



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Logistično inženirstvo
Modul: Poslovna logistika

**OPTIMIZACIJA LOGISTIČNIH PROCESOV
S POMOČJO SODOBNIH TEHNOLOGIJ:
PRIMERJAVA AVTOMATIZACIJE IN
ROČNEGA DELA**

Mentor: spec. Jošt Šmajdek, dipl. inž. tehnol.
prom.
Lektorica: Metka Bartol, prof. slov. in špan.

Kandidat: Denis Mehić

Kranj, julij 2025

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju spec. Joštu Šmajdku, dipl. inž. tehnol. prom. za pomoč, nasvete in usmeritev pri pisanju diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi lektorici ge. Metki Bartol, prof. slov in špan., ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

Lepo bi se zahvalil moji družini, ki me je podpirala pri pisanju diplomske naloge.

IZJAVA

Študent Denis Mehić izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom spec. Jošta Šmajdka., dipl. inž. tehnol. prom.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne: _____

Podpis: _____

POVZETEK

V diplomski nalogi smo v uvodu definirali problem, ki ga bomo obravnavali, določili cilje naloge in predstavili okolje, ki bo raziskano v njej. V nalogi smo se omejili na raziskavo avtomatiziranih in ročnih procesov v skladiščih. Pri pisanju naloge sta bili uporabljeni dve metodi, in sicer na začetku naloge opisna, v nadaljevanju pa analitična metoda. V prvem delu naloge smo pisali splošno o logistiki in skladiščnih dejavnostih ter pomenu logistike v sodobnem gospodarstvu. V nadaljevanju naloge smo pisali o tehnološkem napredku in inovacijah v skladiščnem poslovanju, primerjali smo avtomatizacijo in ročne procese. Za primer dobre prakse smo analizirali avtomatizirano skladišče podjetja Hella Saturnus d.o.o. ter ročno skladišče podjetja Merkur trgovina d.o.o. Na koncu naloge smo pisali še o učinkovitosti implementacije sodobnih tehnologij v skladiščih, učinkovitosti ročnih procesov ter o primerjavi učinkovitosti med avtomatiziranimi in ročnimi skladišči.

KLJUČNE BESEDE

- sodobno poslovno okolje
- skladišče
- avtomatizacija
- avtomatizirani procesi
- ročni procesi
- RFID
- WMS
- AGV
- AMR
- AS/RS
- IOT
- ERP

SUMMARY

In the introduction of the thesis, we defined the problem that we will address, determined the objectives of the task and presented the environment that will be investigated in the task. In the task, we limited ourselves to researching automated and manual processes in warehouses. Two methods were used when writing the task, namely a descriptive method at the beginning of the task and an analytical method in the following. In the first part of the task, we wrote generally about logistics and warehouse activities and the importance of logistics in the modern economy. In the following part of the task, we wrote about technological progress and innovations in warehouse operations, and compared automation and manual processes. As an example of good practice, we analyzed the automated warehouse of the company Hella Saturnus d.o.o. and the manual warehouse of the company Merkur trgovina d.o.o. At the end of the task, we wrote about the effectiveness of implementing modern technologies in warehouses, the effectiveness of manual processes and a comparison of the effectiveness between automated and manual warehouses.

KEYWORDS

- Modern business environment
- Warehouse
- Automation
- Automatic processes
- Manual processes
- RFID
- WMS
- AGV
- AMR
- AS/RS
- IOT
- ERP

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	Predstavitev problema	1
1.2	Cilji naloge	1
1.3	Predstavitev okolja	1
1.4	Predpostavke in omejitve.....	3
1.5	Metode dela.....	3
2	LOGISTIKA IN SKLADIŠČNE DEJAVNOSTI	4
2.1	Pomen logistike v sodobnem gospodarstvu	4
2.2	Osnovni logistični procesi v skladiščih	4
2.2.1	Prevzem blaga.....	4
2.2.2	Skladiščenje	6
2.2.3	Komisioniranje.....	7
2.2.4	Pakiranje in odprema.....	8
2.3	Avtomatizacija v skladiščih	9
2.3.1	Definicija in vrsta avtomatizacije	9
2.3.2	Tehnologije, uporabljene v avtomatiziranih skladiščih.....	10
2.3.2.1.	Avtomatsko vodena vozila	10
2.3.2.2.	Avtomatski regalni sistemi	11
2.3.2.3.	Avtonomni mobilni roboti	12
2.3.2.4.	Sistem za upravljanje skladišč	13
2.3.2.5.	Radiofrekvenčna identifikacija	14
2.3.2.6.	Internet stvari.....	14
2.4	Tehnološki napredek in inovacije v skladiščnem poslovanju	15
2.4.1	Sodobne tehnologije in njihov vpliv na optimizacijo.....	15
3	PRIMERJAVA AVTOMATIZACIJE IN ROČNIH PROCESOV	16
3.1	Značilnosti/prednosti avtomatizacije	16
3.1.1	Hitrost in natančnost.....	16
3.1.2	Zmanjšanje napak in izboljšanje kakovosti	16
3.1.3	Vpliv na stroške delovne sile.....	17
3.2	Slabosti avtomatizacije	18
3.2.1	Visoki začetni stroški	18
3.2.2	Prilagodljivost	19
3.2.3	Vpliv na zaposlovanje	19
3.3	Prednosti in slabosti ročnih procesov	20
3.3.1	Prednosti ročnih procesov v skladišču	20
3.3.2	Slabosti ročnih procesov v skladišču	20
4	PRIMERA DOBRE PRAKSE.....	22
4.1	Skladišče z visoko stopnjo avtomatizacije	22

4.1.1	Hella Saturnus Slovenija – Nov, sodoben logistični center z avtomatiziranim visokoregalnim skladiščem	22
4.2	Skladišče z ročnimi procesi	24
4.2.1	Centralno skladišče in skladišča v maloprodaji v podjetju Merkur trgovina d.o.o.	24
4.3	Učinkovitost implementacije sodobnih tehnologij v skladiščih	25
4.4	Učinkovitost ročnih procesov v skladiščih	25
4.5	Primerjava učinkovitosti med avtomatiziranimi skladišči in ročnimi skladišči	26
5	ZAKLJUČEK	27
5.1	Priporočila in nadaljevanje raziskave	27
6	LITERATURA IN VIRI	29

KAZALO SLIK

Slika 1: Avtomatizirano skladišče Lek v Lendavi	2
Slika 2: Avtomatizirano visokoregalno skladišče Hella Saturnus	2
Slika 3: Viličar na grobem prevzemu	5
Slika 4: Viličar na finem prevzemu	5
Slika 5: Visokoregalni viličar za vlaganje palet v visoke regale.....	6
Slika 6: Viličar za vlaganje palet v regale	6
Slika 7: Komisionirni voziček	7
Slika 8: Komisionirna košara	7
Slika 9: Viličar na odpremi	8
Slika 10: Viličar Still, AGV	10
Slika 11: Tračni sistem Temesist AS/RS	11
Slika 12: Sistem Miniload AS/RS	11
Slika 13: Vozila s platformo Kuka AMR.....	12
Slika 14: Koboti Kuka.....	12
Slika 15: Diagram WMS.....	13
Slika 16: Prenosni terminal	24
Slika 17: Ročni baterijski viličar	24

KRATICE IN AKRONIMI

AGV – automated guided vehicle

AMR – autonomous mobile robots

RFID – radio frequency identification

WMS – warehouse management system

AS/RS – automatic storage/retrieval system

ERP – enterprise resource planning

1 UVOD

1.1 Predstavitev problema

V sodobnem poslovnem okolju, kj se konkurenca zaostre in so pričakovanja kupcev vse višja, postaja optimizacija logističnih procesov ključnega pomena za uspešno poslovanje podjetij. Skladišča kot osrednji del logističnega sistema imajo pomembno vlogo pri zagotavljanju pravočasne, natančne in stroškovno učinkovite oskrbe. Tehnološki razvoj omogoča uvajanje naprednih rešitev, kot so avtomatski sistemi za shranjevanje in iskanje AS/RS, roboti AMR, vozila brez voznika AGV in sodobni informacijski sistemi WMS. Kljub temu številna podjetja še vedno uporabljajo tradicionalne ročne metode zaradi nižjih začetnih stroškov, večje prilagodljivosti in cenejše delovne sile. V podjetjih se soočajo z dilemo, ali investirati v avtomatizacijo skladišč, ki dolgoročno prinaša večjo učinkovitost, ali ostati pri ročnih skladiščih, ki so sicer manj učinkovita, a bolj prilagodljiva in zahtevajo manjše začetne vložke. V nalogi bomo obravnavali vpliv obeh pristopov na delovne procese, stroške, natančnost in organizacijo dela v skladišču.

1.2 Cilji naloge

Cilj diplomske naloge je raziskati vpliv sodobnih tehnologij na optimizacijo skladiščnih procesov. V nalogi si bomo prizadevali primerjati avtomatizirane in ročne postopke glede na učinkovitost, stroške in zanesljivost. Poseben poudarek bo na prepoznavanju prednosti in slabosti obeh pristopov. V teoretičnem delu bomo predstavili ključne tehnologije: WMS (warehouse management), RFID (radio frequency identification), AGV (automated guided vehicles), AMR (automated robot vehicles) in AS/RS (automatic storage/retrieval system).

1.3 Predstavitev okolja

Naloga obravnava področje skladiščne logistike v kontekstu sodobnega poslovnega okolja, kjer podjetja iščejo načine za večjo učinkovitost in odzivnost oskrbovalnih verig. Okolje raziskovanja zajema predvsem srednje velika in velika podjetja, ki se soočajo s povečanimi zahtevami v hitrosti dostave, natančnosti komisioniranja ter stroškovni učinkovitosti. Analiza temelji na splošnih značilnostih delovanja skladišč v različnih panogah, pri čemer je v ospredju vprašanje, kako sodobne tehnologije vplivajo na optimizacijo skladiščnih procesov. Ob upoštevanju trendov, kot so digitalizacija, avtomatizacija, pomanjkanje delovne sile in vse večje zahteve po sledljivosti, naloga preučuje primerjavo med avtomatiziranimi in ročnimi pristopi v tipičnem logističnem okolju.

Lek d.d.

Farmacevtsko podjetje, ki uporablja avtomatizirano skladišče z visokoregalnim sistemom in integracijo z WMS.



*Slika 1: Avtomatizirano skladišče Lek v Lendavi
(Vir: Delo, 2015)*

Hella Saturnus Slovenija d.o.o.

Podjetje, ki se ukvarja s proizvodnjo žarometov, je postavilo sodoben logistični center z avtomatiziranim visokoregalnim skladiščem.



*Slika 2: Avtomatizirano visokoregalno skladišče Hella Saturnus
(Vir: Finance, 2023)*

1.4 Predpostavke in omejitve

Pri pisanju diplomske naloge se bomo osredotočali na procese v skladiščih. Obravnavali bomo avtomatizacijo procesov, ročne procese in izdelali primerjalno analizo. Uporabljali bomo javno dostopne spletne vire.

1.5 Metode dela

Pri pisanju diplomske naloge bomo uporabili različne metode in orodja, ki nam bodo omogočili temeljito analizo skladiščnih procesov. Prvi korak bo opisna metoda, ki bo omogočila podroben pregled osnov logistike in optimizacije sodobnih tehnologij v skladišču. Za analizo obstoječih rešitev bomo uporabili primerjalno analizo, s katero bomo primerjali avtomatizirane in ročne procese v skladiščih. Metoda bo vključevala tudi opisno analizo prednosti in slabosti obeh pristopov ter njihove vplive na stroške, čas in natančnost.

2 LOGISTIKA IN SKLADIŠČNE DEJAVNOSTI

2.1 Pomen logistike v sodobnem gospodarstvu

Logistika ima v sodobnem gospodarstvu ključno vlogo, saj omogoča nemoteno povezovanje vseh faz oskrbovalne verige – od pridobivanja surovin do dostave končnih izdelkov uporabnikom. Njena osnovna naloga je zagotoviti učinkovit, pravočasen in strokovno optimiziran pretok blaga, informacij in storitev. V razmerah vse večje globalne konkurence, razpršenih trgov in naraščajočih pričakovanj kupcev postaja logistika eden od ključnih dejavnikov za doseganje poslovne uspešnosti. Dobro organizirani logistični procesi vplivajo na zmanjšanje stroškov, povečanje zanesljivosti dobav, skrajšanje dobavnih rokov ter večjo prilagodljivost podjetij. Poleg tega logistika pomembno prispeva k večji preglednosti poslovanja, boljšemu upravljanju zalog in hitrejšemu odzivanju na spremembe v povpraševanju. Zaradi vsega naštetega je logistika danes strateškega pomena za vsa podjetja, ki želijo delovati uspešno, učinkovito in konkurenčno na dinamičnem trgu.

2.2 Osnovni logistični procesi v skladiščih

Skladišča predstavljajo ključno točko v oskrbovalni verigi, saj omogočajo začasno shranjevanje in pripravo blaga za nadaljnjo uporabo ali distribucijo. V njih potekajo različni logistični procesi, ki so med seboj povezani in vplivajo na učinkovitost celotnega skladišča.

2.2.1 Prevoz blaga

Proces prevzemanja blaga vključuje identifikacijo blaga, kjer izdelajo ustrezne prevzemne dokumente, na podlagi katerih se potem izvede proces prevzema. Ko so dokumenti pripravljeni, gre blago na raztovarjanje na določene razkladalne rampe, kamor dobavitelj dostavi pripravljeno in povito blago na nestandardnih in evropaletah, v primeru manjših dobav pa je blago dostavljeno v kartonskih embalažah. Ko so palete/kartoni razloženi, se pozicionirajo na lokacijah na grobem prevzemu v skladišču. S tem je postopek grobega prevzema končan. Prevzemnik, ki je zadolžen za fino prevzemanje blaga, prejme dokument za prevzem, da na prevzemnem dokumentu lahko preveri, na kateri poziciji na grobem prevzemu je blago in v koliko transportnih enotah je prispelo. Blago potem odpelje na fini prevzem, kjer ga sortira po EAN kodah. V kolikor gre za večje količine blaga, ga pozicionira na evropalete, ki se potem vlagajo v visoke regale. Blago v manjših količinah pozicionirajo na transportne vozičke, ki jih potem odpeljejo v manjše regale in blago odlagajo na odlagalna mesta v teh regalih. Ko je celotna dobava blaga pozicionirana na odlagalna mesta, se proces finega prevzemanja lahko zaključi. V primerih, ko dobavljene količine niso skladne s količinami na dobaviteljevi dobavnici, se kreira reklamacijski

zapisnik. Pri celotnem procesu prevzemanja (grobi, fini) se uporablja prenosni terminal.



Slika 3: Viličar na grobem prevzemu
(Vir: Still, 2025)



Slika 4: Viličar na finem prevzemu
(Vir: Still, 2025)

2.2.2 Skladiščenje

Po finem prevzemu blaga je na vrsti vlaganje blaga bodisi v visoke regale, klasične regale ali v manjše regale ter regale s predali. Za odlaganje blaga v regale se uporabljajo različni tipi viličarjev. Pri skladiščenju je zelo pomembno, da se upoštevajo tudi lastnosti blaga, saj neustrezno skladiščenje lahko privede do poškodb blaga. V notranjem delu skladišča skladiščimo belo tehniko, elektronske naprave, električna in ročna orodja. V zunanjem delu skladišča lahko skladiščimo avtomobilske prikolice, kamine, wpc-plošče, alkatenske in drenažne cevi ter podobno. V kolikor ima podjetje tudi šotore, lahko v njih skladišči blago, ki je odporno proti mrazu, vendar ne sme biti na prostem. Podjetja, ki skladiščijo blago, morajo redno izvajati kontrole zalog. Zaloge se pregledujejo z inventuro bodisi na letni ali permanentni ravni (zaloge se štejejo neprekinjeno). V podjetjih, ki imajo veliko različnih artiklov v skladišču, je smiselno imeti hrambni oddelek, ki se ukvarja z uravnavanjem zalog, urejanjem skladiščnih kapacitet in odpisi blaga ter drugimi posebnimi procesi.



*Slika 5: Visokoregalni viličar za vlaganje palet v visoke regale
(Vir: Still, 2025)*



*Slika 6: Viličar za vlaganje palet v regale
(Vir: Still, 2025)*

2.2.3 Komisioniranje

Ko je blago odloženo v regalih in so zaloge poknjižene v sistemu, se lahko začne proces komisioniranja. Ko kupec blago naroči, se ustvari naročilo v sistemu. Na podlagi tega naročila planerji v skladišču kreirajo komisionirne liste, ki so potem razporejeni med delavce, ki komisionirajo blago. Delavci komisionirajo blago z uporabo prenosnega terminala, kot osnovne pripomočke pa uporabljajo ročne vozičke, komisionirne košare, regalne (glej sliko 6) in visokoregalne viličarje (glej sliko 5).



Slika 7: Komisionirni voziček
(Vir: Perfect Move, 2025)



Slika 8: Komisionirna košara
(Vir: Still, 2025)

2.2.4 Pakiranje in odprema

Ko se proces komisioniranja zaključi, pride na vrsto pakiranje blaga. Blago se pakira v vrečke, kartone različnih velikosti in večje kartonske zaboje dimenzij, ki ustrezajo evropaletam. Delavci na odpremi potem pripravljene pakete zbirajo in jih združujejo v večje transportne enote (vez, paleta) ter jih ustrezno povijajo z veznimi trakovi ali stretch folijo. Ko so palete pripravljene za transport, se jih opremi z nalepko, ki vsebuje podatke o relaciji, številko naloga, po katerem je bilo blago pripravljeno, datum in uro izpisa nalepke. Paleta se potem odpelje na razkladalno rampo, od koder se potem naloži na tovornjak, ki blago odpelje k naročniku. Za proces pakiranja in odpreme se uporablja prenosni terminal.



*Slika 9: Viličar na odpremi
(Vir: Still, 2025)*

2.3 Avtomatizacija v skladiščih

2.3.1 Definicija in vrsta avtomatizacije

Avtomatizacija pomeni uvajanje tehnologij in sistemov, ki omogočajo izvajanje nalog brez neposrednega človeškega posredovanja, in sicer z namenom povečanja produktivnosti, natančnosti in varnosti ter zmanjšanja stroškov in napak.

V skladiščnem okolju avtomatizacija obsega širok spekter rešitev – od avtomatskih transportnih sistemov, robotov za komisioniranje, avtomatskih regalnih sistemov (ASRS) pa vse do programske podpore, kot je WMS.

Mehanska avtomatizacija je uporaba fizičnih naprav, kot so transportni trakovi, dvigala, sortirni sistemi. Mehanska avtomatizacija omogoča premikanje in razvrščanje blaga brez ročnega dela.

Informacijska avtomatizacija je uporaba informacijskih sistemov, kot so sistemi WMS, ERP in RFID. Omogoča spremljanje zalog, vodenje skladiščnih nalog in povezavo s transportom.

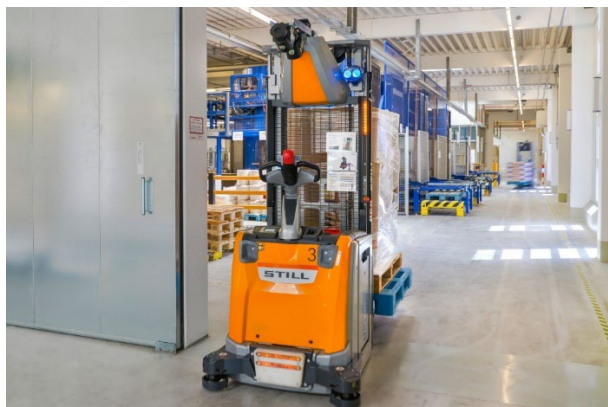
Robotska avtomatizacija pomeni uporabo industrijskih robotov, kobotov ali spremljevalnih robotov (AGV, AMR) za komisioniranje, nalaganje, razkladanje. Zmanjšuje fizično delo in povečuje hitrost ter natančnost.

Avtomatizirani regalni sistemi (ASRS) so visokoregalna skladišča z računalniško vodenimi žerjavi in vozili shuttle. Omogočajo skladiščenje na zelo majhnem prostoru in hitre premike blaga.

2.3.2 Tehnologije, uporabljene v avtomatiziranih skladiščih

2.3.2.1. Avtomatsko vodena vozila

Avtomatsko vodena vozila (AGV) so samovozeči transportni sistemi, namenjeni avtomatiziranemu premikanju materialov v skladiščih, proizvodnih halah in distribucijskih centrih. Vozila delujejo brez človeškega nadzora, pri čemer uporabljajo različne navigacijske tehnologije, kot so sledenje magnetnim trakom, lasersko vodenje (LIDAR) ali vizualna navigacija s kamerami. AGV-sistemi omogočajo učinkovito, varno in ponovljivo izvajanje notranjega transporta, saj so integrirani z informacijskimi sistemi, kot so WMS ali ERP, kar omogoča sprotno usklajevanje nalog. Med njihovimi prednostmi izstopajo zanesljivost, zmanjšanje ročnega dela, možnost delovanja 24/7 ter zmanjšano tveganje za napake in poškodbe. Kljub temu pa uporaba tehnologije AGV zahteva višje začetne investicije, ustrezno vzdrževanje in prilagojeno delovno okolje. Tehnologija AGV postaja pomemben del sodobne avtomatizacije skladišč, zlasti v podjetjih z visokimi zahtevami po pretočnosti in zanesljivosti procesov.



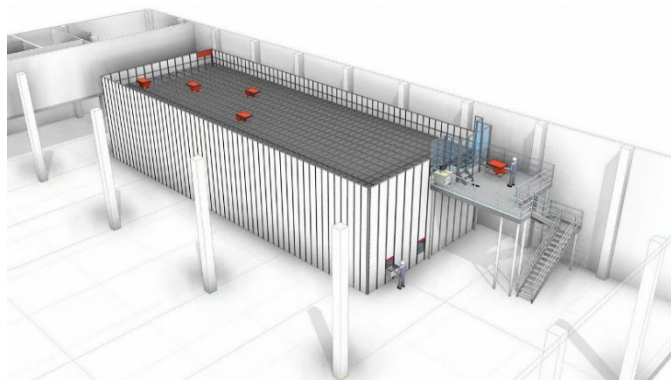
*Slika 10: Viličar Still, AGV
(Vir: Still, 2025)*

2.3.2.2. Avtomatski regalni sistemi

Avtomatski regalni sistemi (AS/RS – Automated Storage and Retrieval Systems) predstavljajo napredno tehnološko rešitev za avtomatizirano skladiščenje in prevzemanje blaga. Gre za računalniško vodene sisteme, ki s pomočjo žerjavov, dvigal ali manipulatorjev samodejno shranjujejo in pridobivajo enote skladiščenja iz visokoregalnih skladišč. AS/RS omogočajo visoko stopnjo izrabe skladiščnega prostora v višino, natančno sledenje zalagam in znatno zmanjšanje človeškega posredovanja pri manipulaciji z blagom. Sistemi so pogosto integrirani z informacijskimi rešitvami, kot je WMS, kar omogoča usklajeno in optimizirano delovanje celotnega skladišča. Glavne prednosti vključujejo hitro obdelavo naročil, zmanjšanje napak, povečano varnost ter znižanje stroškov dela na dolgi rok. Med slabosti pa sodijo visoki stroški investicije, kompleksnost vgradnje in potreba po natančnem načrtovanju skladiščne infrastrukture. Sistemi AS/RS so še posebej primerni za velika skladišča z veliko prometa, kjer sta pomembni zanesljivost in hitrost obdelave.



Slika 11: Tračni sistem Temesist AS/RS
(Vir: Temesist, 2024)



Slika 12: Sistem Miniload AS/RS
(Vir: Swisslog, 2025)

2.3.2.3. Avtonomni mobilni roboti

Avtonomni mobilni roboti (AMR – Autonomous Mobile Robots) so sodobni robotski sistemi, namenjeni avtomatizaciji notranjega transporta v skladiščih in proizvodnih okoljih. V nasprotju z vozili AGV, ki sledijo vnaprej določenim potem, AMR uporabljajo napredne senzorske in navigacijske tehnologije (npr. LIDAR, kamere, umetna inteligenca) za dinamično zaznavanje okolice in prilagajanje poti v realnem času. Roboti AMR se lahko samostojno izogibajo oviram, delujejo v sodelovanju z zaposlenimi (kot koboti) in omogočajo visoko stopnjo fleksibilnosti pri premeščanju blaga med skladiščnimi lokacijami. Prednosti te tehnologije vključujejo hitro implementacijo, prilagodljivost postavitvi skladišča, zmanjšanje fizične obremenitve zaposlenih ter izboljšanje pretočnosti procesov. Slabosti pa so višji stroški naprednejših modelov, potreba po stabilni brezžični infrastrukturi ter morebitna kompleksnost pri integraciji v obstoječe sisteme. Zaradi svoje prilagodljivosti so roboti AMR posebej primerni za skladišča z raznovrstno strukturo poti in pogostimi spremembami postavitev.



*Slika 13: Vozila s platformo Kuka AMR
(Vir: Kuka, 2025)*



*Slika 14: Koboti Kuka
(Vir: Kuka, 2025)*

2.3.2.4. Sistem za upravljanje skladišč

WMS (Warehouse Management System) je namenski informacijski sistem, ki omogoča celovito upravljanje vseh skladiščnih procesov – prevzem blaga, skladiščenje, komisioniranje, odpremo, hrambo in vodenje zalog. S sistemom lahko nadziramo skladišče, saj v realnem času sledi lokacijam artiklov, optimizira poti komisioniranja, avtomatizira naloge in omogoča boljšo izrabo prostora ter osnovnih sredstev. WMS je pogosto integriran z drugimi poslovnimi sistemi, kot sta ERP in TMS, ter z avtomatiziranimi skladiščnimi napravami (npr. AGV, AS/RS, AMR), kar omogoča visoko raven koordinacije in učinkovitosti. Med glavne prednosti sodijo zmanjšanje napak pri skladiščenju, povečanje hitrosti komisioniranja, natančnejše zaloge ter boljša sledljivost in preglednost nad dogajanjem v skladišču. Uvedba WMS sicer zahteva začetno investicijo, prilagoditev procesov in usposabljanje kadra, vendar dolgoročno prinaša pomembne prihranke in konkurenčne prednosti. Sistemi WMS so danes nepogrešljiv del sodobne logistike in ključni za digitalizacijo skladiščnega poslovanja.



Slika 15: Diagram WMS
(Vir: Muvum, 2023)

2.3.2.5. Radiofrekvenčna identifikacija

RFID (Radio Frequency Identification) je tehnologija za brezkontaktno identifikacijo in sledenje izdelkom, ki v skladiščih omogoča natančnejše, hitrejše in zanesljivejše beleženje pretoka blaga. Sistem temelji na uporabi oznak RFID (čipov) in čitalnikov, ki s pomočjo radijskih valov zaznavajo informacije o označenih artiklih. V nasprotju s črtno kodo RFID omogoča sočasno branje več enot, delovanje brez neposredne vidne linije ter boljšo avtomatizacijo postopkov prevzema, komisioniranja in odpreme. RFID se pogosto uporablja v povezavi s sistemi WMS, saj omogoča realno časovno spremljanje zalog, zmanjšanje napak in povečanje sledljivosti v oskrbovalni verigi. Prednosti vključujejo hitrost, zmanjšanje ročnega dela, natančnost podatkov in zmanjšano izgubljanje ali zamenjavo blaga. Slabosti pa so višji stroški oznak in čitalnikov RFID ter potreba po prilagoditvi informacijski infrastrukturi. Kljub temu postaja RFID v logistiki vse bolj razširjena tehnologija, zlasti v okoljih z velikim obsegom zalog in visokimi zahtevami po sledljivosti.

2.3.2.6. Internet stvari

IoT (Internet of Things) oziroma internet stvari predstavlja tehnologijo, pri kateri so fizične naprave, senzorji in sistemi povezani v omrežje ter med seboj komunicirajo in izmenjujejo podatke. V skladiščni logistiki IoT omogoča pametno spremljanje in upravljanje skladiščnih procesov v realnem času. Tipični primeri uporabe vključujejo senzorje za spremljanje temperature, vlage, položaja in gibanja blaga, pametne regale, opozorila o napakah ali zastoju sistemov ter povezljivost naprav s sistemi WMS ali ERP. Glavne prednosti IoT v skladišču so večja preglednost nad procesi, hitrejše zaznavanje težav, boljše odločanje na podlagi podatkov ter večja avtomatizacija in varnost. Prav tako IoT omogoča napovedno vzdrževanje, kar pomeni, da sistem zazna nepravilnosti še pred okvaro. Slabosti vključujejo zahteve po varnosti podatkov, kompleksno integracijo ter potrebo po stabilni in zaščiteni omrežni infrastrukturi. Kljub izzivom se IoT hitro uveljavlja kot nepogrešljiv del digitalne preobrazbe skladišč in industrije 4.0.

2.4 Tehnološki napredek in inovacije v skladiščnem poslovanju

2.4.1 Sodobne tehnologije in njihov vpliv na optimizacijo

Sodobne tehnologije v skladiščni logistiki imajo ključno vlogo pri optimizaciji procesov, saj omogočajo hitrejša, natančnejša in stroškovno učinkovitejša izvajanja nalog. Tehnologije, kot so avtomatsko vodena vozila (AGV), avtonomni mobilni roboti (AMR), avtomatski regalni sistemi (AS/RS), sistemi WMS, označevanje RFID in rešitve IoT, prispevajo k izboljšanju vsake faze skladiščnega delovanja – od prevzema in skladiščenja do komisioniranja in odpremljanja. Njihov vpliv se kaže v zmanjšanju potreb po ročnem delu, nižji stopnji napak, boljši sledljivosti, hitrejši obdelavi naročil ter večji varnosti zaposlenih. Informacijske rešitve, kot je WMS, dodatno omogočajo optimizacijo poti, razporejanje nalog in analizo učinkovitosti, medtem ko senzorji IoT zagotavljajo natančne podatke za sprotno odločanje. Z uvajanjem teh tehnologij podjetja pridobijo večjo stabilnost procesov, boljšo odzivnost na tržne spremembe in zmožnost skaliranja glede na potrebe poslovanja. Vpliv sodobnih tehnologij na optimizacijo se tako izraža v celostnem izboljšanju delovanja skladišča in večji konkurenčnosti podjetja.

3 PRIMERJAVA AVTOMATIZACIJE IN ROČNIH PROCESOV

3.1 Značilnosti/prednosti avtomatizacije

Avtomatizacija v skladiščih se nanaša na uporabo tehnologij in sistemov, ki omogočajo samodejno izvajanje skladiščnih nalog brez neposrednega človeškega posredovanja. Njene glavne značilnosti so natančnost, ponovljivost, visoka zmogljivost in informacijska podprtost. Avtomatizirani sistemi, kot so AGV, AS/RS, WMS in roboti za komisioniranje, omogočajo stalno delovanje (24/7), pri čemer zmanjšujejo napake, pospešujejo pretok blaga in izboljšujejo nadzor nad zalogami. Pomembna značilnost avtomatizacije je tudi povezanost s podatkovnimi sistemi, ki omogočajo realnočasovno spremljanje procesov in hitrejše odločanje. Po navadi avtomatizacija pogosto zahteva višjo začetno investicijo, a prinaša dolgoročne prihranke pri stroških dela, izboljšano varnost zaposlenih in večjo zanesljivost procesov. Avtomatizirani sistemi so zasnovani za ponovljive, rutinske naloge, kar jim omogoča visoko produktivnost, a obenem omejuje njihovo prilagodljivost pri nepredvidenih situacijah.

3.1.1 Hitrost in natančnost

Avtomatizacija bistveno prispeva k povečanju hitrosti in natančnosti skladiščnih procesov. Avtomatski sistemi, kot so transportni trakovi, AGV, AS/RS in roboti za komisioniranje, omogočajo stalno, ponovljivo in optimizirano gibanje blaga, brez prekinitev ali upočasnitev, značilnih za ročno delo. Hitrost izvajanja nalog se poveča zaradi krajših ciklov prevzema, premikov in komisioniranja, pri čemer so poti in zaporedja nalog vnaprej optimizirani s pomočjo informacijskih sistemov (npr. WMS). Poleg hitrosti avtomatizacija zagotavlja tudi visoko stopnjo natančnosti, saj se naloge izvajajo po vnaprej določenih pravilih brez tveganja za človeške napake, kot so napačno prebrani artikli ali napačne količine. Te lastnosti prispevajo k manj reklamacijam, večji zanesljivosti dobav in večjemu zadovoljstvu strank. Hkrati omogočajo tudi sledljivost in sprotno preverjanje podatkov, kar dodatno izboljša kakovost skladiščnega upravljanja. Avtomatizacija tako bistveno presega omejitve ročnega dela, zlasti v okoljih z visokim obsegom operacij in nizko toleranco za napake.

3.1.2 Zmanjšanje napak in izboljšanje kakovosti

Ena ključnih prednosti avtomatizacije v skladiščni logistiki je znatno zmanjšanje napak, ki so sicer pogoste pri ročnih postopkih, kot so napačno komisioniranje, zamenjava artiklov, nepravilno označevanje ali netočne zaloge. Avtomatizirani sistemi delujejo na podlagi standardiziranih in programiranih postopkov, kar pomeni, da vsako nalogo izvajajo enako – brez utrujenosti, motenj pozornosti ali pomanjkljivega

znanja, ki se pogosto pojavljajo pri človeškem delu. Uporaba tehnologij, kot so WMS, RFID, čitalniki črtnih kod in avtomatski komisionirni roboti, omogoča natančno identifikacijo artiklov, sprotno preverjanje nalog in sledenje blagu skozi celoten proces. Posledično se zmanjša število reklamacij, napačnih dobav in notranjih izgub, kar neposredno prispeva k višji kakovosti storitev in večjemu zadovoljstvu strank. Poleg tega avtomatizacija omogoča dosledno izvajanje nadzora, kar olajša zagotavljanje skladnosti s standardi kakovosti in notranjimi pravili podjetja.

3.1.3 Vpliv na stroške delovne sile

Avtomatizacija skladiščnih procesov pomembno vpliva na zmanjšanje stroškov delovne sile, saj nadomešča rutinska, fizično zahtevna in ponavljajoča se opravila z delovanjem strojev in sistemov. Tehnologije, kot so AGV, AMR, AS/RS in roboti za komisioniranje, prevzamejo naloge, ki bi jih sicer opravljalo večje število skladiščnikov, s čimer podjetja dolgoročno zmanjšajo potrebo po ročnem delu in z njim povezane stroške (plače, nadomestila, izmensko delo, bolniške odsotnosti ipd.). Hkrati avtomatizacija omogoča boljšo planiranost dela in nižjo fluktuacijo kadra, saj odpravi fizično najbolj obremenjujoče naloge. V fazi uvedbe so sicer prisotni višji začetni stroški za investicijo, usposabljanje in prilagoditev procesov, vendar se ti dolgoročno povrnejo z nižjo kadrovske odvisnostjo in stabilnejšimi obratovalnimi stroški. V nekaterih primerih avtomatizacija ne nadomešča ljudi povsem, temveč jih prerazporedi na nadzorne, servisne in podporne naloge, kar pomeni tudi povečanje produktivnosti na zaposlenega.

3.2 Slabosti avtomatizacije

Kljub številnim prednostim avtomatizacija skladišč prinaša tudi določene slabosti in izzive, ki jih je treba upoštevati pri odločanju za uvedbo tovrstnih rešitev. Ena največjih omejitev so visoki začetni stroški investicije, ki vključujejo nakup opreme, programske rešitve, prilagoditev infrastrukture in usposabljanje kadra. Avtomatizirani sistemi so pogosto tudi tehnično kompleksni, kar zahteva stalno vzdrževanje, IT-podporo in specializirano znanje. V primeru okvar lahko pride do zastojev, saj so procesi medsebojno močno povezani. Poleg tega avtomatizacija zmanjšuje prilagodljivost pri nenadnih spremembah procesov ali postavitve, kar je posebej pomembno v dinamičnih okoljih z raznovrstno strukturo izdelkov. Prisotna je tudi odvisnost od dobaviteljev in sistemov, kar povečuje tveganje dolgoročne vezanosti na določeno tehnologijo ali rešitev. Dodatno lahko uvedba avtomatizacije povzroči odpore med zaposlenimi, predvsem zaradi strahu pred izgubo delovnega mesta ali spremembo načina dela. Vse to pomeni, da mora biti uvedba avtomatizacije temeljito načrtovana, podprta z analizo stroškov in koristi ter prilagojena realnim potrebam podjetja.

3.2.1 Visoki začetni stroški

Ena ključnih omejitev avtomatizacije skladiščnih procesov so visoki začetni stroški investicije, ki pogosto predstavljajo največjo oviro za mala in srednje velika podjetja. Vložki vključujejo nakup ali razvoj strojne opreme (npr. AGV, AS/RS, roboti), namestitve in prilagoditev programske opreme (npr. WMS), fizično prenovo skladiščne infrastrukture, usposabljanje zaposlenih ter morebitno zunanjo strokovno podporo. Celoten strošek je odvisen od obsega avtomatizacije, stopnje kompleksnosti sistema in stopnje integracije z obstoječimi procesi. V določenih primerih znaša začetna investicija več sto tisoč ali celo več milijonov evrov, kar zahteva temeljito analizo stroškovne upravičenosti in oceno povračilne dobe (ROI). Čeprav avtomatizacija dolgoročno prinaša prihranke, je začetni vložek pogosto visoko tvegan za podjetja z omejenimi finančnimi viri ali nestanovitnim poslovnim okoljem. Zato je odločitev za avtomatizacijo smiselna predvsem v podjetjih, kjer je obseg skladiščnih operacij dovolj velik, da se investicija povrne v razumnem času.

3.2.2 Prilagodljivost

Prilagodljivost v logistiki pomeni sposobnost sistema, da se hitro in učinkovito odzove na spremembe v delovnem okolju, kot so spremembe v obsegu naročil, strukturi blaga, razporeditvi skladišča ali tržnih pogojih. Medtem ko avtomatizacija prinaša visoko stopnjo učinkovitosti in stabilnosti, je njena prilagodljivost pogosto omejena, zlasti v primerjavi z ročnimi procesi. Fiksna infrastruktura, kot so transportni trakovi, visokoregalni sistemi ali klasični AGV, je po navadi načrtovana za točno določen tok blaga in prostor, zato vsaka sprememba zahteva dodatne prilagoditve, nadgradnje ali celo reorganizacijo. V nasprotju s tem so sodobnejše rešitve, kot so AMR (avtonomni mobilni roboti) ali modularni sistemi WMS, zasnovane bolj fleksibilno in omogočajo lažje prilagajanje. Prilagodljivost je tako v veliki meri odvisna od izbranega tipa tehnologije, razsežnosti avtomatizacije in strategije podjetja. Ob neustreznem načrtovanju lahko togost avtomatiziranih sistemov postane ovira pri odzivanju na nove zahteve trga ali širitev poslovanja.

3.2.3 Vpliv na zaposlovanje

Uvajanje avtomatizacije v skladiščne procese pogosto sproža vprašanja o njenem vplivu na zaposlenost, saj avtomatski sistemi prevzemajo naloge, ki so jih tradicionalno opravljali skladiščni delavci. V določenih primerih avtomatizacija dejansko vodi do zmanjšanja števila delovnih mest, zlasti pri ponavljajočih se in fizično zahtevnih nalogah, kot so komisioniranje, premeščanje tovara in razvrščanje izdelkov. Vendar pa avtomatizacija ne pomeni nujno izgube delovnih mest, temveč pogosto vodi do spremembe narave dela. Zaposleni se prerazporedijo na nova delovna mesta, povezana z upravljanjem sistemov, nadzorom kakovosti, analitiko podatkov in tehničnim vzdrževanjem. Poleg tega se pojavi potreba po novih kompetencah, kot so digitalna pismenost, tehnično razumevanje in poznavanje informacijskih sistemov. V tem smislu avtomatizacija ustvarja tudi priložnosti za bolj kakovostna in manj obremenjujoča delovna mesta, vendar pod pogojem, da podjetje vlaga v usposabljanje in prilagajanje kadrov. Vpliv avtomatizacije na zaposlovanje je torej kompleksen in dvoplasten – lahko vodi v racionalizacijo kadrov, a hkrati odpira vrata novi strukturi zaposlovanja in razvoju poklicev prihodnosti.

3.3 Prednosti in slabosti ročnih procesov

3.3.1 Prednosti ročnih procesov v skladišču

Nizki stroški poslovanja

Ročni procesi v skladiščih ne potrebujejo visokih investicij za nemoteno poslovanje. Ni treba investirati v nakup drage regalne opreme, avtomatsko vodenih viličarjev in robotov ter sistema za vodenje zalog. Zaradi ročnih procesov v skladišču zaposlenih v skladišču ni treba izobraževati na način, kot bi bilo to potrebno v avtomatiziranih skladiščih.

Preprostejše prilagajanje razmeram na trgu

Podjetja, ki imajo ročna skladišča, se lažje odzovejo na spremembe na trgu, preprosteje spremenijo celoten asortiment, v kolikor je to potrebno. Lažje se tudi prilagodijo v primeru, ko se obseg naročil poveča ali zmanjša.

Večji nadzor kakovosti

Če z blagom manipulirajo zaposleni namesto robotov, hitreje lahko ugotovijo pomanjkljivosti na izdelkih, ki jih skladiščijo. Te prednosti avtomatizirana skladišča večinoma nimajo. Pri komisioniranju tako v večini primerov delo izvajajo ročno pri izdelkih višje vrednosti ali nestandardnih pakiranjih (ko je treba iz več enot sestaviti celoto).

Manjša odvisnost od infrastrukture IT

Ker podjetja z ročnimi procesi večinoma ne uporabljajo prenosnih terminalov pri prevzemanju, komisioniranju in izdaji blaga, niso odvisna od infrastrukture (brežžično omrežje, antene, vozlišče), ki je potrebna za uporabo sodobnih tehnologij, kot so prenosni terminal, tiskalnik za nalepke, računalnik.

3.3.2 Slabosti ročnih procesov v skladišču

Manjše zmogljivosti

V skladiščih z ročnimi procesi je obseg dela v celoti odvisen od števila zaposlenih, ki so v določenem dnevu v službi. V primeru, da so zaposleni odsotni zaradi bolniškega ali rednega dopusta, se zmogljivosti drastično zmanjšajo in zaradi tega lahko nastanejo zamude pri prevzemu, komisioniranju ali izdaji blaga.

Večja možnost napak

Pri ročnih procesih v skladišču, kjer je prisoten človeški faktor, obstaja več možnosti za napake, ki se ob podobnih procesih v avtomatiziranih skladiščih verjetno ne bi pojavljale v takem številu. Težava nastane, ko zaposleni že na vstopni točki blaga v skladišče naredi napako in se potem napaka ponavlja vse do izhoda blaga iz skladišča. Napake se po navadi v takšnih skladiščih ugotovijo šele pri letni inventuri ali pa z velikim časovnim zamikom, zaradi česar jih je za nazaj toliko težje odpravljati.

Fizična obremenitev zaposlenih

Pri delu v ročnih skladiščih zaposleni vse procese izvajajo samostojno, v večini primerov imajo v pomoč ročne baterijske viličarje z visokim dvigom. Kljub vsemu je pogosto treba bremena prestavljati ročno, kar se po daljšem časovnem obdobju lahko prelevi v poškodbe statično obremenjenih delov telesa. Veliko podjetij zaposlenih ne izobražuje ustrezno glede pravilnega dvigovanja bremen. Iz tega razloga je več bolniških odsotnosti in poškodb pri delu. Zaposleni v skladiščih prehodijo precej dolge razdalje zaradi same narave dela, zato jim je treba omogočiti udobno obutev z dodatnim blaženjem, kar pa predstavlja dodatne stroške za podjetja z ročnimi procesi v skladiščih.

Slabša sledljivost in preglednost

Brez ustreznega sistema za vodenje zalog je sledljivost zelo omejena. Pri skladiščih z nekaj deset artikli je tak proces precej lažje izvajati, težave nastanejo, ko je zasedenost skladišča precej velika in so zaposleni zadolženi vsak za svoj del skladišča, tako da so potem artikli razporejeni po logiki vsakega posameznika, ki pospravlja blago v svojem delu. Ko gredo zaposleni takšnih skladišč na redni dopust ali so bolniško odsotni, se njihovi sodelavci veliko težje znajdejo pri iskanju blaga, kot bi se sicer, če bi bilo skladišče sistemsko podprto z vodenimi zalogami.

4 PRIMERA DOBRE PRAKSE

4.1 Skladišče z visoko stopnjo avtomatizacije

4.1.1 Hella Saturnus Slovenija – Nov, sodoben logistični center z avtomatiziranim visokoregalnim skladiščem

Besedilo v nadaljevanju sem povzel po članku iz revije Logistika Magazin številka 7 (marec 2024).

Pred dvema letoma je podjetje Hella postalo del družbe Forvia. Z združitvijo s podjetjem Fourecia je koncern postal sedmi največji dobavitelj avtomobilske opreme na svetu. S sinergijo je v podjetju Hella Saturnus Slovenija prišlo do novih pridobljenih projektov, kar pa je pomenilo razširitev proizvodnih površin, posledično pa tudi do večje potrebe po skladiščnih kapacitetah.

Avtomobilska industrija se je zelo spreminjala skozi leta. Priča največjemu razcvetu pa smo prav v zadnjem desetletju. Proizvajalci avtomobilov so neizprosni do svojih konkurentov, zato na trg plasirajo čedalje več modelov vozil, ti pa se med seboj razlikujejo še po ponujeni opremi. Vse našteto močno vpliva na proizvajalce svetlobne opreme. Iz masovne proizvodnje so v podjetju prešli na manjše serije. Z enostavnih halogenskih žarometov z dvajset sestavnimi deli na zahtevne matrične žaromete s tudi do 250 sestavnimi deli. Tudi sama velikost in oblika izdelkov se spreminja. Če hočejo podjetja postati oziroma ostati konkurenčna, se morajo prilagoditi kupčevim zahtevam. To pa pomeni nenehna vlaganja v tehnološko opremo, v prostor ter ne nazadnje tudi v izobraževanje kadra.

Podjetje Hella Saturnus Slovenija se temu trendu ni izmuznilo. V zadnjem desetletju se je v podjetje veliko vložilo, in sicer v nove brizgalne stroje, nove naprave za oblikovanje folije, nove montažne linije ter drugo pripadajočo opremo. Velike spremembe so doživeli tudi proizvodni prostori, ki so bili prej namenjeni tako proizvodnji kot tudi logistiki. Slednja je z vsakim novim projektom izgubljala prostor. »Ad hoc« rešitev za skladiščenje je podjetje našlo s postavitvijo skladiščnih šotorov. Največjega so postavili leta 2018. S 4800 kvadratnimi metri je veljal za največji skladiščni šotor v državi. Vanj so bili vgrajeni paletni regali, s tem pa je podjetje pridobilo dodatnih 10.000 paletnih mest.

Skupna kapaciteta 17.000 paletnih mest v vhodnih skladiščih je kmalu postala premajhna, zato je bilo podjetje primorano najeti eksterno skladišče. S tem so se v veliki meri povečali stroški logistike, njena učinkovitost je upadla. Oba parametra sta vodstvo podjetja glasno opozarjala na nujne spremembe. Sledila je odločitev o izgradnji novega logističnega centra z visokoregalnim avtomatiziranim skladiščem.

Projekt se je začel s fazo projektiranja, izhodišče projektiranja so bile takratne želje vodstva podjetja, da se avtomatizira čim več logističnih procesov.

Projektiranje je bilo razdeljeno v dve skupini. Prva skupina se je ukvarjala s projektiranjem logističnega centra ter vsega, kar je povezano z izgradnjo objekta. Za ta del je bilo odgovorno podjetje za projektiranje Sava projekt iz Krškega. Podjetje se je soočilo z velikim izzivom, kako umestiti tako velik objekt v tako majhen prostor, ki je bil na razpolago za gradnjo. Pri vsem tem pa upoštevati še faktor zelenih površin. Ker druge rešitve ni bilo na vidiku, se je podjetje odločilo za prošnjo pri Mestni občini Ljubljana za dovoljenje gradnje v višino. Mestna občina Ljubljana je prošnji ugodila in spremenila občinski prostorski načrt za višino gradnje za to območje mesta. Arhitekti so rešitev za manjkajoča zelena območja našli v zeleni strehi nad objektom. Druga skupina se je ukvarjala s postavitvijo logističnih procesov ter postavitvijo avtomatizacije v skladišču. Skupina je bila sestavljena iz internega strokovnega kadra znotraj logističnega oddelka, podkrepljena z izkušnjami podjetja Logistic Network Consultants.

Glavna naloga skupine je bila optimizacija predlaganih logističnih procesov ter izdelava dokumentacije za povpraševanje po zeleni opremi. Največ časa v tej fazi se je porabilo za izračun potreb po skladiščnih kapacitetah. Razlog so bila velika nihanja v kupčevih napovedih. Projekt je prvotno predvideval postavitev avtomatiziranega skladišča za manjše zaboje (miniload), avtomatsko prelaganje manjših zabojev na tekoči trak ter avtomatsko nalaganje zabojev na oskrbovalne vlakce. Naknadno so projekt spremenili in določili izgradnjo stavbe v dveh nadstropjih. Pritličje je namenjeno logističnemu centru s 3840 kvadratnih metrov bruto površin, prvo nadstropje pa testnemu centru z enako površino, tako da je to zdaj visoko avtomatizirano skladišče za 15.064 evropalet s sedmimi dvigali ter površino talne plošče 1920 kvadratnih metrov.

Ker skladišče meri nekaj manj kot 40 metrov v višino, velja trenutno za najvišje skladišče v Sloveniji. Ko so bila zaključena gradbena dela, je z delom začelo podjetje Körber, ki je bilo izbrano za dostavo ter postavitev visokoregalnega avtomatiziranega skladišča z vso dogovorjeno opremo. S svojimi podizvajalci so dela izvedli v zastavljenem roku. V skladišče so postavili sedem 20-tonskih dvigal, tekoče trakove, celotno električno omrežje ter senzoriko. Za tem so se začela dela na optimizaciji, učenje operaterjev ter službe vzdrževanja, testiranja. Vmes so se vrstili tudi vsi potrebni pregledi zunanjih institucij, njihov poudarek je bil na varnosti vgrajene opreme. Vzporedno s projektom optimizacije so v podjetju nadgrajevali obstoječi sistem WMS. Skladišče se je kmalu po optimizaciji in nadgradnji sistema WMS začelo polniti ter obratovati v štirih izmenah. V podjetju so z postavitvijo avtomatiziranega skladišča pridobili moderno skladišče, s katerim so se nekateri procesi skrajšali tudi za osemkrat.

4.2 Skladišče z ročnimi procesi

4.2.1 Centralno skladišče in skladišča v maloprodaji v podjetju Merkur trgovina d.o.o.

Podjetje Merkur trgovina d.o.o. ima v Sloveniji dve centralni skladišči, in sicer v Naklem in Celju. Iz centralnih skladišč oskrbujejo 24 trgovskih centrov po vsej državi. V centralnih skladiščih podjetja Merkur procesi potekajo ročno, z izjemo sistema WMS (uporaba prenosnih terminalov), ki je v uporabi pri prevzemanju blaga, komisioniranju, odpremi, vodenju zalog in inventuri. Delo v skladiščih poteka z viličarji različnih tipov, v uporabi so ročni baterijski viličarji, ročni baterijski viličarji s platformo, električni visokoregalni viličarji, električni čelni viličarji in dizelski čelni viličarji.



*Slika 16: Prenosni terminal
(Vir: Zebra, 2025)*



*Slika 17: Ročni baterijski viličar
(Vir: Still, 2025)*

V skladiščih trgovskih centrov procesi razen prevzema blaga trenutno potekajo izključno ročno. Z uvedbo novega sistema ERP se bo postopoma implementirala tudi uporaba sistema WMS v skladiščih trgovskih centrov. V trgovskih centrih blago, ki je dostavljeno iz centralnih skladišč ali od eksternih dobaviteljev, prevzemajo z uporabo prenosnih terminalov. Izdaja blaga poteka na način, da kupec v trgovini blago plača, na blagajni mu izstavijo račun in izdajnico, na podlagi katere potem prevzame blago v skladišču trgovine. Podjetje bo z implementacijo novega sistema ERP uvedlo vodene zaloge tudi v skladiščih v trgovskih centrih, ki bodo omogočile večji nadzor nad blagom. Trenutni režim dela je zelo tog v primerjavi s principom dela, ki uporablja vsaj del sodobne tehnologije – vodene zaloge. Delo pri sami izdaji blaga je precej oteženo, v kolikor ni vodenih zalog, ker si skladiščniki po svoji logiki razporejajo blago v prostoru in se porabi precej več časa za iskanje blaga, kot bi se ga sicer z uporabo prenosnega terminala. V trgovskih centrih za naklad in razklad ter izdajo blaga uporabljajo čelne viličarje, večinoma dizelske.

4.3 Učinkovitost implementacije sodobnih tehnologij v skladiščih

Implementacija sodobnih tehnologij v skladiščih se je v praksi izkazala kot zelo učinkovita rešitev za povečanje produktivnosti, zmanjšanje napak in boljše obvladovanje stroškov. Sistemi, kot so WMS, AGV, AMR, AS/RS, RFID in IoT, omogočajo boljši nadzor nad skladiščnimi procesi, avtomatizacijo rutinskih nalog in izboljšano sledljivost blaga. Učinkovitost implementacije se izraža s skrajšanimi pretočnimi časi, nižjimi operativnimi stroški na enoto, manj reklamacijami in večjo zanesljivost pri dobavi. Poleg tega digitalizacija procesov omogoča boljše odločanje na podlagi podatkov in povečuje preglednost nad celotno oskrbovalno verigo. Kljub začetnim investicijam se dolgoročno izkaže, da sodobne tehnologije podjetjem omogočajo večjo konkurenčnost, stabilnost in prilagodljivost. Uspešnost implementacije pa je v veliki meri odvisna od kakovosti načrtovanja, usposobljenosti kadra in sposobnosti integracije novih sistemov v obstoječe procese.

4.4 Učinkovitost ročnih procesov v skladiščih

Ročni procesi v skladiščih so v današnjih časih v našem okolju še vedno najpogostejši. Podjetja, ki uporabljajo ročne procese v skladiščih, se lahko zelo hitro odzovejo na spremembe poslovanja, menjave asortimenta in situacije na trgu dela, kar lahko štejemo kot prednost. Prednost pri ročnih skladiščih je tudi v tem, ker je za začetek poslovanja potrebno malo sredstev, prostori so lahko tudi manjši.

4.5 Primerjava učinkovitosti med avtomatiziranimi skladišči in ročnimi skladišči

Avtomatizirani skladiščni procesi so učinkovitejši pri večjih količinah blaga, saj omogočajo hitrost, natančnost in zanesljivost, ob tem pa se zmanjšujejo potrebe po ročnih procesih in napake pri delu v skladišču. Po drugi strani so ročni procesi prilagodljivejši, cenejši za začetek poslovanja in primerni za manjša podjetja z manjšim obsegom naročil. Ročni procesi postanejo pri povečanem obsegu dela manj učinkoviti zaradi omejene zmogljivosti zaposlenih in večje možnosti napak. Avtomatizacija prinaša večjo učinkovitost, medtem ko so ročni procesi primernejši za manjša ali nestandardna skladišča.

5 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi smo obravnavali optimizacijo logističnih procesov v skladiščih s pomočjo sodobnih tehnologij in analizirali razlike med avtomatiziranim in ročnim pristopom k izvajanju skladiščnih nalog. Ugotovili smo, da avtomatizacija skladiščnih procesov prinaša številne prednosti, kot so povečana učinkovitost, večja natančnost, hitrejša izvedba nalog, boljša sledljivost ter dolgoročno nižji stroški dela. S pomočjo sodobnih sistemov lahko podjetja bistveno izboljšajo obvladovanje zaloga, pretočnost blaga in zadovoljstvo strank.

Ročni procesi kljub svojim omejitvam ostajajo pomembni v manjših, manj kompleksnih okoljih, kjer je prilagodljivost ključnega pomena, začetni finančni vložki pa so večinoma nizki. Ročno delo omogoča lažjo presojo, preprosto uvedbo in prilagodljivost pri manipulaciji z nestandardnim blagom, vendar pri večjih obsegih dela hitro izgubi svojo učinkovitost.

Glede na razvoj umetne inteligence in vse večje zahteve po učinkovitosti lahko pričakujemo, da bodo sodobne tehnologije v prihodnosti še pomembnejše pri razvoju logistike. Podjetja, ki se bodo pravočasno odzvala in implementirala sodobne tehnologije v poslovanje logistike, bodo v prihodnosti zagotovo imela prednost pred podjetji, ki se za nadgradnjo niso odločila.

5.1 Priporočila in nadaljevanje raziskave

Podjetja, ki želijo implementirati avtomatizacijo v skladiščno poslovanje, morajo za začetek opraviti temeljito analizo prostora v skladišču, stroškov kadra in trenutnih procesov v skladišču. Smiselno je, da podjetje, ki se odloči, da bo investiralo v avtomatizacijo skladišča, pred tem korakom najame svetovalno podjetje, ki bo opravilo analizo ROI (return on investment) in analiziralo vse procese v podjetju ter potem pomagalo podjetju korak za korakom do zastavljenih ciljev, v kolikor v podjetju ni projektne pisarne.

Pomembno je, da si podjetja za projekt avtomatizacije vzamejo dovolj časa in da tehnologije uvajajo postopoma. Za začetek projekta je treba implementirati WMS (warehouse management system) in začeti uporabljati prenosne terminale za procese, kot so vodenje zaloga, komisioniranje, izdaja blaga, pakiranje in prevzem blaga. Ko je kader v podjetju usvojil uporabo prenosnih terminalov pri skladiščnih procesih, se začne izvajati naslednji korak, in sicer uvedba vozil AGV (automated guided vehicles). S tem korakom implementiramo avtomatizirani proces izdaje, ki odpelje povite palete z blagom na odpreme prostora. S tem procesom lahko v podjetju prenehajo z uporabo ročnih baterijskih viličarjev, zamenjajo jih s štirimi avtomatsko vodenimi viličarji, ki delujejo brez operaterja. V naslednjem koraku uvajanja sodobnih tehnologij se lahko začne uvajati proces avtomatskega vlaganja in

komisioniranja blaga AS/RS (automatic storage/retrieval system), pri katerem na prevzemu blaga spremenijo način dela in namesto na evropalette prevzeto blago nalagajo v namenske zabojčke (mini load). Ko je sistem zabojčkov operativen, delavci na komisioniranju blaga ne zbirajo več v skladišču, ampak izvajajo delo na postajah, kamor se vozijo zabojčki z naročenim blagom. Delavci pobirajo blago iz zabojčkov in ga razporejajo po paleti. Sistem omogoča avtomatsko povijanje palet. Pri sistemu AS/RS se lahko število delavcev zmanjša s petih na tri delavce na izmeno. V skladiščih, kjer skladiščijo celotne palette blaga in takšne palette tudi izdajajo, je smiselno postaviti visokoregalno avtomatizirano skladišče z dvigali, ki dvigajo vozila s paletami (shuttle) na ustrezne višine, od koder potem vozila naprej vlagajo ali komisionirajo palette, ki jih potem vozila AGV odpeljejo na odpremni prostor.

Za nadaljnjo raziskavo bi predlagali, da se podjetja odločijo analizirati področje vozil AMR – robotov. Z omenjeno tehnologijo bi podjetja lahko implementirala v robote in kobote za pomoč pri preprostejših operacijah v skladišču. Robote v skladišču se lahko prilagodi, da pozicionirajo blago na palette, v naslednjem koraku bi lahko robote uporabili tudi za premikanje blaga po skladišču od regalov do odpremni prostorov. Ko bi bil sistem AMR že dovolj napreden, bi v zadnji fazi lahko namestili še čistilne robote. S temi koraki bi delovno silo v skladišču zmanjšali na nekaj oseb, ki bi skrbele, da roboti nemoteno delujejo tudi v primeru kakšne napake.

6 LITERATURA IN VIRI

Delo. (2015). *Avtomatizirano skladišče Lek v Lendavi*. Pridobljeno 30.4.2025 z naslova https://old.delo.si/images/slike/picture/20151016/o_Lek-v-Lendavi-cela-lokacija-2-mala_1024.jpg

Finance. (2023). *Avtomatizirano visokoregalno skladišče Hella Saturnus*. Pridobljeno 30.4.2025 z naslova https://beta.finance.si/pics/cache_he/hella-skladisce-019-jm-655f87d65d427.jpg.cut.n-655f87da448a1.jpg-widths/hella-skladisce-019-jm-655f87d65d427.jpg.cut.n-655f87da448a1.jpg.840px.jpg

Kuka. (2025). *Koboti Kuka*. Pridobljeno 5.5.2025 z naslova <https://www.kuka.com/-/media/kuka-corporate/images/products/mobility/amr-fleet/amr-autonomous-mobile-software-header.jpg?rev=-1&w=1900&hash=329A510406CE6B17ECC27F83EB88E973>

Kuka. (2025). *Vozila s platformo Kuka AMR*. Pridobljeno 5.5.2025 z naslova <https://www.kuka.com/-/media/kuka-corporate/images/products/mobility/mobile-platforms/amr-autonomous-mobile-platforms-teaser-1400x788.jpg?rev=4f9f7110df3a46958b85d399ba3c87f7&w=1400&hash=7A48906002CF20D3DA26FE8FEF1AE76C>

Muvum. (2023). *Diagram WMS*. Pridobljeno 30.4.2025 z naslova <https://muvumcorp.com/wp-content/uploads/2023/07/Articulo-WMS2.webp>

Perfect Move. (2025). *Komisionirni voziček*. Pridobljeno 10.5.2025 z naslova <https://www.perfect-move.eu/Media/SlikeIT/vozicek-za-komisioniranje-bлага.jpg>

Still. (2025). *Viličar na grobem prevzemu*. Pridobljeno 10.5.2025 z naslova https://data.still.de/assets/products/Vehicles/Electric_Forklift_Trucks/RX_20_14-20/images/2020/RX-20-20-PL_main.jpg?w=1600&h=1200&fit=max&s=fffd3a1aaf970240a37e58167d77741a

Still. (2025). *Viličar na finem prevzemu*. Pridobljeno 10.5.2025 z naslova https://data.still.de/assets/products/Vehicles/High_Lift_Pallet_Trucks/EXV-SF/images/STILL_Produktbilder_EXV-SF.png?w=768&fit=max&fm=webp&s=2a38224750f542b6ba228b11e1ad973c

Still. (2025). *Visokoregalni viličar za vlaganje palet v visoke regale*. Pridobljeno 10.5.2025 z naslova https://data.still.de/assets/products/Vehicles/Order_Picking_Stacker_Trucks/MX-X_MX-Q/images/MX-X_Frontdiagonale-1_800x800.png?w=1920&fit=max&fm=webp&s=7a5bfd3b0fe51ce7d65921569f97d1ec

Still. (2025). *Viličar za vlaganje palet v regale*. Pridobljeno 10.5.2025 z naslova https://data.still.de/assets/products/Vehicles/Reach_Trucks/FM-X/images/STILL_Produktbilder_FM-X-SE.png?w=1920&fit=max&fm=webp&s=b20dde918149ede5009d8b77e13d6d42

Still. (2025). *Komisionirna košara*. Pridobljeno 10.5.2025 z naslova https://data.still.de/assets/products/Vehicles/Order_Pickers/PXV/images/STILL_Produkt_PXV_Galerie_Schutzkorb-laengs_4K.jpg?w=1600&h=1200&fit=max&s=04fc09808420ae8422514c58da49134e

Still. (2025). *Viličar na odpremi*. Pridobljeno 10.5.2025 z naslova https://data.still.de/assets/products/Vehicles/Low_Lift_Pallet_trucks/EXH-SF/images/EXH-SF-25_800x800.png?w=768&fit=max&fm=webp&s=44c5930480dafa82e4419904d02b3de2

Still. (2025). *Viličar Still AGV*. Pridobljeno 10.5.2025 z naslova https://data.still.de/assets/products/Solution_Competence/References/Use_Cases/Nestle_Biessenhofen/6_automatischer_Transport_Brandschutztor_Nestle_-_Biessenhofen_2022.jpg?w=1600&h=1200&fit=max&s=0924b52663ecaf1be48c24973c4dcc7c

Still. (2025). *Ročni baterijski viličar*. Pridobljeno 10.5.2025 z naslova https://data.still.de/assets/products/Vehicles/High_Lift_Pallet_Trucks/EXV_14-20_iGo/images/STILL_Produkt_EXV_14-20_iGo_Website_Stage_800x800.png?w=768&fit=max&fm=webp&s=21d2cdf2a6b94c037695c24f65f56e13

Swisslog. (2025). *Sistem Miniload AS/RS*. Pridobljeno 15.5.2025 z naslova <https://www.swisslog.com/-/media/swisslog/images/logistics-warehouse-distribution-automation/products-and-systems/storage-systems/mini-load-system/mini-load-asrs/mini-load-storage-8.jpg?rev=9d07830cdf28437292e29d58d93fd47f&w=1400&hash=82D5D5237453D55E8AB4>

Temesist. (2024). *Tračni sistem Temesist AS/RS*. Pridobljeno 10.5.2025 z naslova <https://temesist.com/wp-content/uploads/2024/02/asrs10.png>

Zebra. (2025). *Prenosni terminal*. Pridobljeno 17.5.2025 z naslova https://www.zebra.com/content/dam/zebra_dam/global/zcom-web-production/web-production-photography/product-cards/model/mc9300-3x2-3600.jpg