTAVITEV AVTOMATIZACIJE NOTRANJE LOGISTIKE V IZBRANEM PODJETJU	14
4.1	Opis izbranega podjetja.....	14
4.2	Aktivnosti notranje logistike v izbranem podjetju	15
4.3	Izboljšava notranje logistike z uvedbo avtomatsko vodenih vozil.....	18
5	DISKUSIJA S PREDLOGI IZBOLJŠAV.....	19
6	SKLEP	21
	SEZNAM KLJUČNE LITERATURE	22
	LITERATURA IN VIRI	22

KAZALO TABEL

Tabela 1: Vpliv avtonomnega transporta na različne sektorje	7
Tabela 2: Prednosti in slabosti uporabe avtomatsko vodenih vozil	14

KAZALO SLIK

Slika 1: Avtonomni mobilni robot.....	9
Slika 2: Vlečno vozilo	10
Slika 3: Avtomatsko vodena vozila	11
Slika 4: Procesni model notranje logistike v podjetju X	17

SEZNAM KRATIC

angl. – angleško

AGV – (angl. Automated guided vehicle); avtomatsko vodena vozila

AMR – (angl. Autonomous mobile robot); avtonomni mobilni roboti

IoT – (angl. Internet of things); internet stvari

KAN BAN – Sistemi upravljanja zalog in proizvodnje

RFID – (angl. Radio frequency identification); radiofrekvenčna identifikacija

ROI – (angl. Return on investment); donosnost naložbe

SAP – (angl. System, applications and products in data processing); sistemi, aplikacije in izdelki za obdelavo podatkov

WMS – (angl. Warehouse Management System); sistem za upravljanje skladišča

1 UVOD

V sodobnem poslovnem okolju se podjetja soočajo z vedno večjimi zahtevami po večji učinkovitosti, prilagodljivosti in konkurenčnosti. Logistika in upravljanje oskrbovalnih verig sta ključna dejavnika pri optimizaciji pretoka materialov, informacij in virov, kar omogoča boljšo odzivnost na tržne spremembe in zmanjšanje stroškov. Tradicionalni logistični procesi so pogosto zamudni, zahtevajo veliko človeškega dela in so podvrženi človeškim napakam, kar lahko privede do nepotrebnih stroškov in zastojev v proizvodnji. Notranja logistika, ki vključuje vse procese premikanja in skladiščenja materialov, polizdelkov in končnih izdelkov znotraj podjetja, igra ključno vlogo pri doseganju teh ciljev (Štor in drugi, 2011, str. 29).

Avtomatizacija notranje logistike se zato pojavlja kot rešitev, ki lahko podjetjem omogoči dvig učinkovitosti, zmanjšanje stroškov in izboljšanje zanesljivosti procesov. Vendar pa uvedba avtomatizacije prinaša tudi nove izzive, kot so visoki začetni stroški, potreba po prilagoditvi obstoječih sistemov, izobraževanja zaposlenih in obvladovanje morebitnega odpora do sprememb. Poleg tega obstaja tveganje, da avtomatizacija ne bo prinesla pričakovanih koristi, če ni ustrezno načrtovana in izvedena (Xiamen Liteng Engineering Machinery, 2022).

V zaključni strokovni nalogi podrobno predstavim ključne načine in sisteme, s katerimi lahko avtomatiziramo procese v notranji logistiki. Osredotočim se na tri glavne sisteme: avtonomne mobilne robote (angl. Autonomous mobile robot, v nadaljevanju AMR), vlečna vozila in avtomatsko vodena vozila (angl. Automated guided vehicle, v nadaljevanju AGV). Gre za sodobne rešitve, ki se uporabljajo za premikanje materialov znotraj podjetja, vendar vsaka izmed teh rešitev je specifična, tako v nalogi predstavim vse tri načine in njihove specifikacije.

Poleg splošne predstavitve se osredotočim na poglobljeno analizo uvedbe AGV v izbranem podjetju. Izbrano podjetje je še posebej relevantno, ker so sami razvili lastna AGV, kar jim omogoča prilagodljivost in specifične rešitve glede na njihove potrebe. V nalogi pregledam postopek razvoja, implementacije in uporabe teh vozil v podjetju, pri čemer se osredotočim na prednosti, izzive in dosežene rezultate pri avtomatizaciji logističnih procesov.

Za zajem sekundarnih podatkov poiščem znanstvene članke, raziskave in študije primerov o avtomatizaciji, učinkih avtomatizacije na logistiko in ekonomski analizi avtomatizacije. V pomoč so mi tudi baze podatkov, kot je na primer Google Scholar. Raziščem tudi industrijska poročila o trendih avtomatizacije skladišč in primere najboljših praks. Do primarnih podatkov pridem z raziskovanjem v izbranem podjetju in tako pridobim podatke o uvedbi in učinkih avtomatizacije od vodje skladišča, operativnih delavcev, strokovnjakov informacijske tehnologije in vodstva podjetja. Do podatkov pridem tudi z opazovanjem in dokumentiranjem skladiščnih operacij med prakso.

Cilj zaključne strokovne naloge je določiti, kako lahko avtomatizacija izboljša učinkovitost logističnih operacij znotraj podjetja, zmanjša stroške, poveča natančnost in zanesljivost ter zagotovi konkurenčno prednost podjetja. Cilj je tudi predstaviti tehnologijo AGV, njene zmogljivosti, kaj so prednosti in slabosti AGV, predstaviti načrt uvedbe tehnologije in podati predlog o izboljšavah uvedbe AGV v izbranem podjetju.

Namen zaključne strokovne naloge je raziskati načine, analizirati in oceniti uvedbo avtomatizirane notranje logistike z uporabo avtomatizirano vodenih vozil, ki so jih razvili v izbranem podjetju, ter raziskati, kako je uvedba tega sistema vplivala na podjetje, torej do kakšnih sprememb je prišlo z uvedbo AGV. Raziskava bo zagotovila dragocene vpogleda in praktične smernice za podjetja, ki razmišljajo o avtomatizaciji interne logistike, ter prispevala k napredku logistike in avtomatizacije v širšem smislu.

2 UVOD V NOTRANJO LOGISTIKO

Poslovna logistika kot disciplina proučuje logistične procese znotraj poslovnih sistemov. V praksi vključuje spretnost upravljanja vseh aktivnosti, ki omogočajo učinkovito premikanje materialov in izdelkov od njihovega izvora do končnega uporabnika.

Izraz logistika se nanaša na fizični tok materialov, ki vključuje surovine, polizdelke, končne izdelke in odpadke, ter na tok informacij, ki spremljajo premike teh materialov. Ti tokovi se začnejo pri dobavitelju surovin, nadaljujejo skozi proizvodne in morda trgovske procese ter se zaključijo pri končnem potrošniku. Poleg transporta in prostorskih premikov vključuje logistika tudi procese skladiščenja, kar omogoča nemoten pretok blaga skozi celotno oskrbovalno verigo (Štor in drugi, 2011, str. 11).

Cilj logističnih podsistemov je zagotoviti optimalno oskrbo proizvodnje z materialom in energijo ter učinkovito dostavo izdelkov končnim uporabnikom v ustrezni količini, kakovosti in ob pravem času. S tem se stremi k doseganju optimalne ravni oskrbovalnega in dobavnega servisa.

Za doseg tega osrednjega cilja so zaslužni posamezni logistični podsistemi, ki s koordiniranim delovanjem prispevajo k učinkovitosti celotnega sistema. Razdelitev logistike na podsisteme omogoča boljše razumevanje in upravljanje procesov znotraj proizvodnih podjetij. Ta delitev temelji na ključnih fazah poslovanja, ki so pred začetkom proizvodnje, med proizvodnim procesom in po njegovem zaključku. Ti podsistemi so (Knez in drugi, 2007, str. 143–148):

- Nabavna logistika, katere naloga je zagotavljanje oskrbe podjetja z ustreznimi materiali, surovinami, polizdelki in izdelki v predpisani količini in kakovosti, ob pravem času na pravem mestu. Ta proces vključuje prostorsko določene aktivnosti, kot so prevzem blaga, zunanji transport, morebitno skladiščenje in manipulativne operacije z blagom. Raven storitev nabavne logistike je odvisna od pogojev, ki jih zagotavljajo

dobavitelji, in specifičnih zahtev odjemalcev. Nabavna logistika tako zagotavlja pogoje za nemoteno delovanje podjetja.

- Notranja logistika vključuje vse logistične aktivnosti znotraj podjetja, ki omogočajo pretok materiala od prevzema surovin do skladiščenja končnih izdelkov ter zagotavljajo optimizacijo proizvodnega procesa. Stremi k maksimalnemu izkoriščanju prostora, skrajšanju transportnih poti, optimizaciji stroškov skladiščenja in zagotavljanju nemotenega poteka proizvodnje.
- Distribucijska logistika se osredotoča na tok gotovih izdelkov od proizvajalca ali prodajalca do končnega uporabnika, pri čemer zagotavlja, da so izdelki dostavljeni v ustrezni količini, kakovosti, ob pravem času, na pravem mestu, nepoškodovani in z optimalnimi stroški. Izpolnjevati mora zahteve kupcev, določene v pogodbah, pri čemer so lahko dostave enkratne, občasne ali kontinuirane. S tem prispeva k zadovoljstvu strank in doseganju poslovnih ciljev podjetja.
- Poprodajna logistika vključuje vse poprodajne servisne storitve, ki jih podjetja ali prodajalci zagotavljajo svojim kupcem. Njene dejavnosti deli na poprodajne servisne storitve, ki vključujejo podporo uporabnikom po nakupu izdelkov, ter razbremenilno logistiko, ki obravnava upravljanje povratnega toka blaga, kot so reklamacije, vračila ali recikliranje.

Z logistiko podjetje doseže boljše poslovne rezultate. Ne le, da se zmanjšajo stroški poslovanja, temveč podjetje pridobi tudi konkurenčno prednost, kar vodi v večji dobiček.

2.1 Opredelitev in vloga notranje logistike

Notranja logistika je ključni del celotnega logističnega procesa znotraj podjetja, saj zajema vse aktivnosti, povezane s pretokom materialov, izdelkov in informacij med različnimi oddelki. Njena glavna naloga je zagotavljanje, da vsi materiali in polizdelki nemoteno potujejo skozi proizvodni proces in se pravočasno skladiščijo ali premikajo naprej proti končni proizvodnji. V osnovi gre za načrtovanje, organizacijo in nadzor vseh aktivnosti, da bi optimizirali učinkovitost proizvodnje ter znižali stroške in časovne zamude.

Ključne komponente notranje logistike so delovna sila, transport znotraj podjetja, transportne poti, transportna sredstva in naprave, skladišča in metode skladiščenja, pakiranje, paletiziranje in pretovorne manipulacije ter komisioniranje blaga. Cilj notranje logistike je čim boljša izraba razpoložljivega prostora in skrajšanje poti, skozi katere gre material v podjetju, kar neposredno vpliva na hitrost in učinkovitost proizvodnje (Knez in drugi, 2007, str. 143).

Delovanje notranje logistike se začne z vhom materialov, ki jih je nabavna logistika pripeljala v podjetje. Ti materiali se nato pregledajo, količinsko in kakovostno ocenijo, razporedijo ter ustrezno uskladiščijo. Učinkovito upravljanje skladišč ni odvisno samo od prostora, temveč tudi od stroškov delovne sile, ki je vključena v procese skladiščenja in

premikanja materialov. Notranja logistika mora ves čas zagotavljati ustrezno oskrbo proizvodnje z vhodnimi materiali, obvladovati medfazno skladiščenje ter skrbno nadzorovati premike izdelkov med različnimi fazami proizvodnje in na koncu do skladišča gotovih izdelkov (Oblak, 1997, str. 50–51).

Pri organizaciji notranje logistike mora podjetje upoštevati številne dejavnike, kot so razmestitev proizvodnih obratov in skladišč v čim večji bližini, geografski pogoji, vrsta izdelkov, tehnologija, ki se uporablja pri proizvodnji, ter različni tehnološki postopki, ki vplivajo na način premikanja in skladiščenja materialov. Prav tako so pomembni tudi pravilno pakiranje izdelkov, oblikovanje tovornih enot in izbira ustreznih transportnih sredstev. Vse te aktivnosti notranje logistike so neposredno povezane z distribucijsko logistiko, ki skrbi za dostavo končnih izdelkov kupcem.

Skrbno načrtovana in upravljana notranja logistika je ključnega pomena za nemoteno delovanje proizvodnje in poslovanja podjetja kot celote. Z ustrezno optimizacijo notranjih logističnih procesov podjetje ne le izboljšuje učinkovitost, temveč tudi znižuje stroške, povečuje konkurenčnost in zagotavlja boljšo prilagodljivost na tržne razmere (Štor in drugi, 2011, str. 29).

2.2 Vloga notranjega transporta

Notranja logistika torej zajema vse aktivnosti v sklopu materiala, izdelkov, polizdelkov in informacij. Notranji transport pa je aktivnost, ki je del notranje logistike in zajema fizične premike materiala znotraj objekta, vključno z manipulacijo polizdelkov, pomožnega materiala, končnih izdelkov, odpadkov in tudi premiki osebja. Zagotavlja, da so delovna mesta vedno oskrbljena s potrebnimi materiali in da se hkrati sproti odvaža vse, kar tam nastane. Ključni elementi vključujejo transportna sredstva in embalažo za prevoz ter jasno določene poti in razpoložljivost transportnih sredstev za nemoteno delovanje celotnega procesa (Križman in Križman, 2008, str. 50).

Zaradi velikega deleža v proizvodnih stroških vedno več podjetij obravnava notranji transport kot poseben postopek in mu pripisuje vedno večji pomen. Notranji transport je nujen sestavni del proizvodnega procesa in njegovo delo neprenehoma traja, dokler podjetje sploh funkcionira. Notranji transport bi lahko primerjali z ožiljem, ki omogoča življenje celotnemu organizmu.

To ožilje mora neposredno in tekoče dovajati hrano posameznim delom organizma. Iz tega tudi izhaja osnovna naloga notranjega transporta, ki je opravljanje vseh premikov materiala znotraj delovne organizacije. Za uspešno delovanje transporta je treba oblikovati notranje organizacijske strukture, določitev njegovega mesta v podjetju in s tem povezanih odnosov z drugimi službami in organi. Predvsem je treba točno določiti razmerja in iz njih izvirajoče obveznosti ter zahteve do drugih dejavnosti.

Notranji transport se mora vključiti tudi v celotno planiranje v podjetju. Njegova naloga ni samo izvajati planske zahteve, ampak mora pri planiranju sodelovati kot aktiven dejavnik, ki bo uveljavil tudi svoje potrebe in zahteve. Še posebej je pomembno njegovo sodelovanje v kratkoročnem, predvsem operativnem planiranju ter zbiranje in posredovanje vse za delo potrebne informacije. To velja še posebno za podatke o potrebah po upravljanju transportnih nalog in na drugi strani o možnosti za to. Ažurnost teh podatkov je ključna, saj mora svoje naloge transport opraviti v določenem času.

Kot posebno nalogo moramo omeniti še kontrolo in analizo celotnega dogajanja v notranjem transportu. Kompleksne analize notranjega transporta z upoštevanjem vseh dejavnikov bodo lahko prispevale k uspešnejšemu delovanju službe in k racionalnejšemu opravljanju nalog.

Notranji transport je treba pravilno vključiti v celotno organizacijsko zgradbo podjetja. Organizacija transporta in organizacija oddelkov v podjetju medsebojno vplivata ena na drugo, saj notranji transport podpira delovanje podjetja skozi ves čas njegovega poslovanja (Kaltnekar, 1993, str. 336–423).

2.3 Skladiščenje

Sistem skladiščenja blaga ima dve osnovni nalogi. Prva naloga je premagovanje časovnih in prostorskih razlik v materialnem in blagovnem toku, s čimer se zagotavlja nemoten potek oskrbovalnih procesov. Druga naloga je delovanje kot tranzitna stopnja, kjer se prispele transportne enote in tovor razdelijo, dopolnijo z obstoječimi zalogami ali preoblikujejo v nove transportne enote. Tako sistem skladiščenja omogoča učinkovito podporo logističnim procesom ter optimizacijo tokov blaga in transportnih sredstev.

Vrsta skladišča vpliva na obseg in pomembnost posameznih funkcij skladiščenja, kot so sprejem blaga in kontrola kakovosti, manipulacija blaga, shranjevanje, sortiranje, komisioniranje in izdaja blaga. Ločimo štiri vrste skladišč (Oblak, 1997, str. 188–189):

- Tovarniška skladišča oz. skladišča končnih izdelkov: Ta so nameščena blizu proizvodnje in na tem kraju sprejemajo končne izdelke, da je čas premeščanja izdelkov med proizvodnjo in prodajo čim krajši.
- Centralna skladišča: Tukaj se skladišči celoten sortiment izdelkov, ki jih proizvaja podjetje. Njihova funkcija je v tem, da po potrebi polnijo manjkajoče zaloge blaga tam, kjer jih ni.
- Območna skladišča: Njihova naloga je zagotoviti hrambo blaga, dokler ga ne potrebujejo v proizvodnji ali pa na prodajnem tržišču v neki regiji. S tem se razbremenijo hranjenje zalog blaga v drugih skladiščih.
- Izdajna skladišča: Razporejena so decentralno na celotnem prodajnem območju blaga. Njihova naloga je, da iz uskladiščenih količin blaga sestavljajo količinske enote blaga po zahtevah odjemalcev ter jih pripravijo in predajo v odpremo. Ta skladišča so

podrejena posameznim prodajnim območjem.

Skladiščenje ima ključno varovalno funkcijo, saj deluje kot povezovalni in regulativni element med različnimi funkcijami materialnega poslovanja. Z zalogami omogoča uravnavanje nihanj v materialnih tokovih, ki so posledica dinamičnih sprememb v poslovnih procesih.

Skladiščenje zagotavlja nemoteno povezavo med nabavo in proizvodnjo, omogoča stalno preskrbo delovnih mest in enakomeren potek proizvodnje. Tako je skladiščenje integralni del notranje logistike, saj podpira pretok materialov znotraj podjetja. Z učinkovitim upravljanjem procesov, kot so sprejem, pregled, razvrščanje in skladiščenje materialov, zagotavlja tekoč potek notranje logistike. Izvrševanje te osnovne funkcije zahteva reševanje številnih podrobnejših nalog, ki so nujne za uspešno delovanje skladišča in učinkovito izvajanje materialnih dejavnosti podjetja (Kaltnekar, 1993, str. 257–258).

3 SISTEMI AVTOMATIZACIJE AKTIVNOSTI NOTRANJE LOGISTIKE

Razvoj notranje logistike se danes pospešeno opira na napredne tehnologije, kot so informacijsko-komunikacijske tehnologije, internet stvari in koncept logistike 4.0, ki prinašajo visoko avtomatizacijo in robotizacijo. Zahteve po hitri in prilagodljivi logistiki so se še posebej izrazile z razvojem e-trgovin, ki so popolnoma spremenile delovanje skladišč. Nove generacije skladišč so prilagojene specifičnim potrebam spletnih prodajalcev, kjer so pogosti majhna naročila, naročila s spremenljivo količino, širok nabor izdelkov in hitri dobavni roki. Da bi se uspešno soočila s temi izzivi, so skladišča prihodnosti visoko avtomatizirana in robotizirana. V zadnjem desetletju so pomemben napredek prinesli avtomatizirani sistemi za shranjevanje in pridobivanje, ki omogočajo visoko pretočnost, prilagodljivost in majhno porabo energije.

Učinkoviti intralogistični procesi prispevajo k večji konkurenčnosti, optimizaciji stroškov in izboljšanju denarnega toka podjetja. Sodobni trendi v intralogistiki vključujejo večjo avtomatizacijo, digitalizacijo, ekonomično rabo energije in zmanjšanje ogljičnega odtisa. Pandemija je te trende še pospešila, saj so se podjetja zaradi nove realnosti morala hitro prilagajati. Velik pomen ima tukaj informacijska tehnologija, ki v notranji logistiki omogoča upravljanje skladišč prek sistemov, kot so sistemi za upravljanje skladišč (angl. Warehouse Management System - WMS). Ti sistemi povezujejo različne naprave, kar omogoča učinkovito upravljanje pametnih tovarn in skladišč (Šprohar, 2021).

Avtomatizacija notranje logistike je element logistike 4.0, saj vključuje uporabo tehnologij, kot so AGV, robotizirani sistemi za premikanje blaga in napredni senzorski sistemi za optimizacijo procesov. V logistiki 4.0 gre za digitalizacijo in avtomatizacijo logističnih aktivnosti in procesov, ki omogočata pametno upravljanje logistike z uporabo najnovejših informacijskih in komunikacijskih tehnologij, programske opreme in interneta. Cilj

logistike 4.0 je zagotoviti podporo procesom industrije 4.0, kot so obdelava tržnih zahtev, načrtovanje proizvodnje in dostave izdelkov končnim uporabnikom. To nam omogoča pametno in učinkovito upravljanje z avtomatiziranimi procesi, digitalno povezanostjo ter integracijo podatkov in tehnologij.

Z uvajanjem teh tehnologij se doseže zmanjšanje človeških napak, poveča se učinkovitost ter doseže se boljše načrtovanje in spremljanje. Avtomatizacija tako neposredno podpira cilje logistike 4.0, saj zagotavlja večjo prilagodljivost, nižje stroške in optimizacijo procesov, kar je ključno za konkurenčnost sodobnih podjetij (Radivojević in Milosavljević, 2019, str. 286–287).

Sistemi avtomatizacije notranje logistike predstavljajo sodobne tehnološke rešitve, ki omogočajo avtomatizirano upravljanje pretoka materialov, izdelkov in informacij znotraj podjetja. V današnjem dinamičnem poslovnem okolju, kjer sta učinkovitost in hitrost proizvodnih procesov ključnega pomena za konkurenčnost, ima avtomatizacija notranje logistike pomembno vlogo pri optimizaciji delovnih procesov. S pomočjo naprednih tehnologiji, kot so AGV, AMR, vlečna vozila ter programske rešitve za nadzor in sledenje zalogam, podjetja lahko dosežejo večjo natančnost, znižajo stroške dela in pospešijo proizvodne cikle. Prihodnost notranje logistike bo tako s časom predvsem električna, avtomatizirana in digitalizirana, z dodanim poudarkom na okoljski trajnosti.

Vpliv avtonomnega transporta na logistiko se deli na tri glavne kategorije, in sicer ekonomski, okoljski in socialni. Ekonomski vplivi vključujejo zmanjšanje različnih vrst stroškov, okoljski vpliv pa zmanjšanje onesnaževanja okolja. Socialni vplivi izboljšujejo varnost in zdravje delovnih pogojev za zaposlene. Tabela 1 prikazuje, kako uporaba avtonomnega transporta vpliva v različnih sektorjih, ali je to ekonomski, socialni ali okoljski (Shah in drugi, 2019).

Tabela 1: Vpliv avtonomnega transporta na različne sektorje

Vpliv na dobavno verigo	Kategorija vpliva (E = ekonomski; S = socialni; EN = okoljski)	Sektor	Vir
Zmanjšanje stroškov dela, vzdrževanja in porabe goriva	E	Tovarna industrija	[15]
Boljše manevriranje, povečana zmogljivost nakladanja, večja natančnost pri ravnanju z materiali, izboljšanje celotne učinkovitosti terminala	E	Terminali za kontejnerje v pristanišču	[16], [17]
Izboljšana učinkovitost, produktivnost in preprečevanje nesreč	S	Kmetijstvo	[17]
Prijazno do okolja, izboljšana proizvodna prilagodljivost ...	E, EN	Avtomobilaska industrija	[21]
Nizkopračunsko avtonomno vozilo, izboljšana prilagodljivost in učinkovitost, večja natančnost in kakovost	E	Industrija AGV	[18]

Vir: prejeto po Shah in drugi (2019).

Avtomatizacija ne le da izboljšuje učinkovitost delovanja notranje logistike, temveč tudi zmanjšuje možnost človeških napak, kar prispeva k večji zanesljivosti sistema. Poleg tega omogoča boljše izkoriščanje prostora in virov, kar je še posebej pomembno v kompleksnih proizvodnih okoljih.

3.1 Avtonomni mobilni roboti

Do nedavnega so AGV predstavljala edino rešitev za avtomatizacijo notranjega transporta v podjetjih. Ta vozila so se uporabljala predvsem v velikih sistemih, kjer so bile potrebne ponavljajoče se in natančne dobave materialov. Čeprav so AGV primerna za taka okolja, se danes soočajo z novo konkurenco. To so AMR, ki so prilagodljivi, sofisticirani in učinkoviti. Čeprav imata obe tehnologiji enak osnovni namen, torej premikanje materialov, se po funkcionalnosti in zmogljivosti bistveno razlikujejo.

Ti roboti so opremljeni z naprednimi navigacijskimi sposobnostmi, uporabljajo kamere, senzorje in laserske skenerje, skupaj z inteligentno programsko opremo, da ustvarijo zemljevid okolja in se samostojno gibljejo. Prilagajajo se sproti in lahko zaznajo ovire ter jih varno obidejo, s čimer izberejo najbolj učinkovito alternativno pot. To omogoča nemoten premik materialov in povečuje produktivnost. Prav zaradi te inteligentne navigacije so primerni za dinamična in spremenljiva okolja.

Poleg napredne navigacije ponujajo AMR tudi izjemno prilagodljivost. Z enostavno posodobitvijo programske opreme lahko roboti opravljajo različne naloge na različnih lokacijah, kar jim omogoča hitro prilagajanje spremenljivim potrebam podjetja. Upravljanje AMR poteka prek uporabniškega vmesnika ali programske opreme za nadzor celotnega voznega parka, ki omogoča prioriteto obdelavo nalog in dodeljevanje opravil glede na položaj in razpoložljivost posameznih robotov. Poleg tega zaposlenim omogočajo, da se osredotočijo na bolj kompleksna in vredna opravila, kar dodatno prispeva k učinkovitosti in uspehu podjetja.

Ne glede na to, ali gre za manjše ali večje objekte, se lahko AMR brez težav prilagodijo novim postavitvam in zahtevam. Če podjetje spremeni razporeditev proizvodnih celic ali uvede nove procese, lahko AMR prilagodi svoje delovanje tako, da preslikajo prostor ali naložijo posodobljen zemljevid stavbe. S tem lahko podjetja popolnoma izkoristijo zmožnosti robotov in njihovo funkcionalnost ter tako pomagajo ohraniti agilnost (Mobile industrial Robots, brez datuma).

Kljub napredni tehnologiji so AMR stroškovno učinkovitejša rešitev za avtomatizacijo. Ker ne potrebujejo večjih sprememb v obstoječi infrastrukturi podjetja, je njihova namestitve enostavna in hitra. Slika 1 prikazuje opisane AMR, vendar je to le eden izmed mnogih modelov, ta je zgolj za premikanje palet. Ti roboti lahko začnejo delovati skoraj

takoj, kar podjetju omogoča hitro povečanje učinkovitosti.

Slika 1: Avtonomni mobilni robot



Vir: Mobile Industrial Robots (brez datuma).

3.2 Vlečna vozila

V zadnjih letih se širi tudi ponudba drugih naprav, ki podpirajo logistične procese v skladiščih, proizvodnjah ali logističnih centrih. Med te naprave spadajo tudi vlačilci, ki so na trgu že nekaj let. Na voljo so v različnih velikostih, taki, ki so primerni za oskrbo trgovin, in taki, ki imajo vlečno moč do 25 ton. Uporabljajo se za premikanje prikolic, ki lahko prevažajo različne vrste tovarov. Njihova naloga je skrb za notranjo logistiko v skladiščih, transport materialov in embalaže do proizvodnih linij ter dovoz končnih izdelkov. Prikolice so lahko obremenjene s paletami, zabojniki ali drugimi tovarnimi nosilci.

Vlečna vozila so sposobna vleči različne vrste prikolic, ki so izdelane po meri glede na zahteve naročnika. Na vozila je mogoče namestiti različne vrste priključkov, kot so fiksni mehanski priključki, hitri priključki za enostavno priklapljanje prikolic, trojni priključki za vlečne vzvode različnih višin in hidravlični priključki za hiter odklop prikolic. Te različne možnosti priključkov zagotavljajo visoko prilagodljivost, saj omogočajo spreminjanje števila prikolic v vlečni kompoziciji in kombiniranje različnih tipov prikolic glede na potrebe.

Z uvedbo teh vozil v notranji transport lahko povečamo učinkovitost dostave in skrajšamo čas prevoza. Vozila izvajajo dostavo po principu krožne dostave (angl. Milk Run), kar pomeni, da se ob določenem času na določeni poti prevažajo samo to, kar je potrebno. Opravi se več dostav v eni vožnji, saj se zabojnike odloži na nekem mestu in hkrati na istem mestu naloži druge zabojnike. To je učinkovito, saj so transportne poti vnaprej natančno določene, hkrati pa omogoča hitro in enostavno nalaganje ter razlaganje tovarov (Pavlin, 2014).

Ti sistemi omogočajo prevoz večje količine tovarov v primerjavi z viličarji, ki lahko pripeljejo le en tovor naenkrat. Zagotavljajo večjo varnost, saj operaterju, ki je na tem

vlečnem vozilu, omogočajo jasen pogled naprej, ker vozilo vleče tovor. Poleg tega pa je tovor na vozičkih bolj stabilen in varno nameščen, kar zmanjšuje možnost poškodb. Na sliki 2 je lepo prikazano, kakšen pogled ima operater in kako je tovor nameščen na vozičke.

Slika 2: Vlečno vozilo



Vir: Villboss (brez datuma).

3.3 Avtomatsko vodena vozila

AGV so samostojna prevozna sredstva na tleh, ki imajo lasten pogon in so avtomatsko nadzorovana ter vodena. Uporabljajo se za vleko ali transport blaga, pri čemer so opremljena z mehanizmi za aktivno ali pasivno nakladanje tovara. Obstajajo tudi polavtomatska vozila, ki jih delno upravlja operater, ali pa so programirana, da po prejemu ukazov samodejno sledijo določeni poti.

AGV pogosto uporabljajo laserske sisteme za določanje položaja in smeri gibanja. Sprva je bila potrebna namestitev odsevnikov v prostoru, da je sistem lahko pravilno deloval. Sodobni skenerji pa so sposobni hitro in natančno zaznavati okolico v krogu 360 stopinj (Rogelj in drugi, 2011, str. 78).

Navigacijo avtomatsko vodenih vozil pogosto omogočajo magnetni trakovi, ključne točke na njihovi poti pa so označene z radiofrekvenčnimi identifikacijskimi (angl. Radio frequency identification, v nadaljevanju RFID) čipi, ki so nameščeni v tleh. Ti čipi omogočajo vozilom izvajanje različnih programiranih ukazov, kot so zaustavitve, pripenjanje ali odpenjanje prikolic, pospeševanje, zaviranje in zavijanje v levo ali desno. Pripenjanje in odpenjanje vozičkov je v celoti avtomatizirano, kar povečuje učinkovitost delovanja.

Vozila so idealna za delovanje 24 ur na dan, sedem dni v tednu. Opremljena so z baterijami, ki omogočajo hitro polnjenje med kratkimi, načrtovanimi postanki, kar pomeni, da zamenjava baterij ni potrebna. Centralni nadzorni sistem samodejno upravlja polnjenje, ki je popolnoma avtomatizirano, kar še dodatno optimizira čas delovanja in zmanjšuje potrebo po ročnem poseganju (TPV Automotive d. o. o., brez datuma).

AGV prinašajo vrsto koristi, ki neposredno vplivajo na učinkovitost proizvodnih in logističnih procesov. Najprej zagotavljajo zanesljive in konsistentne dobave, kar je ključnega pomena za optimizacijo delovanja notranje logistike. Sistem AGV omogoča tudi avtomatizacijo procesov, kot je KAN BAN (sistemi upravljanja zalog in proizvodnje), kar dodatno zmanjšuje potrebo po ročnem delu in človeških posegih.

Ena od glavnih prednosti je hitro vračilo investicij, saj lahko podjetja dosežejo povračilo stroškov v manj kot enem letu. S tem se poveča tudi splošna produktivnost, saj AGV zmanjšujejo možnost človeških napak, ki so pogosto vzrok za zamude in nepravilnosti v procesu. Poleg tega omogočajo prihranke energije, saj lahko posamezno AGV prihrani do 25.000 kWh na leto (Podjetje X, 2024).

Slika 3 predstavlja, kako poteka premikanje vozičkov z AGV. Prikazana je samo ena vrsta, ki je namenjena za premikanje vozičkov, kot so na sliki, in palete. Z uporabo teh vozil pa lahko tudi optimiziramo izrabo prostora, saj se lahko enostavno prilagodijo različnim logističnim postavitvam in zmanjšajo potrebo po obsežnejših prilagoditvah infrastrukture.

Slika 3: Avtomatsko vodena vozila



Vir: TPV Automotive d. o. o. (brez datuma).

Primer uspešne uvedbe AGV je tudi Mercedes-Benz, ki je znan po inovativni tehnologiji in luksuznem dizajnu. Za transport delov na montažno linijo v svoji tovarni uporablja več kot 70 avtomatiziranih vodenih vozičkov. Ti premikajo težke dele, kot so motorji, pa tudi manjšo elektroniko. Za njihovo učinkovito delovanje je ključna zanesljiva komunikacija med AGV in nadzornim sistemom, kar omogoča natančno spremljanje v realnem času.

V preteklosti so za komunikacijo uporabljali Bluetooth, vendar je Mercedes-Benz želel povečati učinkovitost in se prilagoditi prihajajočim varnostnim predpisom Evropske unije. Podjetje je tako stopilo v sodelovanje s strokovnjaki za brezžično povezovanje iz podjetja HMS Networks, ki so analizirali tovarno in vzpostavili brezžično infrastrukturo. Sistem

uporablja dostopne točke in brezžične vtičnice, ki omogočajo nemoteno povezljivost vozil med prehodi med točkami, kar zagotavlja neprekinjeno delovanje in zmanjšuje zakasnitve. Podjetje je s tem doseglo nemoteno delovanje vozil in skladnost z varnostnimi standardi, hkrati pa omogoča daljinsko upravljanje, kar izboljšuje učinkovitost delovanja. Glavna prednost je prilagoditev omrežja potrebam tovarne, brez večjih sprememb, a z bistveno izboljšano zanesljivostjo in stabilnostjo sistema.

Ta nova infrastruktura omogoča podjetju ohranjanje visokih standardov učinkovitosti in varnosti pri prevozu delov ter prednosti, kot sta daljinsko upravljanje in zmožnost prilagajanja bodočim predpisom, zaradi česar je sistem AGV v njihovi proizvodnji zanesljivejši in bolj prilagodljiv (Razvoj brezžičnega omrežja AGV, 2024, str. 110–111).

Taş (2023) je izvedel raziskavo z analizo kvantitativnih podatkov v študiji primera, ki prikaže kakšen vpliv ima lahko AGV na stroške in prihranke podjetja. Zbrani so bili podatki o delovni sili, delovnih dneh, stroških logistike in stroških informacijske tehnologije za obdobje 2017–2021. Na podlagi podatkov so izračunali prihranke z zmanjšanjem tehnoloških investicijskih stroškov za leto 2021. Podatki so bili pridobljeni s pomočjo sistemov, aplikacije in izdelkov za obdelavo podatkov (angl. System, applications and products in data processing, v nadaljevanju SAP).

Rezultati študije so primerjali obstoječe stanje z uporabo tehnologij, kot so mobilni skenerji in AGV, za prevoz, skladiščenje in distribucijo materialov, kar kaže na izboljšave v učinkovitosti notranje logistike. Po uvedbi logistike 4.0 so se skupni letni stroški zmanjšali s 661.418,50 € na približno 573.003,74 €, kar predstavlja približno 13,37 % prihranka. Tehnologija RFID je omogočila natančno dostavo materialov v skladišče in preprečila zmešnjavo z dokumenti, s čimer se zmanjša možnost napak pri delu operaterjev. Rezultati potrjujejo, da uporaba pametnih tehnologij v logistiki prinaša učinkovitejše procese in boljši pretok materiala (Taş, 2023, str. 22).

3.4 Prednosti in izzivi avtomatizacije

Vsi sistemi avtomatizacije imajo veliko prednosti za notranjo logistiko in aktivnosti (AX elektronika, 2020):

- Prilagodljivost in odzivnost: Omogočajo večjo prilagodljivost in hitro odzivnost na spremembe v proizvodnih procesih. Avtomatski sistemi se brez težav prilagodijo spremembam, kar pomeni, da podjetja lažje in hitreje implementirajo nove proizvodne linije, povečajo obseg ali spremenijo notranjo postavitev, ne da bi pri tem motila proizvodnjo. Prilagodljivost sistemov izboljšuje tudi optimizacijo logističnih procesov, saj omogoča učinkovito usklajevanje z drugimi deli proizvodnje.
- Hitrejša in natančnejša dobava materialov: Avtomatizirani sistemi delujejo brez človeških napak, ki pogosto upočasnjujejo procese. Poleg tega so transportne poti in časovnice vnaprej določene in optimizirane, kar skrajša čas premikanja blaga znotraj

proizvodnje in skladišč. To pa vodi do krajših dobavnih rokov.

- Možnost prilagajanja: S preходом na logistiko 4.0 se notranji logistični procesi ne le avtomatizirajo, temveč tudi postanejo pametnejši in bolj prilagojeni uporabnikom. Napredne tehnologije, kot so internet stvari (angl. Internet of things, v nadaljevanju IoT), senzorji in programska oprema za upravljanje voznega parka, omogočajo preglednost in nadzor nad logističnimi procesi v realnem času.
- Razbremenitev zaposlenih: Ena izmed glavnih prednosti je, da razbremeni zaposlene pri ponavljajočih se rutinskih opravilih. Z avtomatskimi vozili in sistemi se zaposleni lahko posvetijo bolj kreativnim in strateškim nalogam, ki prinašajo večjo dodano vrednost podjetju. To izboljša produktivnost in omogoča, da podjetje optimalno izkoristi človeški potencial za bolj kompleksna opravila. Z zmanjšanjem potrebe po fizičnem delu in ročnem premeščanju težkih bremen avtomatizacija bistveno izboljša varnost in ergonomijo delovnega okolja. Manj fizičnih obremenitev zmanjšuje tveganje za poškodbe zaposlenih, hkrati pa zmanjšuje utrujenost in stres. Sistemi delujejo tiho in učinkovito, kar prispeva k bolj prijetnemu delovnemu okolju, brez hrupa, ki ga povzročajo klasična vozila ali ročni prevozi.

Seveda pa poleg vseh prednosti obstajajo mnogi izzivi, ki lahko nastanejo že pred uvedbo teh sistemov, kot tudi med uporabo (Xiamen Liteng Engineering Machinery, 2022):

- Pomanjkanje ustreznega znanja: Eden od glavnih izzivov je pomanjkanje ustreznega znanja o tem, kako avtomatizirati procese v skladišču ali proizvodnem obratu. Za uspešno izvedbo avtomatizacije so potrebni tako razumevanje sistemov kot tudi izkušnje pri njihovem upravljanju in vzdrževanju. Pogosto se podjetja soočajo s težavami pri integraciji novih tehnologij zaradi pomanjkanja strokovnega znanja, kar lahko privede do napak in izpadov v proizvodnji.
- Začetna investicija: Pojavijo se tudi finančni izzivi, saj je začetna investicija v avtomatizirane sisteme visoka. Finančno zahteven je že nakup sistemov, sledi pa mu še vzdrževanje.
- Izpad proizvodnje: Avtomatizacija zahteva čas in načrtovanje, kar lahko pomeni začasne izpade v delovanju med preходом na nove sisteme. To je pogost izziv, saj lahko motnje v delovanju negativno vplivajo na proizvodnjo in skladiščenje. Pomembno je, da se to naslovi z ustrezno pripravo in načrtovanjem, da se izpadi čim bolj zmanjšajo.
- Pomanjkanje tehničnih strokovnjakov in vzdrževanje: Notranji strokovnjaki so tukaj pomembni za vzdrževanje in nadgrajevanje teh sistemov, ki pa so pogosto redki. Če podjetje nima tehničnih strokovnjakov, se mora zanesti na zunanje ponudnike storitev, kar lahko poveča stroške vzdrževanja in upravljanja sistemov. Pomanjkanje znanja znotraj podjetja pogosto vodi do večje odvisnosti od zunanjih partnerjev. Tudi vzdrževanje lahko predstavlja problem, saj morajo ti sistemi delovati z najvišjo zmogljivostjo. To pomeni, da je treba redno načrtovati vzdrževanje in pregledovanje notranjih procesov, da se zagotovi natančnost in učinkovitost.

Nekaj prednosti in izzivov uvedbe avtomatizacije notranje logistike je že naštetih v celoti. Spodnja tabela 2 pa opisuje prednosti in slabosti specifično pri uvedbi AGV v notranji logistiki. Tako lažje presodi neko podjetje ali vredno uvesti AGV ali ne. Poleg tega omogoča primerjavo med različnimi rešitvami ter boljše razumevanje vpliva na poslovne procese in stroške.

Tabela 2: Prednosti in slabosti uporabe avtomatsko vodenih vozil

Prednosti AGV na podlagi strokovnih pregledov	Slabosti AGV na podlagi strokovnih pregledov
Zmanjšanje stroška dela z odpravo potrebe po človeških delavcih	Visoki začetni stroški. AGV so dolgoročna investicija. Običajno traja nekaj časa, da se uresničijo koristi v obliki nižjih stroškov.
Povečanje varnostnih standardov. AGV so razviti z vgrajenimi varnostnimi funkcijami in senzorji, ki jim omogoča delovanje v omejenih prostorih, ne da bi motili druge zaposlene.	Stroški servisiranja opreme so prav tako pomemben dejavnik. Na proizvodnjo lahko vpliva načrtovano ali nenapovedano vzdrževanje, ki lahko upočasni proizvodnjo.
Natančnost in optimizacija produktivnosti. Z nadomeščanjem človeškega delavca se zmanjša možnost napak in povečuje operativna učinkovitost.	Neprimernost za proizvodne linije z ne ponavljajočimi se nalogami. Najbolje delujejo pri ponavljajočih se nalogah, zato uporaba v drugih vrstah nalog ni tako učinkovita.
Enostavnost širjenja in nadgradnje. Z uporabo modularnega procesa izvedbe se lahko podjetje sprva izogne nepotrebnim stroškom in postopoma povečuje uporabo AGV v skladu z rastjo svojih poslovnih dejavnosti.	Neelastičnost operacij. Zaradi svoje fiksne konstrukcije lahko AGV opravi le eno specifično nalogo naenkrat. Ne more spreminjati nalog po lastni volji, kot bi to storil človek, in včasih je lahko bolj koristno imeti fleksibilno delovno silo.

Vir: prirejeno po Shah in drugi (2019).

4 PREDSTAVITEV AVTOMATIZACIJE NOTRANJE LOGISTIKE V IZBRANEM PODJETJU

Posebnost izbranega podjetja je, da so sami razvili avtomatsko vodena vozila, ki jih sedaj uporabljajo v tovarnah. Z uporabo teh so omogočili učinkovitejše delovanje procesov, zmanjšanje odvisnosti od ročnega dela in skrajšali čas dostave materialov v proizvodnji. V nadaljevanju so podrobno predstavljene aktivnosti notranje logistike in kako potekajo s pomočjo AGV ter celoten proces avtomatizirane logistike v podjetju.

4.1 Opis izbranega podjetja

Podjetje, na katerem bom predstavila primer avtomatizacije notranje logistike, se ponaša z dolgo in uspešno zgodovino, ko so bili ustanovljeni kot podjetje za proizvodnjo in popravilo vozil. Sprva so se ukvarjali predvsem z avtomehaničnimi storitvami in izdelavo prikolic, vendar so se z leti razvijali in širili svoje dejavnosti. Podjetje je intenzivno začelo vlagati v razvoj avtomobilske industrije, kar je privedlo do strateškega preobrata. Postali so

pomemben dobavitelj avtomobilske industrije, kar jim je omogočilo sodelovanje z nekaterimi največjimi avtomobilskimi proizvajalci, kot so BMW, Daimler, Claas, Nissan, Rimac, Renault, Volkswagen, Volvo in še veliko drugih. Sodelovanje s toliko globalnih avtomobilskih znamk je še dodatno okrepilo njihov položaj na svetovnem trgu.

V zadnjih desetletjih so postali vodilni na področju avtomobilske industrije v regiji, saj nenehno vlagajo v raziskave, razvoj in inovacije. Njihove rešitve so postale sinonim za kakovost in zanesljivost v avtomobilski industriji, še posebej na področju razvoja lažjih materialov in energetsko učinkovitih komponent. Širitev na mednarodne trge in nenehno prilagajanje novim tehnološkim izzivom sta jim omogočila stabilno rast in pozicioniranje enega vodilnih inovatorjev v svoji panogi.

Danes so globalno podjetje s petimi poslovnimi enotami, katere so močno usmerjene v prihodnost, kjer so inovacije in trajnostni razvoj jedro njihovega delovanja. Njihovo poslanstvo ostaja enako: zagotavljanje prebojnih rešitev za mobilnost prihodnosti, ki omogočajo večjo varnost, učinkovitost in prijaznost do okolja (Izbrano podjetje, 2024).

4.2 Aktivnosti notranje logistike v izbranem podjetju

Notranja logistika v izbranem podjetju zajema vse ključne aktivnosti, povezane s transportom, skladiščenjem in distribucijo materialov ter polizdelkov znotraj proizvodnih in skladiščnih prostorov. Cilj notranje logistike je zagotoviti pravočasno dostavo materialov na proizvodne linije ter optimizirati tok materialov skozi celoten proces proizvodnje (Podjetje x, 2024):

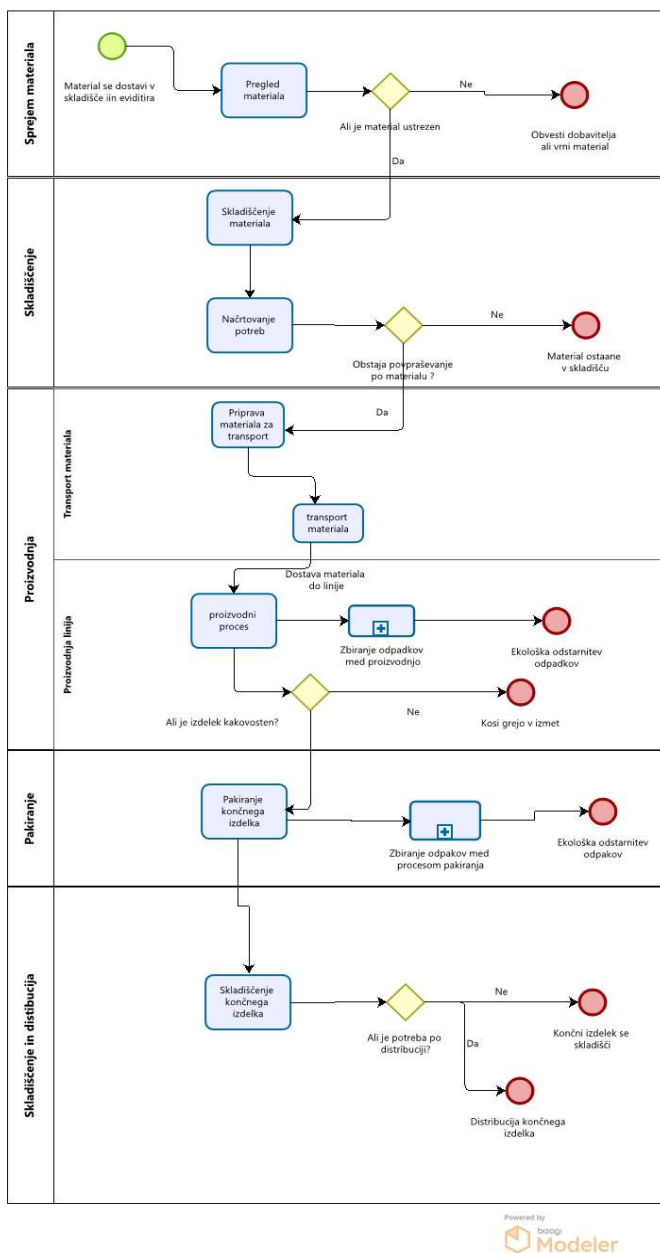
- **Transport materiala:** Zajema prenos surovin in komponent iz skladišča na proizvodne linije ter premik polizdelkov med posameznimi proizvodnimi oddelki. Transport materiala je zasnovan tako, da omogoča tekoče gibanje materialov brez zastojev, kar je bistveno za zagotavljanje visokih stopenj produktivnosti. Začne se pri vходу materiala v skladišče, kjer ga najprej pregledajo in uskladiščijo. Ko se pokaže potreba po tem materialu, ga odpeljejo v proizvodnjo na zahtevano delovno mesto. Nato sledi manipulacija materiala skozi proizvodnjo od enega delovnega mesta do drugega, dokler ne dobijo končnega izdelka. Ta gre nato še na pakiranje in nato nazaj v skladišče, kjer je pripravljeno za odpremo kupcu.
- **Skladiščenje:** Pri skladiščenju stremijo k natančni organizaciji in optimizaciji prostora za shranjevanje surovin, komponent in končnih izdelkov. Podjetje je razvilo sistem za skladiščenje, ki omogoča hitro in natančno iskanje ter prevzem materialov, kar prispeva k večji fleksibilnosti in odzivnosti. Za organizacijo skladiščnih enot in optimizacijo prostora podjetje uporablja posebne metode za sledenje materialom, kot so oznake RFID in sistemi za avtomatsko zaznavanje pozicije. Poleg tega uporabljajo program SAP, kjer je točna evidenca, kam je bil kateri material skladiščen ali premaknjen ter v kakšni količini. Tako se zmanjša potreba po ročnem delu, izboljša pregled nad

zalogami in zmanjša možnost napačnega prevzema materiala.

- Načrtovanje in upravljanje zalog: Aktivnost neposredno vpliva na učinkovitost proizvodnega procesa. Če imajo v skladišču prekomerne zaloge, lahko povzročajo dodatne stroške skladišča, medtem ko lahko pomanjkanje materialov privede do zastojev v proizvodnji. Da zagotavljajo optimalno raven zalog, uporabljajo sistem SAP, ki omogoča sprotno spremljanje potreb po materialih in načrtovanje nabav. Ta sledljivost jim omogoča prilagodljivo in hitro odzivanje na spremembe v proizvodnem procesu.
- Priprava in distribucija materialov na proizvodne linije: To vključuje zbiranje potrebnih komponent in njihovo pripravo za dostavo do delovnega mesta. Pomembno je, da je material pripravljen za uporabo ob pravem času in na pravem mestu, kar zmanjšuje možnost zastojev in napak. Tudi tukaj jim pride v pomoč SAP, da dobijo potrebne informacije o potrebi določenega materiala.
- Upravljanje z odpadki: V podjetju je ta aktivnost velikega pomena, saj vpliva na učinkovitost in trajnostno proizvodnjo. Podjetje se zaveda pomembnosti trajnostnega poslovanja, zato odpadke, ki nastajajo med proizvodnim procesom, zbirajo, sortirajo in odstranjujejo na ekološki način, kar pa je pomembno za zagotavljanje čistega in varnega delovnega okolja ter za zmanjšanje vpliva na okolje.

V podjetju se opazi, kako integracija notranje logistike z informacijskimi sistemi zagotavlja natančno in sprotno spremljanje zalog ter omogoča prilagajanje dobavnih verig trenutnim potrebam. Kot lahko vidimo, notranja logistika, ki poteka v izbranem podjetju, ni izoliran proces, temveč je tesno povezana z drugimi oddelki, kot so nabava, proizvodnja in prodaja. Kako so aktivnosti notranje logistike povezane med sabo, prikazuje slika 4 procesnega modela.

Slika 4: Procesni model notranje logistike v podjetju X



Vir: lastno delo.

Uspešno delovanje notranje logistike omogoča pravočasno oskrbo z materiali, kar neposredno vpliva na kakovost in hitrost proizvodnega procesa. Poleg tega je notranja logistika prilagodljiva glede na potrebe, kar omogoča podjetju hitro odzivanje na spremembe povpraševanja.

4.3 Izboljšava notranje logistike z uvedbo avtomatsko vodenih vozil

Uvedba avtomatsko vodenih vozil je korenito spremenila potek notranje logistike v izbranem podjetju. V tem poglavju je predstavljen potek notranje logistike po uvedbi AGV, vključno s procesi prevoza materialov, skladiščenja, dostave na proizvodne linije in upravljanjem povratne logistike.

AGV, ki so jih v podjetju sami razvili, so zasnovani za samostojen prevoz materialov na vnaprej določene lokacije znotraj podjetja. Po uvedbi teh se je transport materiala izvajal z manjšim posredovanjem človeka, kar zmanjšuje tveganje za napake ter zagotavlja natančno in pravočasno dostavo materialov. Premikajo se po vnaprej določenih poteh, kot so magnetni trakovi in laserski senzorji. Programirani so za izvajanje specifičnih nalog, kot so pobiranje materiala iz skladišča in dostava na proizvodne linije, kar zagotavlja bolj učinkovit potek logističnih procesov in zmanjšuje zastoje v proizvodnji.

S to tehnologijo se je avtomatiziral tudi proces skladiščenja. AGV samodejno prevzemajo in odlagajo materiale v skladiščne enote, kar prispeva k boljši organizaciji in optimizaciji skladiščnega prostora. V sistemu skladiščenja AGV sodelujejo z informacijskim sistemom za upravljanje skladišča, ki omogoča sledenje vsaki enoti materiala ali izdelka v realnem času. Na ta način se povečuje natančnost skladiščenja, saj vozila odlagajo material na točno določene lokacije, kar olajša kasnejše prevzemanje materialov. Prav tako se zmanjšuje potreba po ročnem delu, kar povečuje produktivnost in zmanjšuje stroške, povezane s skladiščenjem.

Funkcija vozil je tudi, da materiale pripeljejo na določena mesta na liniji ob točno določenem času, kar optimizira proizvodni proces in zmanjšuje možnosti za zastoje. Točno načrtovana in avtomatizirana dostava omogoča boljšo prilagodljivost proizvodnih procesov, saj lahko AGV hitro prilagajajo svoje poti glede na trenutno stanje in potrebe proizvodnje. S tem se povečujeta učinkovitost in natančnost oskrbe proizvodnih linij. Poleg dostave materialov na proizvodne linije sodelujejo tudi v procesu povratne logistike, ki vključuje vračanje odpadnih materialov, prazne embalaže in drugih stranskih produktov nazaj v skladišče ali na mesta za reciklažo. Ta naloga je pomembna za zmanjšanje stroškov, povezanih z odstranjevanjem odpadkov, poleg tega pa avtomatizacija zmanjšuje obremenitev zaposlenih, ki se lahko osredotočijo na naloge z večjo dodano vrednostjo.

Da bi zagotovili nemoteno delovanje, podjetje uporablja centraliziran sistem za nadzor in upravljanje, ki omogoča spremljanje položaja in delovanje vsakega AGV v realnem času. Centraliziran nadzor omogoča takojšnje prilagoditve poti ali nalog, če pride do nepredvidenih situacij, kot so zastoji na poti ali tehnične težave. Poleg tega sistem omogoča tudi optimizacijo porabe energije, saj se vozila samodejno vrnejo na polnilne postaje, ko zaznajo, da so njihove baterije skoraj prazne.

Uvedba AGV je notranjo logistiko v izbranem podjetju dvignila na višjo raven. Proces prevoza materialov, skladiščenja, dostave na proizvodne linije in upravljanja povratne

logistike so postali bolj učinkoviti, natančni in zanesljivi. Zmanjšala se je odvisnost od ročnega dela, kar zmanjšuje možnosti za človeške napake in prispeva k večji produktivnosti, omogočajo boljšo prilagodljivost procesov in hitrejšo odzivnost na spremembe v proizvodnih potrebah. Z avtomatizacijo se je izboljšala tudi varnost na delovnem mestu, saj avtomatizirana vozila zmanjšujejo tveganje nezgode, poleg tega prispeva k trajnostnemu poslovanju podjetja. AGV so tako postali nepogrešljiv del notranje logistike podjetja, ki mu omogoča, da ostaja konkurenčno na trgu in prilagojeno sodobnim zahtevam industrije.

5 DISKUSIJA S PREDLOGI IZBOLJŠAV

Uporaba avtomatsko vodenih vozil v notranji logistiki osvetljuje več ključnih prednosti, kot so večja učinkovitost, fleksibilnost in zanesljivost, hkrati pa tudi obravnava možne izzive, ki jih podjetje ob tem srečuje. Lastna razvojna rešitev je podjetju omogočila boljše prilagajanje specifičnim potrebam, saj lahko vozila nadgradijo in prilagodijo tako, da se povsem skladajo z notranjimi logističnimi procesi. Takšna prilagodljivost je pomembna v dinamičnih proizvodnih okoljih, kjer so hitri odzivni časi ključnega pomena. Poleg tega z lastnim razvojem gradijo svojo konkurenčnost na trgu, predvsem v razvoju, saj je to nekako rezultat njihove inovativnosti ter raziskave in razvoja.

Uporaba teh vozil ima več neposrednih pozitivnih vplivov na proces proizvodnje. Vozila pospešijo transportne procese, zmanjšajo potrebo po ročnem delu in izboljšajo sledljivost materiala skozi različne faze proizvodnje. To pripomore k večji produktivnosti, saj so materiali in polizdelki pravočasno dostavljeni na ustrezna mesta, brez nepotrebnih zastojev ali napak. Integracija z informacijskim sistemom SAP omogoča sprotno spremljanje zalog, načrtovanje potreb in hitro prilagajanje na morebitne spremembe v proizvodnem procesu, kar povečuje fleksibilnost podjetja. Vse to neposredno vpliva na stroškovno učinkovitost podjetja.

Vendar pa se stroškovna učinkovitost najbolje pozna pri delu v treh izmenah, saj je donosnost (angl. Return on investment, v nadaljevanju ROI) najvišja. V podjetju so izračunali, da doseže vrednost 0,86, kar pomeni, da podjetje učinkovito izkoristi vložena sredstva. Poleg tega je čas povračila investicije zelo kratek, znaša le 6,44 meseca, kar omogoča hitrejši prihranek in donosnost na dolgi rok. Pri delu v eni izmeni pa so izračunali, da ROI doseže negativno vrednost -0,38, kar pomeni, da investicija ni ekonomsko upravičena. Doba vračanja investicije je dolga, znaša kar 19,31 meseca, kar kaže na nizko izkoriščenost vozil in previsoke stroške v primerjavi s prihranki (Podjetje X, 2024).

Čeprav z uvedbo avtomatskih vozil v delovno okolje uvedemo nekaj tujega človeku, lahko s tem izboljšamo delovno okolje zaposlenih. Z zmanjšanjem potrebe po ročnem transportu težkih bremen se zmanjšuje fizična obremenitev delavcev, kar prispeva k varnosti in

zdravju na delovnem mestu. Delavci se lahko tako posvetijo bolj zahtevnim in kreativnim nalogam z večjo dodano vrednostjo, kar izboljšuje splošno zadovoljstvo na delovnem mestu in hkrati zmanjšuje možnost napak. Poleg tega zmanjšamo tudi možnost nesreč in poškodb, saj so ta vozila opremljena s senzorji, ki omogočajo zaznavanje ovir in preprečevanje trkov.

Eden izmed izzivov je potreba po stalnem vzdrževanju in nadgradnji vozil ter povezanega nadzornega sistema. Ker gre za lastno razvojno rešitev, podjetje nosi odgovornost za vzdrževanje celotnega sistema, kar zahteva tehnično znanje in finančna sredstva. V primeru morebitnih okvar ali težav je podjetje odvisno od lastnih zmogljivosti, kar lahko predstavlja tveganje v času visokega obsega proizvodnje. Dodatni izziv je povezan tudi s stroški začetne investicije, ki so pri lastnem razvoju običajno višji kot pri nakupu že razvite rešitve. Vendar pa se zaradi prilagodljivosti in dolgoročne stroškovne učinkovitosti ta investicija hitro povrne. Zahtevana je tudi visoka stopnja usposobljenosti zaposlenih, ki morajo upravljati in nadzorovati delovanje teh vozil. Pomanjkanje tehničnega znanja in izkušenj lahko predstavlja oviro pri nemotenem delovanju avtomatiziranih procesov, kar bi lahko negativno vplivalo na učinkovitost proizvodnje. Vendar se podjetje zaveda pomena vlaganja v kadre, zato redno izvaja programe usposabljanja in skrbi za nadgradnjo kompetenc svojih zaposlenih.

Poleg tehničnih in organizacijskih izzivov odpira tudi vprašanja glede trajnosti. Ker avtomatizirani transporti zmanjšujejo porabo energije in omogočajo optimizacijo transportnih poti, podjetje s tem zmanjšuje svoj okoljski odtis. Takšen trajnostni pristop je pomemben v kontekstu sodobnih okoljskih standardov in pričakovanj kupcev, ki dajejo prednost podjetjem s trajnostjo usmerjenim poslovanjem.

Uvedba lastno razvitih AGV se tako kaže kot strateško premišljena odločitev, ki omogoča podjetju višjo učinkovitost, prilagodljivost in izboljšano delovno okolje. Kljub določenim izzivom, kot so vzdrževanje, usposabljanje in začetna investicija, se dolgoročne koristi, povezane z avtomatizacijo notranje logistike, izkažejo za izjemno dragocene. S temi tehnološkimi rešitvami podjetje pridobiva konkurenčno prednost in ostaja usmerjeno k doseganju visokih standardov kakovosti, varnosti in trajnosti.

Seveda se povsod najde prostor za izboljšave, s katerimi bi bilo lahko podjetje še bolj učinkovito in konkurenčno. Svoje AGV bi lahko nadgradili z dodatnimi senzorji in umetno inteligenco, saj bi s tem omogočili sposobnost analiziranja in določanja v realnem času. Kamere in napredni laserski senzorji bi omogočili boljše zaznavanje okolice, preprečevanje trkov ter prilagoditev hitrosti in poti glede na ovire, kar bi bilo tudi bolj varno za zaposlene. Umetna inteligenca pa bi omogočila boljše razporejanje nalog, pri čemer bi vozila samostojno optimizirala vrstni red dostav glede na prioritete ali zasedenost proizvodnih linij. To bi vodilo k zmanjšanju nepotrebnih prevozov ter manjšim stroškom energije in vzdrževanja.

Kar se tiče prilagodljivosti poti, bi bilo smiselno implementirati navigacijo, ki temelji na vodenju brez vnaprej določenih poti, kot so magnetni trakovi. Vozila bi lahko prosto navigirala po prostoru in se sproti prilagajala spremenjenim razmeram, kot so ovire, prenatrpanost poti ali nujne naloge. Sistem bi omogočal tudi takojšnje prilagoditev poti, če pride do izrednih situacij. Hkrati bi prilagodljivost omogočila boljšo integracijo AGV v različne dele skladišča ali proizvodnje brez potrebe po preurejanju fizične infrastrukture.

Eden ključnih predlogov je razširitev avtomatizacije na dodatne logistične in proizvodne procese, kot so na primer inventurna opravila. Kar je ena izmed zahtevnejših nalog, saj morajo proizvodnjo organizirati okoli inventure, imeti dovolj ljudi za inventuro, konec koncev pa je pomembno, da se podatki ujemajo in je čim manj odstopanj. Za inventuro bi vozila lahko opremili s čitalniki RFID, ki bi lahko avtomatizirano preverjali zalogo in posodabljali podatke v realnem času. Ta razširitev bi zmanjšala odvisnost od ročnega dela, povečala natančnost zalog ter zmanjšala čas in stroške, ki so povezani z inventuro.

Glede na to, da je podjetje razvilo lastne AGV, je prodaja teh vozil drugim podjetjem ali partnerjem odlična poslovna priložnost za širitev tržnega deleža in ustvarjanje dodatnih prihodkov. Podjetje bi lahko ponujalo celovite rešitve, ki vključujejo prodajo vozil, prilagoditve programske opreme in podporne storitve, kot sta vzdrževanje in nadgradnja. Takšno partnerstvo bi okrepilo ugled podjetja kot inovativnega ponudnika naprednih tehnologij ter odprlo možnosti za dolgoročno sodelovanje in širitev na nove trge.

6 SKLEP

Z zaključno strokovno nalogo sem raziskala avtomatizacijo aktivnosti notranje logistike v izbranem podjetju, pri čemer sem se osredotočila na uporabo avtomatsko vodenih vozil. Analiza je pokazala, da avtomatizacija bistveno prispeva k povečanju učinkovitosti, zmanjšanju stroškov in izboljšanju varnosti v delovnem okolju. Uporaba AGV omogoča optimizacijo procesov, natančno sledljivost in zmanjšuje odvisnost od ročnega dela, kar izboljšuje produktivnost in konkurenčnost podjetja.

Kljub prednostim avtomatizacije, kot sta večja prilagodljivost in zanesljivost, so se v nalogi obravnavali tudi izzivi, povezani z uvedbo takšnih sistemov. Sem sodijo visoki začetni stroški, potreba po vzdrževanju in usposabljanju zaposlenih, ki morajo upravljati in nadzorovati te napredne sisteme. Pomemben vidik je tudi trajnost, saj avtomatizacija omogoča zmanjšanje porabe energije in izboljšanje okoljskih praks podjetja.

Uvedba avtomatizacije v izbranem podjetju se je izkazala za strateško pomembno odločitev, ki omogoča doseganje visokih standardov kakovosti in trajnosti. Ugotovitve naloge potrjujejo, da so vlaganja v razvoj lastnih AGV smiselna in dolgoročno koristna. Poleg internih koristi, kot sta izboljšana učinkovitost in znižanje stroškov, podjetje s temi inovacijami krepi svoj položaj na trgu in odpira možnosti za nadaljnji razvoj. V prihodnje bi lahko podjetje nadgradilo svoje sisteme z naprednimi tehnologijami, kot sta umetna

inteligenca in navigacija brez začrtane poti, ter avtomatizacijo razširilo na dodatne logistične in proizvodne procese. Tovrstni razvoj bi omogočil še večjo konkurenčnost, prilagodljivost in trajnostno naravnost, kar je ključno za uspešno delovanje v dinamičnem poslovnem okolju.

SEZNAM KLJUČNE LITERATURE

1. Radivojević, G. in Milosavljević, L. (2019). The concept of logistics 4.0. V *4th Logistics international conference* (str. 283–292). Logic. https://logic.sf.bg.ac.rs/wp-content/uploads/LOGIC_2019_ID_32.pdf
2. Razvoj brezžičnega omrežja AGV. (2024). *IRT 3000*, 150(19), 110–111. https://issuu.com/irt3000/docs/irt3000_150/110
3. Rogelj, P., Bračić Lotrič, M. in Zajc, B. (2011). Varnostni laserski skener za avtomatizirana vozila za transport materiala. *IRT 3000*, 36(6), 78–82. https://issuu.com/irt3000/docs/irt3000_036
4. Shah, S., Logiotatopoulou, I. in Menon, S. (2019). Industry 4.0 and autonomous transportation: the impacts on supply chain management. *International Journal of Transportation Systems*, 4, 45–50. <https://core.ac.uk/download/pdf/301021952.pdf>
5. Taş, Ü. (2023). Case study of intralogistics in the framework of logistics 4.0. *International Journal of Automotive Science and Technology*, 7(1), 18–24. <https://doi.org/10.30939/ijastech..1215381>

LITERATURA IN VIRI

1. AX elektronika. (2020, 4. februar). *Pet razlogov za avtomatizacijo notranje logistike z avtonomnimi mobilnimi roboti*. <https://svet-me.si/29-36/#>
2. Izbrano podjetje (2024). *Notranja logistika v izbranem podjetju* (interno gradivo). Izbrano podjetje.
3. Kaltnekar, Z. (1993). *Logistika v proizvodnem podjetju*. Moderna organizacija.
4. Knez, M., Cedilnik, M. in Semolič, B. (2007). *Logistika in poslovanje logističnih podjetij*. Fakulteta za logistiko.
5. Križman, A. in Križman, D. (2008). *Logistika v gospodarskih družbah*. Zavod IRC.
6. Mobile Industrial Robots. (brez datuma). *AMR vs AGV - key differences explained*. <https://mobile-industrial-robots.com/blog/agv-vs-amr-whats-the-difference>
7. Oblak, H. (1997). *Mednarodna poslovna logistika*. Ekonomsko-poslovna fakulteta.
8. Pavlin, C. (2014, 14. november). *Vlačilci za hitro preskrbo skladišč in proizvodnih linij*. <https://old.delo.si/gospodarstvo/podjetja/vlaci-za-hitro-preskrbo-skladisc-in-proizvodnih-linij.html>
9. Radivojević, G. in Milosavljević, L. (2019). The concept of logistics 4.0. V *4th Logistics international conference* (str. 283–292). Logic.
10. Razvoj brezžičnega omrežja AGV. (2024). *IRT 3000*, 150(19), 110–111.

11. Rogelj, P., Bračič Lotrič, M. in Zajc, B. (2011). Varnostni laserski skener za avtomatizirana vozila za transport materiala. *IRT 3000*, 36(6), 78–82.
12. Shah, S., Logiotatopoulou, I. in Menon, S. (2019). Industry 4.0 and autonomous transportation: the impacts on supply chain management. *International Journal of Transportation Systems*, 4, 45–50.
13. Šprohar, N. (2021, 20. april). *Notranja logistika: prihodnost bo električna, avtomatizirana in digitalizirana*. <https://www.ekodezela.si/eko-revija-promet/notranja-logistika-prihodnost-bo-elektricna-avtomatizirana-in-digitalizirana/>
14. Štor, M., Mušinovič, F. in Urbanč, B. (2011). *Sodobni transport in logistika* (2. izd.). Fakulteta za komercialne in poslovne vede.
15. Taš, Ÿ. (2023). Case study of intralogistics in the framework of logistics 4.0. *International Journal of Automotive Science and Technology*, 7(1), 18–24.
16. TPV Automotive d. o. o. (brez datuma). *Avtomatizirana proizvodna logistika z AGV*. <https://www.tpv-automotive.si/si/o-nas/industrija-4-0/avtomatizirana-proizvodna-logistika-z-agv/>
17. Villboss. (brez datuma). *Vlečna vozila*. https://www.vilboss.si/Vlecna_vozila/
18. Xiamen Liteng Engineering Machinery. (2022, 24. april). *Popularna znanost: razumeti vpliv avtomatizacije skladišča na logistiko*. <https://si.goodloader.com/info/popular-science-understand-the-impact-of-ware-69684729.html>