

# Trendovi na području skladišnih transportnih sredstava

---

Komorčec, Danijel

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:922711>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

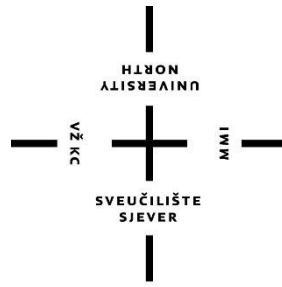
Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-17**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





# Sveučilište Sjever

Završni rad br. 460/TGL/2020

## Trendovi na području skladišnih transportnih sredstava

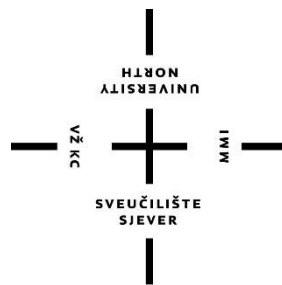
**Student:**

Danijel Komorčec, 2296/336

Varaždin, rujan 2020. Godine

SVEUČILIŠTE SJEVER

Tehnička i gospodarska logistika



**Sveučilište  
Sjever**

Završni rad br. 460/TGL/2020

## **Trendovi na području skladišnih transportnih sredstava**

**Student:**

Danijel Komorčec, 2296/336

**Mentor:**

Prof. dr. sc. Goran Đukić

Varaždin, rujan 2020. Godine

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za logistiku i održivu mobilnost

STUDIJ preddiplomski stručni studij Tehnička i gospodarska logistika

PRISTUPNIK Danijel Komorčec

MATIČNI BROJ 0336021947

DATUM 21.04.2020.

KOLEGIJ Gospodarska logistika 2

NASLOV RADA Trendovi na području skladišnih transportnih sredstava

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Trends in warehouse transportation equipment

MENTOR Goran Đukić

ZVANJE redoviti profesor

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. prof. dr.sc. Kristijan Rogić, predsjednik
2. prof. dr.sc. Goran Đukić, mentor
3. doc. dr.sc. Predrag Brlek, član
4. Ivan Cvitković, pred., zamjenski član
- 5.

## Zadatak završnog rada

BROJ 460/TGL/2020

OPIS

Postoji mnogo različitih transportnih sredstava u skladištima, od raznih ručnih i motornih vozila, preko granika (kranova) i različitih sredstava neprekidnog toka materijala (konvejera) do automatski vođenih vozila i mobilnih robota. Sve vrste sredstava kontinuirano su i predmet unapređenja, koja se ili vidljivo događaju ili se predviđaju.

ZADATAK URUČEN

21.09.2020.



A. Đukić

## **Predgovor**

Ovim putem želim se zahvaliti svima koji su mi omogućili da dođem do kraja svog preddiplomskog studija. Posebno se zahvaljujem Prof dr. sc. Goranu Đukiću koji mi je svojim prijedlozima, savjetima i sugestijama pomogao da uspješno napišem ovaj rad. Također bih se zahvalio roditeljima i kolegama na velikom pomoći, povjerenju i strpljenju koje su mi davali tijekom mojeg studiranja, svim profesorima i profesoricama koji su tokom mojeg studiranja prenijeli sva svoja znanja i iskustva na mene kako bi stekao što više znanja i vještina.

## **Sažetak**

U ovom završnom radu obradit će se tema “Trendovi na području skladišnih transportnih sredstava”. Kroz rad su objašnjenje sve vrste skladišnih transportnih sredstava kao što su vozila (ručna i motorna, a posebice su objašnjeni viličari zbog toga što su oni najčešće korišteno skladišno transportno sredstvo), granici, konvejeri te automatizirana transportna sredstva. Za svaku od tih glavnih kategorija navedena su objašnjenja te dodatne podjele i slikovni prikaz pojedinog skladišnog transportnog sredstva. Također, za svaku kategoriju navedeni su i njihovi sadašnji i budući trendovi.

Ključne riječi: skladišna transportna sredstva, viličari, konvejeri, granici, AGV vozila, trendovi

## **Summery**

In this final paper, the topic „Trends in the field of storage vehicles“ will be addressed. The paper explains all types of storage vehicles such as vehicles (manual and motor and particular forklifts because they are the most commonly used storage vehicle), cranes, conveyors and automated transport vehicles. For each of these main categories, explanations are given, as well an additional division and a pictorial representation of each storage vehicle. Also, for each category, their current and future trends are listed.

Keywords: warehouse vehicles, forklifts, conveyors, cranes, AGV vehicles, trends

## **Popis korištenih kratica**

**AGV** - eng. Automated guided vehicle – Automatski vođena vozila

**VNA** – eng. Very narrow aisle - Vrlouskoprolazni

**WA** – eng. Wide aisle - Širokoprolazni

**NA** – eng. Narrow aisle - Uskoprolazni

**SLAM** – eng. Simultaneous localization and mapping – istovremena lokalizacija i mapiranje

**LiDAR** – eng. Light detection and ranging – Svjetlosno zamjećivanje i klasifikacija (optički instrument koji odašilje laserske zrake)

**ILIAD** – Intra -logistika s integriranim automatskim raspoređivanjem

**IOT** – Internet of things – Internet stvari

**RFID** – Radio-frequency identification – Radiofrekventna identifikacija

**AI** – Artificial Intelligence – Umjetna inteligencija

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. OPĆENITO O SKLADIŠNIM TRANSPORTNIM SREDSTVIMA .....	2
3. VOZILA .....	4
3.1. RUČNA VOZILA .....	4
3.1.1. Ručna kolica .....	4
3.1.2. Ručni viličar .....	5
3.2. MOTORNA VOZILA .....	6
3.2.1. Motorna kolica.....	6
3.2.2. Vučna vozila.....	6
3.3. TRENDОВI MOTORNIH VUČNIH VOZILA.....	7
3.3.1. Vučna vozila/traktori bez emisija s inovativnom trofaznom AC tehnologijom ..	7
3.3.2. Vučna vozila/traktori s vučom visoke stabilnosti.....	8
3.3.3. Prijevoz više tereta istovremeno.....	8
4. MOTORNI VILIČARI .....	9
4.1. VRSTE I KLASIFIKACIJA VILIČARA.....	9
4.1.1. Pogon .....	10
4.1.2. Izvedva/tip .....	10
4.1.3. Podjela prema širini prolaza .....	18
4.2. TRENDОВI MOTORNIH VILIČARA .....	19
4.2.1. „Zelena“ tehnologija viličara.....	20
4.2.2. Automatizirana tehnologija viličara .....	20
4.2.3. Sustav kočjenja i guma .....	21
4.2.4. Manevarski rad viličara .....	22
4.2.5. Podizne vage.....	22
4.2.6. Kompaktne platforme .....	23



4.2.7. Kolaborativni autonomni mobilni roboti.....	23
4.2.8. Vožnja bez ruku.....	24
5. GRANICI.....	25
5.1. VRSTE GRANIKA .....	25
5.2. TRENDОВI GRANIKA .....	30
5.2.1. Hidraulički prijenos .....	30
5.2.2. Potražnja .....	30
5.2.3. Automatizacija.....	31
5.2.4. Održavanje.....	31
6. KONVEJERI .....	32
6.1. VRSTE KONVEJERA .....	32
6.2. TRENDОВI KONVEJERA .....	40
6.2.1. Tih rad.....	41
6.2.2. Iskorišten prostor .....	41
6.2.3. Fleksibilnost.....	42
6.2.4. Brz rad .....	42
6.2.5. Nadogradnja postojećeg .....	43
6.2.6. Napredni materijali .....	43
6.2.7. Pametni konvejeri (transporteri).....	43
7. AUTOMATIZIRANA TRANSPORTNA SREDSTVA .....	44
7.1. VRSTE AUTOMATIZIRANIH TRANSPORTNIH SREDSTAVA.....	44
7.2. VOĐENJE AGV VOZILA.....	47
7.3. PRIMJENA AGV VOZILA U SKLADIŠTIMA .....	48
7.3.1. Primjena u procesima uskladištenja i iskladištenja .....	48
7.3.2. Primjena u procesima utovara (ukrcaja) i istovara (iskrcaja) .....	49
7.3.3. Primjena u povezivanju skladišnih zona .....	50
7.3.4. Primjena u sustavu komisioniranja.....	50

7.4. TRENDOVI AUTOMATIZIRANIH TRANSPORTNIH SREDSTAVA.....	51
7.4.1. Vrsta vozila.....	52
7.4.2. Navigacijska tehnologija .....	52
7.4.3. Implementacija AGV vozila u skladišta .....	53
7.4.4. Upotreba AGV vozila u indutriji .....	53
7.4.5. Komponente.....	53
7.4.6. Induktivni prijenos energije.....	54
7.4.7. Senzorski i sigurnosni sustavi.....	55
7.4.8. Stanje regionalnog tržišta AGV vozila.....	55
7.4.9. Utjecaj pandemije COVID-19 na upotrebu AGV vozila.....	56
8. ZAKLJUČAK.....	57
LITERATURA.....	59
POPIS SLIKA.....	63

# 1. UVOD

Pod pojmom skladište podrazumijeva se prostor koji može biti otvoren ili zatvoren, ograđen ili neograđen, a služi za uskladištenje robe. Promatrajući skladište kao dio logistike možemo reći da je skladište točka ili čvor na logističkoj mreži na kojem se roba prosljeđuje ili prihvaća u nekom drugom smjeru unutar mreže. Unutar skladišta obavljaju se različite operacije s robom kao što su samo rukovanje robom, transportiranje, naslagivanje robe, slaganje robe u regale i dr. Obavljanje svih operacija izaziva potrebu za odgovarajućim sredstvima koja se sva zajedno nazivaju skladišna transportna sredstva.

Najvažnije transportno sredstvo u sustavu skladišta definitivno je viličar (motorni i ručni). Njegova primjena je uvelike veća i češća od primjene drugih skladišnih transportnih sredstava (granika, konvejera te ostalih ručnih, motornih i automatiziranih (AGV) vozila.

Nakon pročitane gradiva obrađene u ovom radu, čitatelj bi trebao dobiti detaljan uvid u sva skladišna transportna sredstva.

U drugom poglavlju ovoga rada nalazi se podjela transportnih sredstava prema različitim kriterijima, a zatim i osnovna podjela istih. Nadalje, u slijedećim poglavljima do kraja ovog završnog rada, svako skladišno transportno sredstvo je obrađeno zasebno i dato je objašnjenje, detaljnija podjela te nekoliko trendova vezanih uz određeno transportno sredstvo.

## **2. OPĆENITO O SKLADIŠNIM TRANSPORTNIM SREDSTVIMA**

Od svih komponenti u skladišnom sustavu, transportna sredstva su najvažnija s obzirom na svoju funkciju, a često i vrijednost. Mogu se razvrstati prema različitim kriterijima:

- a) Prema vrsti materijala:
  - za sipki materijal
  - za komadni materijal
  
- b) Prema postojanosti toka materijala:
  - za prekidni tok materijala
  - za neprekidni tok materijala
  
- c) Prema tehnologiji skladištenja:
  - za podno skladištenje
  - za skladištenje u regalima
  
- d) Prema zadaći u skladišnom procesu:
  - za izravno skladištenje
  - za ulazno-izlazne operacije
  - za komisioniranje
  
- e) Prema vrsti pogona:
  - s električnim pogonom
  - s motorom s unutrašnjim izgaranjem
  
- f) Prema stupnju mehanizacije

Većina izvedbi transportnih sredstava koja se primjenjuju za unutrašnji transport može se koristiti i u skladištima. [1]

Najčešće izvedbe transportnih sredstava za rad u skladištima: [1]

- A. vozila (ručna i motorna)
- B. granici
- C. transportna sredstva za neprekidni tok materijala (konvejeri)
- D. automatizirana transportna sredstva

Shodno ovoj podjeli, u nastavku se u poglavlju 3 daje pregled transportnih sredstava u skladištima.

## **3. VOZILA**

Kao što je rečeno u prethodnom poglavlju, jedna od najvažnijih transportnih sredstava su vozila. Vozila se mogu podijeliti prema mnogim kriterijima, a najvažnija podjela je, kao što je prikazano u nastavku, na ručna i motorna.

### **3.1. RUČNA VOZILA**

Ručna vozila su najjednostavnija transportna sredstva. Primjenjuju se za prijevoz tereta manjih težina (do 30 kN, tj. 3 tone), na kraće udaljenosti (do 50 m). Ručnim vozilima nazivaju se sva vozila koja za osnovnu zadaću, a to je transport (tj. vodoravno kretanje) koriste ručni pogon (guranjem ili povlačenjem).

Konkurencija na tržištu ručnih paletnih vozila je intenzivna i tržište raste brzim tempom. Mnogi domaći i regionalni dobavljači nude široku paletu proizvoda za različite krajnje korisnike zbog povećanih tehnoloških inovacija i konkurencije u industriji. Ključni igrači koji djeluju na globalnom tržištu ručnih paletnih vozila su Crown, NOVELTEK, Hyster Company, RICO Manufacturing i Toyota. Ostali istaknuti dobavljači uključuju CONHERSA, Puma Lift Trucks, Sroka Incorporated, Douglas Equipment Company, Godrej materijal za rukovanje materijalima, Jungheinrich, STILL rukovanje materijalima, Ningbo Ruyi dionice, Raymond Corporation, Lokpal Industries, Mighty Lift, Yale Materials Handling Corporation, Pallet Trucks UK i Patel oprema za rukovanje materijalima.

VRSTE: ručna kolica, ručni viličar

#### **3.1.1. Ručna kolica**

Ručna kolica (eng. Hand truck) su platforma s četiri kotača i dvije osovine koje se mogu koristiti za prijevoz teških predmeta s jednog mjesta na drugo. Mogu biti i u obliku ručnih kolica s 2 kotača i jednom osovinom. Ručna kolica dostupna su u izboru različitih dizajna i veličina, što olakšava odabir prave vrste kolica za posebne potrebe. Za razliku od ručnih kolica s 2 kotača i jednom osovinom koje mogu kliznuti ispod predmeta na zemlji,

na ručna kolica sa 4 kotača i 2 osovine predmeti se moraju podići na kolica kako bi se mogli prevoziti. Budući da su kolica dostupna u raznim veličinama, idealna su opcija za lakši transport većih predmeta.



*Slika 1. Ručna plato kolica*

IZVOR: <http://www.matmetal-sistem.hr/radionicko-skladisni-transportni-program/oprema-za-transport/1570>

### **3.1.2. Ručni viličar**

Ručni paletni viličar (egn. Hand pallet truck) su visoko dizajnirana kolica za udobno kretanje predmeta ili više objekata s jednog mjesta na drugo. Ovakav ručni paletar sastoji se od para jakih kotača na dnu kako bi se smanjilo iskorištavanje tjelesne energije i snage mišića. Ručni paletni viličar ne zahtijeva električnu energiju kako bi radio. Služi za održavanje skladišta ili skladišnih jedinica na način da npr. kutije koje se nalaze na paletama koje su na ravnom području gura u nekom drugom smjeru koristeći pritom snagu ruke. [2]



*Slika 2. Ručni paletni viličar*

IZVOR: <https://www.ealati.hr/proizvod/pramac-rucni-vilicar-basic-gs22s4>

## 3.2. MOTORNA VOZILA

Motorna vozila su transportna sredstva s motornim pogonom, namijenjena za:

- prijevoz tereta (motorna kolica, vučna vozila, niskopodizni viličari, mobilni granici),
- prijevoz, pretovar i naslagivanje (viličari, granici viličari),
- posebne izvedbe (viličari za komisioniranje, aerodromska vozila)

### 3.2.1. Motorna kolica

Imaju sve značajke klasičnih motornih vozila i prilagođena su za transport u proizvodnji. Motorna kolica mogu biti električna ili s motorima s unutrašnjim izgaranjem. Nosivost im je od 150 kN do 300 kN, odnosno od 15 do 30 tona.



*Slika 3. Motorna kolica*

IZVOR: [https://moodle.vz.unin.hr/moodle/file.php/323/Poglavlje\\_2/Skladistenje\\_UNIN\\_4\\_.pdf](https://moodle.vz.unin.hr/moodle/file.php/323/Poglavlje_2/Skladistenje_UNIN_4_.pdf)

### 3.2.2. Vučna vozila

Vučna vozila (eng. Tow vehicle) su vozila namijenjena za vuču prikolica natovarenih s teretom. Služe za prijevoz većih količina tereta, obično na veće udaljenosti i mogu biti električna ili s motorima s unutrašnjim izgaranjem. Nosivost im je od 2000 kN do 4000 kN (200 – 400 tona).

PROIZVOĐAČI: Linde, CAT, Jungheinrich, STILL, Yale, Crown, Mitsubishi, CLARK, Simal, Hyundai, Toyota, Doosan





*Slika 4. Vučno vozilo u poduzeću Toyota*

IZVOR: <https://toyota-forklifts.eu/our-offer/product-range/towing-tractors>

### **3.3. TRENDОВI MOTORNIH VUČNIH VOZILA**

U teoriji trend je pojam koji označava smjer kretanja nekog procesa ili pojave u određenom vremenskom razdoblju i mogućnost razvoja.

U sljedećem poglavlju govorit ću o trendovima kod vučnih motornih vozila. Njihov prikaz trendova temelji se na izvoru [3].

#### **3.3.1. Vučna vozila/traktori bez emisija s inovativnom trofaznom AC tehnologijom**

Vučni traktori (eng. Tow. Tractors) bez emisija, odnosno bez štetnih plinova nude sve prednosti trofazne izmjenične struje. U odnosu na istosmjerne motore, trofazni izmjenični motori imaju manji broj komponenata i potrošnih dijelova te je njihova uporaba isplativija. To znači da je motor gotovo bez održavanja i stvara znatno niže troškove rada zahvaljujući većoj energetskej učinkovitosti. Također ima pozitivan utjecaj na rukovanje i performanse. Brze promjene smjera moguće su bez uobičajenog odgađanja reakcije. Osim bržeg i jednostavnijeg rukovanja, udobnost i sigurnost putovanja prilikom rada u skladištu mogu se poboljšati korištenjem mehanizma automatskog upravljanja.

### **3.3.2. Vučna vozila/traktori s vučom visoke stabilnosti**

Postoje pojedinačna rješenja za spajanje koja omogućuju upotrebu vučnih vozila za vuču s nizom različitih vrsta prikolica. Za spajanje prikolice i vučnog vozila mogu se upotrijebiti i standardne spojnice (tj spojnice na principu utičnice (utične spojnice) i modificirane spojke. Vučna vozila ili vučni traktori putuju u skladištu od točke A do točke B prema unaprijed definiranom putu. Tijekom vožnje teretni predmeti se ukrcavaju i iskrcavaju na svakom stajalištu. Takva vožnja omogućuje prijevoz velikog broja tereta sa samo nekoliko vučnih vozila koja imaju na sebi prikopčane prikolice i time se znatno smanjuje vrijeme putovanja tj. vožnje od točke A do točke B na prijevoznom putu. Vozila s vučom visoke stabilnosti imaju prednost zbog toga što prikolice koje su prikopčane na njih slijede točno isti put koji su postavljala vučna vozila tj. vučni traktori. Takvim načinom rada može se sigurno putovati unutar i izvan prilaznog puta, lako se izbjegavaju prepreke i nema opasnosti da će prikolica iskočiti iz zadanog okvira kretanja. Ako je vučno vozilo/ traktor opremljeno stabilnim upravljačem, tada se vučno vozilo/ traktor može pretvoriti u stabilni vučni vlak (eng. Tow train) u kombinaciji s odgovarajućom vrstom prikolice i obavljati siguran prijevoz u skladištu.

### **3.3.3. Prijevoz više tereta istovremeno**

Vučno vozilo s nizom prikolica znači da smo omogućili fleksibilnost u vrsti robe koju možemo prevoziti. Na taj način može prevoziti različite veličine tereta, teret s jedne ili obje strane prikolice, premještati robu preko palete.

## 4. MOTORNI VILIČARI

Motorni viličari također spadaju u kategoriji motornih vozila i oni su najčešće korišteno transportno sredstvo u skladištima. Zbog njihove opširnosti i zanimljivosti stavio sam ih u posebno poglavlje te će se u ovom poglavlju govoriti o njima, njihovoj podjeli, karakteristikama i općenito o trendovima motornih viličara.

Viličari su specijalna transportno-manipulativna sredstva sa ugrađenom vilicom, po kojoj je i ovo transportno sredstvo dobilo ime. Viličari su najzastupljenija, najkorisnija i najpraktičnija sredstva unutarnjeg transporta. Oni nam služe za istovar, prijevoz, skladištenje i utovar raznog tereta, te za druge operacije kao npr. naslagivanje tereta. Osnovna svojstva viličara su da: [4]

- diže teret
- vozi (transportira teret od jednog do drugog mjesta)
- slaže teret
- nije vezan za određeno mjesto i pravac kretanja (može se kretati bilo kojom rutom skladišta, ovisi gdje je potreban)

Viličar pripada skupini manipulacijskih strojeva koji se u praksi koriste u velikom broju. Na današnjem stupnju razvoja tehnologije prometa postoje i koriste se razne vrste i tipovi viličara. Njihova primjena i uloga gotovo je nezamjenjiva u većini proizvodnih procesa, na terminalima i u skladištima.

Viličari su najbolje iskorišteni kada dižu teret do granice vlastite nazivne nosivosti, voze ga najdalje 50 m i slažu na policu ili sloj. Prijevoz tereta viličarom na veća rastojanja nije ekonomičan i zato je u takve svrhe bolje koristiti prikolicu s traktorom (vučno vozilo) ili neko drugo transportno sredstvo.

### 4.1. VRSTE I KLASIFIKACIJA VILIČARA

Ovisno o kriteriju na koji se gleda postoje razne podjele viličara. Prema [5] viličari se mogu podijeliti prema slijedećim kriterijima:

- prema pogonu,
- prema broju kotača,
- prema tipu kotača,
- prema izvedbi jarbola,
- prema širini prolaza,
- prema položaju vilica,
- prema težištu tereta,
- prema izvedbi/tipu

U nastavku se daje pregled viličara prema pogonu, izvedbi/ tipu i prema širini prolaza.

#### **4.1.1. Pogon**

Jedna od kriterija podjele viličara je i podjela viličara prema pogonu, tj. prema pogonskom agregatu. Prema tom kriteriju viličari se dijele na:

- a) motori s unutarnjim izgaranjem:
  - benzinski motori sa unutarnjim izgaranjem
  - benzinski motori sa unutarnjim izgaranjem te plinskim instalacijama
  - dizelski motori sa unutarnjim izgaranjem
  - motori na ukapljeni naftni plin
- b) električni motori:
  - istosmjerni električni motori
  - izmjenični električni motori

#### **4.1.2. Izvedva/tip**

Izvedbe odnosno tipovi viličara prema [6] dijele se na:

1. bočni,
2. čeonni,
3. viličari sa zakretnim vilicama,

4. skladišni viličari:
  - a) s zakretnim jarbolom,
  - b) s uvlačnim jarbolom,
  - c) s dohvatnim vilicama,
  - d) četverostrani viličar
5. portalni viličar,
6. visokoregalni viličar,
7. niskopodizni viličar,
8. sabirni viličar (viličar za komisioniranje)

#### *1. Bočni viličar*

Bočni viličari (eng. Sideloader truck) se koriste za manipulaciju tereta koji ima veće dimenzije. To mogu biti limovi, grede, trupci, itd. Bitna razlika između čeonih i bočnih viličara je u konstrukcijskom rješenju. Kod bočnih viličara vilice su postavljene okomito na smjer vožnje. Vilice imaju mogućnost izvlačenja, uvlačenja i podizanja kako bi što efikasnije manipulirali teretom. Prednost ove vrste viličara u odnosu na čeone je što može manipulirati teretima veće dužine u uskim prolazima. Bočni viličar uzima teret bočno, pomoću uređaja za podizanje koji se bočno izvlači. Teret se odlaže na platformu viličara po dužini u smjeru kretanja, što omogućuje korištenje uskih prolaza. [7]

Širine prolaza u kojima rade kreću se od 3.35 metara do 3.65 metara te oni također spadaju u širokoprolazne viličare. Tehničke karakteristike i mjesta rada ne razlikuju se od čeonih viličara, najveća razlika je što su prihvatne vilice postavljene bočno iz ranije navedenih razloga.



*Slika 5. Bočni viličar marke CAT*

IZVOR: <https://repositorij.vuka.hr/islandora/object/vuka%3A654/datastream/PDF/view>

## 2. Čeoni viličar

Čeoni viličari (eng. Standard forklift) su najzastupljenija vrsta viličara. Ova vrsta viličara je konstrukcijski izvedena na način da su vilice smještene u smjeru gledanja vozača, odnosno ispred vozača. Ovi viličari su vrlo fleksibilni i produktivni. Namijenjeni su za istovare i utovare tereta, za rad u zatvorenim prostorima, za rad na otvorenim površinama.

Dostupni su u različitim izvedbama, mogu biti pogonjeni elektromotorom, benzinskim ili dizelskim motorom. Brzine kretanja ovih viličara iznose i do 20 km/h. U novije vrijeme postoje izvedbe sa električnim agregatima sa vodikovim ćelijama, iako zbog nešto više cijene i manje snage u odnosu na benzinske i diesel motore nemaju još uvijek toliku zastupljenost. Nosivosti im se kreću od 1 tone do 3,5 tona. Mogu podizati teret na visinu i do 7 metara, no sve ovisi o proizvođaču i modelu. [8]



Slika 6. Čeoni viličar marke Linde

IZVOR: <https://linde-mh.hr/e-60-80-900-1279-00-four-wheel>

## 3. Viličar sa zakretnim vilicama

Viličari sa zakretnim vilicama (eng. VNA man-down turret truck) ili viličari sa tropoložajnom glavom pripadaju skupini viličara za vrlo uske prolaze. Ovi modeli su idealno rješenje u skladištima gdje je prostor ograničen, a robe se pohranjuju na visokim mjestima, s vrlo uskim prolazima [7]. Pogonski agregati su obično električni, izmjenične izvedbe, a odlike ovih viličara su tihi rad, te rad u zatvorenim prostorima. Najčešće su opremljeni sustavima automatskog vođenja. Inovativna rješenja za ovakve vrste viličara nisu rijetkost, standard opreme se povećava. Ono što ove vrste viličara čini korisnijim od ostalih je mogućnost da se ne treba zakretati cijeli stroj već vilice mogu zauzeti traženi položaj te

izvršiti ukrcaj ili iskrcaj tereta, a pri tome nisu ugroženi stabilnost i nosivost. Ovi viličari se često koriste u praksi zbog tih prednosti. [8]



Slika 7. Viličar sa zakretnim vilicama marke Jungheinrich

IZVOR: <https://mlakar-vilicari.hr/proizvod/ekx-410>

#### 4. Skladišni viličari

Skladišni viličari (eng. Reach trucks) koriste se isključivo za rad u zatvorenim prostorima s velikom radnom frekvencijom. Poznato je nekoliko izvedbi skladišnih viličara, a to su regalni viličari sa dohvatnim vilicama, regalni viličari sa uvlačnim jarbolom i regalni viličari sa vilicama dvostruke dubine koji mogu biti izvedene pomoću „škara“, „dvostrukih škara“ ili teleskopskih vilica. Danas su uglavnom svi regalni viličari ujedno i visokoregalni viličari zbog tehnološkog napretka u konstrukciji skladišta i regalnih viličara. [9]

Skladišni viličari su uređaji namijenjeni manipulaciji teretom u visoko automatiziranim i dobro organiziranim skladištima.

##### a) Viličar sa uvlačnim jarbolom

Viličar sa uvlačnim jarbolom je uskokutni viličar s pravim kutom, dizajniran za rukovanje teretom jedinice sa sučeljem regala. Ova vrsta viličara namijenjena je radu na uskim hodnicima i najbolja je za odlaganje i vraćanje palete u regale. Mogu staviti palete na jednu ili dvije dubine ovisi o duljini vilica. Ovi viličari dizajnirani su za maksimiziranje kapaciteta jedinice, za rad u uskim prolazima i promoviranje protoka proizvoda. [10]



*Slika 8. Viličar sa uvlačnim jarbolom*

IZVOR: [https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/05\\_06\\_2013\\_18997\\_Skladistenje\\_TL-5\\_3\\_i\\_4.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/05_06_2013_18997_Skladistenje_TL-5_3_i_4.pdf)

*b) Četverstrani viličar*

Četverostrani viličari (eng. Forway trucks) imaju mogućnost kretanja u četiri smjera zbog specijalne izvedbe kotača. Pogonski agregati su električni u svim izvedbama. Napredak tehničko-tehnoloških rješenja u ovoj skupini viličara znatno dolazi do izražaja budući da je i izvedba kotača koji se mogu kontrolirano okretati za puni krug oko vertikalne osi inovacija. Ovi viličari su namijenjeni za rad u zatvorenim skladištima sa vrlo uskim prolazima širine manje od 1,8 m, iako postoje i izvedbe za skladišta sa uskim prolazima. Inovacija okretanja kotača oko svoje vertikalne osi slična je i izvedbi bočnih i regalnih viličara, te je vidljivo da se radi o trendu u porastu. [8]



*Slika 9. Četverostrani viličar*

IZVOR: <http://www.acdhandling.be/en/catalog-30/four-way-sideloader-with-reach-mast>



*c) Viličar sa dohvatnim vilicama*

Viličar sa dohvatnim vilicama je vrsta skladišnog regalnog viličara čija je konstrukcija vilica takva da može spustiti svoje vilice u regalno mjesto kako bi dohvatio željenu transportnu jedinicu (paletu).



*Slika 10. Viličar sa dohvatnim vilicama*

IZVOR: <https://www.hsssearch.co.uk/Crown-unveils-advanced-reach-truck>

*d) Viličar sa zakretnim jarbolom*

Viličari sa zakretnim jarbolom (eng. VNA swing-mast). Takvi viličari sa zakretnim jarbolom kombinacija su viličara sa zakretnom prednjom osovinom i viličara sa zakretnim vilicama. Izgled ovih viličara sličan je viličarima sa zakretnom prednjom osovinom, dok način rada više slični viličaru sa zakretnim vilicama. Izvedba sa zakretnim jarbolom olakšava pretovar paleta i kutija standardnih dimenzija i utječe na smanjenje prolaza, jer nema potrebe za okretanjem cijelog viličara. Predviđena uporaba im je u regalnim skladištima sa vrlo uskim prolazima, gdje su širine prolaza manje od 1.8 metara. Ovakva izvedba viličara može raditi i kao čeonu viličari, ali bi onda imali manju nosivost nego klasični čeonu viličari. Osim toga ovi viličari imaju dodatnu mogućnost da okretanjem jarbola za 90 stupnjeva u jednom smjeru komisioniraju s paletama okomito na smjer u kojem se viličar kreće. Viličari sa zakretnim jarbolom su najmodernija i najnovija vrsta vrlo uskoprolaznih viličara na tržištu.



Slika 11. Viličar sa zakretnim jarbolom

IZVOR: [https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/05\\_06\\_2013\\_18997\\_Skladistenje\\_TL-5\\_3\\_i\\_4.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/05_06_2013_18997_Skladistenje_TL-5_3_i_4.pdf)

### 5. Portalni viličar

Portalni viličari vrlo su svestrani strojevi koji se mogu koristiti za široku primjenu i načine rada na lučkom terminalu. Mogu manipulirati teretom okomito i vodoravno, stavljati kontejnere u mjesta slaganja i utovaravati ih na cestovna vozila.

Portalni viličar uzima i nosi kontejnere dok ih naslagiva. Ovi strojevi mogu imati mogućnost slaganja kontejnera do 4 kontejnera u visinu. [9]



Slika 12. Portalni viličar

IZVOR: <http://ba.cranefly.com/port-crane/page-6>

## 6. Visokoregalni viličar

U vrstu visokoregalnih viličara spadaju viličar sa zakretnim vilicama, postoje i visokoregalni viličari komisioneri. Također spadaju u kategoriju vrlouskoprolaznih viličara sa širinom prolaza  $>1,8$  m . Mogu podizati teret na visinu do 14 metara. [11]



Slika 13. Visokoregalni viličar

IZVOR: <https://www.still.hr/visokoregalni-vilicar-gx-x.0.0.html>

## 7. Niskopodizni viličar

Vrsta viličara u koju spadaju paletni viličar, horizontalni komisioner (slika 14.). Imaju malu visinu podizanja vilica. Njima se upravlja hodajući, vozeći se na njima, stojeći na viličaru ili platformi.

## 8. Viličari komisioneri: horizontalni i vertikalni

Viličari komisioneri (eng. Order pickers) spadaju u skupinu viličara koji rad obavljaju u zatvorenim skladištima i proizvodnim pogonima. Dijele se na horizontalne-niskopodizne komisionere (eng. low level/horizontal order-pickers) i vertikalne-visokopodizne komisionere (eng. High level/vertical order-pickers). Visine na kojima rade su do 12 metara. Agregati su uglavnom električni iz razloga što ne emitiraju štetne plinove. Važno je spomenuti da se ovi viličari odlikuju tihim radom, te da se u zadnje vrijeme događaju velike promjene na području pogonskog agregata, ergonomije, sigurnosti te raznih drugih tehničko-tehnoloških rješenja. [10]



*Slika 14. Horizontalni komisioner marke Jungheinrich*

IZVOR: <https://www.indiamart.com/proddetail/horizontal-order-picker-7249045448.html>



*Slika 15. Vertikalni komisioner marke Jungheinrich*

IZVOR: <https://www.indiamart.com/proddetail/vertical-order-picker-7249066430.html>

#### **4.1.3. Podjela prema širini prolaza**

Još jedan od kriterija za podjelu viličara je podjela prema širini prolaza. Prema [1] dijele se na:

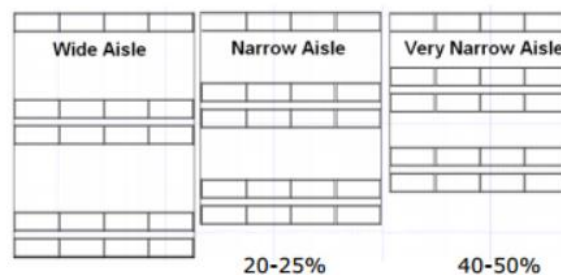
1. širokoprolazni viličari (eng. Wide Aisle, WA)
  - standardni čeonni viličari
  - širine prolaza 3,35 – 3,65 m

2. uskoprolazni (eng. Narrow Aisle, NA)

- viličari s dohvatnim vilicama/uvlačnim jarbolom
- širine prolaza 2,4 – 3 m

3. vrlouskoprolazni (eng. Very Narrow Aisle, VNA)

- viličari sa zakretnim vilicama, visokoregalni viličari/viličari komisioneri
- širine prolaza <1,8 m
- često koriste sustav vođenja za vožnju unutar prolaza



Slika 16. Prikaz veličine prolaza u skladištu

IZVOR: [https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/05\\_06\\_2013\\_18997\\_Skladistenje\\_TL-5\\_3\\_i\\_4.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/05_06_2013_18997_Skladistenje_TL-5_3_i_4.pdf)

## 4.2. TRENDОВI MOTORNIH VILIČARA

Tehnologija kontinuirano transformira svijet, obično na bolje. Nova tehnologija u medicini spašava živote. Nova marketinška tehnologija donosi više posla. Više osobne tehnologije čini pristup informacijama bržim i jednostavnijim. Za one u industriji rukovanja materijalima, nova tehnologija znači sigurnije, efikasnije i ekološki prihvatljivije strojeve. Danas se i viličari svakim danom sve više usavršavaju u tehničkom i tehnološkom smislu.

#### **4.2.1. „Zelena“ tehnologija viličara**

Prije desetak godina modernizacijom industrije došlo je i do pojave novih trendova kod motornih viličara. Prvenstveno došlo je do napretka u segmentu pogona viličara. Uvođenje gorivih ćelija značilo je da viličari mogu raditi dulje i čišće (njihovo vrijeme punjenja znatno se smanjilo) nego ikad prije. U današnje vrijeme briga za okoliš je svakom poduzeću sve više u fokusu, s time da se njihov pogled na zelenu tehnologiju, tj. sredstva sa što manjim zagađivanjem okoliša neprestano nastavlja. [12]

Pa tako npr. gorivne ćelije počele su se zamjenjivati litij-ionskom tehnologijom. Pakovanja ovih baterija troše čak do 50 posto manje energije od olovnih kiselina i čak 100 posto manje energije nego električni viličari, a sve to bez opasnosti za okoliš od drugih izvora energije [13]. Pakovanja litij-ionskih baterija ne ispuštaju pare i ne predstavljaju nikakvu opasnost od izlivanja kiselina.

Također, tehnologija litij-ionskog načina pokretanja viličara vrlo je isplativa i učinkovita i to predstavlja veliku prednost za tvrtke koje su fokusirane da budu ekološki prihvatljive [13]. Ove baterije pune se u običnoj zidnoj utičnici, a vrijeme punjenja iznosi sat vremena. To je značajno povećanje praktičnosti zbog potrebe rezerviranja specijaliziranih stanica za punjenje. Litij-ionske baterije mješavina su ultra lagane i visoke energetske gustoće. Predviđa se da će dominacija konvencionalnih olovnih kiselina na tržištu viličara nastaviti najkasnije do 2020. godine. Također, važno je napomenuti da je litij ograničen resurs, koji se nalazi samo u udaljenim regijama.

Sposobnost tvrtke da uštedi novac litij-ionskim paketima baterija prvenstveno dolazi od nižih troškova održavanja i punjenja. To znači manje novca potrošenog tijekom njihovog životnog vijeka nego za druge izvore energije. Električni viličari i viličari sa olovnom kiselinom smatraju se sestrinskim tehnologijama, dok suvremeni dizajn viličara ovisi o težini tradicionalnog načina kretanja kako bi se osigurala protuteža teretima.

#### **4.2.2. Automatizirana tehnologija viličara**

Automatizirani viličari predstavljaju stvarnu prednost upraviteljima skladišta. Ova vrsta strojeva kao što im ime govori, mogu raditi bez vozača [14]. Neki od njih mogu

koristiti vozača, za to vrijeme „pamte“ rutu kroz skladište, a zatim se prebacuju u automatizirani način, a za to vrijeme koriste podatke koje su prikupili kako bi sami dovršili posao. Postoji nekoliko tehnologija viličara koji su u osnovi automatiziranih viličara.

Ostale zanimljivosti o ovoj vrsti sredstva za transport i njegovi trendovi spomenuti su u dijelu o automatiziranih transportnim sredstvima (poglavlje 7).

#### **4.2.3. Sustav kočenja i guma**

Sposobnost viličara da se brzo zaustavi jako je važna za sigurnost u skladištu. U tu svrhu razvija se nova tehnologija viličara koja omogućuje pametnije, brže i glađe kočenje.

Jedna od novijih tehnologija koja omogućava bolje kočenje su hidraulički ventili u kočnicama. Ti ventili, koji su dio hidrostatičkih pogona viličara omogućuju zaustavljanje stroja brže i ravnomjernije u odnosu na klasične kočnice. Osim toga, primjenom novog sustava kočenja oni manje troše kočnice što dovodi do duljeg trajanja i manje popravka viličara[15]. Neki viličari imaju čak i vrstu pametne tehnologije koja se sastoji od senzora. Takvi senzori mogu odrediti kada će se pojaviti situacija (poput skretanja). Kao odgovor na situaciju, senzori omogućavaju viličaru da uspori ili ubrza na odgovarajući način kako bi sigurno upravljao situacijom.

Ove vrste viličarskih tehnologija dizajnirane su tako da olakšavaju kočenje uz istovremeno smanjenje nesreća u skladištima. Na primjer, olakšavaju skretanje pravom brzinom ili sprječavaju habanje (trošenje) koje može dovesti do nesreće. Ova vrsta tehnologije također umanjuje ozljede operatera viličara. Uz to, oni mogu uštedjeti novac vlasnicima skladišta jer pružaju podatke koji se mogu koristiti za poboljšanje učinkovitosti i smanjenje broja popravki koji se moraju učiniti.

Gume za viličare najviše se troše te su zbog toga one ključni element upravljanja voznom parkom. Pomoću informacija u stvarnom vremenu i drugih podataka tvrtke mogu odrediti koliko će potrošiti na gume voznog parka [16]. Dobavljači opreme poboljšavaju životni vijek guma i time smanjuju izgubljenu energiju iz strojeva, što znači da se ukupni vijek trajanja baterija produžuje.

Rizici od onečišćenja i troškovi uklanjanja gume sa podova skladišta mogu se izbjeći s novim gumama. Gume se mogu napraviti bez temeljnog uzroka oba rizika, odnosno čađe. [17]

#### **4.2.4. Manevarski rad viličara**

Ova vrsta tehnologije pogodna je za vozača viličara jer poboljšava upravljivost. Na primjer, neka tehnologija omogućuje vozačima bolju iskoristivost kočionog sustava (objašnjeno u trendu iznad) kako bi lakše savladali zavoje u tijesnim prostorima. Druga tehnologija vodi prema užim i fleksibilnijim viličarima koji ih olakšavaju kroz uske prostore. Ova mogućnost manevriranja omogućava da vozači sigurnije rade i brzo se kreću s mjesta na mjesto kroz skladište. S ovom poboljšanom lakoćom kretanja dolazi do učinkovitijeg i sigurnijeg rada koji može poboljšati cjelokupni rad skladišta.

#### **4.2.5. Podizne vage**

Prilikom pomicanja tereta u skladištu postoji mogućnost da preopterećujemo stroj (viličar). Ako dolazi do preopterećenja to predstavlja veliki problem jer se mogu dogoditi česti kvarovi i troškovi održavanja stroja (viličara) će se povećati.

Kako bi se riješio taj problem, instaliranje podizne vage na sam viličar može pomoći smanjiti izgubljeni proizvod i mehanički “stres” na strojevima (viličarima) [18]. Ugradnjom novih modernih softvera za praćenje težine može se dodatno pratiti koliko se tereta premjesti prilikom nekog opterećenja (podizanja/spuštanja). Primjenom takvih softvera dolazi i mogućnost lakšeg izračuna produktivnosti i učinkovitosti viličara. Osiguranje da strojevi nisu preopterećeni može značajno umanjiti šanse za opasne greške u podizanju u budućnosti. [19]



#### **4.2.6. Kompaktne platforme**

Inženjeri stalno rade na razvoju što boljih standarda za viličare. Došlo je značajnog napretka u primjeni stvari poput ugradnje poda na unutarnji kotač, ali poseban fokus je na smanjenju stopala (veličine platforme) bez povećanja veličine guma.

Glavni izazov inženjerima predstavlja nakupljanje topline na pojedinim dijelovima prilikom upravljanja. Svaki pomični dio koji je uključen u viličar, a zatim strpan u mali prostor pun elektronike predstavlja opasnost od zagrijavanja, a to može dovesti i do kvara elektronike što znači veći troškovi popravka [19]. Međutim, to nije dobar način da se osigura trajanje strojeva tako da inženjeri traže hitno rješenje kako bi se riješio ovaj problem upravljanja toplinom. Očekuju se novi trendovi na području veličine stopala viličara, tj. platforme, a da pritom ostale karakteristike viličara ostanu iste.

#### **4.2.7. Kolaborativni autonomni mobilni roboti**

Novi veliki trend u porastu je uporaba autonomnih pokretnih robota i vozila. Takva vrsta robota nudi internetsku neovisnu navigaciju u definiranim unutarnjim okruženjima (u skladištu) [19]. Ovi roboti povećavaju produktivnost i omogućavaju mnoge hibridne načine interakcije čovjek-robot, što znači da prilikom obavljanja nekog posla u skladištu jedan dio posla obavlja robom, a drugi dio čovjek ili da robot asistira čovjeku. Također mogu donijeti razinu automatizacije u skladišta koja nisu posebno dizajnirana i izgrađena za podršku robotskim proizvodima.

Takvu vrstu tehnologije omogućavaju bolji SLAM algoritmi, tj. algoritmi koji se temelje na različitim sensorima, uključujući stereo kameru i 2D lidare (vrsta senzora) [20]. Oni su dovoljno razvijeni da upravljaju sigurnom autonomnom navigacijom u mnogim strukturiranim zatvorenim okruženjima s visokim stupnjem kontrole i predvidljivosti. Poslovni modeli su također različiti i razvijaju se. Neki nude svoju tehnologiju kao RaaS (robot kao uslugu).

Kao primjer Amazon je stekao tvrtku koja je usredotočena na navigaciju putem kamera. To će im omogućiti otkrivanje objekta, a time i inteligentniju navigaciju i neće dolaziti do nesreća u skladištima i samim time do zastoja.



*Slika 17. Prikaz autonomno mobilnih robota*

IZVOR: <https://www.idtechex.com>

#### **4.2.8. Vožnja bez ruku**

Evolucijom umjetne inteligencije san o automatskoj vožnji koje je prije bio nezamisliv sada postaje stvarnost. ILIAD (Intra-logistika s integriranim automatskim raspoređivanjem) omogućit će radnicima da sigurno rade i obavljaju zadatke zajedno u suradnji sa autonomnim viličarima u skladištima tvornica. Ova inicijativa se razvija u sklopu EU projekta Horizon 2020. [21]

Cilj tog projekta (Horizon 2020.) je uvođenje automatizacije u procese pakiranja, paletiranja i prijevoza kroz novu flotu vozila. Umjetna inteligencija ima veliku ulogu u odnosu između ljudi i robota. Vozila će tako moći sakupljati (pratiti i pamtiti) ljudska kretanja kako bi se kasnije mogli samostalno kretati tom istom rutom. Na taj će način strojevi prepoznati ljudsko ponašanje i prilagoditi se njemu.

## 5. GRANICI

Granik je transportno sredstvo povremene dobave kojim se unutar određenog prostora diže teret, vodoravno prenosi i spušta s pomoću kuka ili hvatača i čelične užadi. [22]

Proizvođači granika:

- Stahl
- VAC-U-MAX
- VECOPLAN
- Flex Link
- Cambelt International
- Aerocon

### 5.1. VRSTE GRANIKA

Granici imaju široku primjenu, a najčešće se koriste u strojogradnji, građevinarstvu, metalurgiji, drvenoj industriji i lukama. Također, postoje različite podjele granika ovisno o obliku, tj. konstrukcijskoj izvedbi. Razlikujemo:

1. Konzolni granik,
2. Mosni granik,
3. Portalni granik,
4. Kran slagač

#### *1. Konzolni granik*

Konzolni granici su dobili naziv po svom kraku koji po svome izgledu i položaju predstavlja tipični konzolni nosač. Konzola granika je ujedno i staza po kojoj se vozi vitlo. Prema obliku, odnosno konstrukciji konzolne granike dijelimo na zidne i stupne.

Zidni granici su sa jednim krajem svoje konstrukcije pričvršćeni za zid, dok je drugi kraj konzola. Zidni granici se često nalaze u proizvodnim pogonima, gdje im je glavna funkcija transport tereta između radnih stanica u pogonu. Također, ovisno o smjerovima transporta

tereta, zidni granici se dijele na vozne i rotacijske. Vozni zidni granici imaju stazu ugrađenu u zidu, što omogućava horizontalni pomak tereta u jednom smjeru. Naravno, kod većine zidnih granika moguće je pomicanje tereta u još dva smjera, vertikalno dizanje i spuštanje tereta te horizontalno pomicanje tereta vožnjom vitla po konzoli. Također, zidni granici mogu biti i rotacijski. Za razliku od voznih, rotacijski zidni granici nemaju voznu stazu na zidu. Kod ove vrste granika horizontalni pomak tereta postiže se rotacijom konzole oko vertikalne osi. Slika 18. prikazuje rotacijski zidni granik sa 3 smjera pomicanja tereta.

Kod stupnih konzolnih granika konzola je fiksirana na noseći vertikalni stup. U većini slučajeva ova vrsta granika je okretna, dok je stup fiksiran za podlogu te nije vozan. Za razliku od zidnih konzolnih granika, stupni konzolni granici zauzimaju prostor na tlu, što je ujedno i njihov glavni nedostatak u odnosu na zidne. [23]

Dijelovi konzolnog granika su: koloturnici i vitlo

Vitlo može biti lančano ili uženo, a pokreće se na ručni ili elektromotorni pogon.

Proizvođači: Hoistec, Vetter krantechnik, Geda

Karakteristike:

- nosivost: 0,125 t – 6,3 t
- dužina kraka: 2-10 m
- visina dizanja: po mjeri
- brzina dizanja: 4/1 – 8/2 m/min

Ugradnja: sidrenje na armirana betonska tla ili na betonski temelj, pričvršćivanje na čelični odnosno betonski stup tj. na stijenu hale. Posebna izvedba je prijevozna konzolna dizalica (PKD), koja može pokriti više radnih mjesta. [24]



Slika 18. Konzolni granik

IZVOR: <https://hoistec.hr/dizalice-i-oprema/konzolne-dizalice/stupna-konzolna-dizalica-lsx>

## 2. Mosni granik

Mosni granici najčešće se koriste za transport sipkog i komadnog materijala unutar industrijskih pogona, skladišta, radionica, montažnih hala, te za utovar i istovar željezničkih vagona i kamiona. Sastoje se od mosta, vitla, pogonskih sklopova i kotača za vožnju granika. Most mosnog granika mogu sačinjavati jedan ili dva glavna nosača na kojima se nalaze tračnice po kojoj se giba vitlo granika. Glavni nosači kruto su vezani za poprečne nosače unutar kojih su smješteni kotači za vožnju granika po voznoj stazi koja se nalazi na nosivim betonskim zidovima hale ili na nosivoj čeličnoj konstrukciji hale.

Osnovna podjela mosnih granika prema [25] može se staviti u grupe, a to su:

- Granici s jednim glavnim nosačem
- Granici s dva glavna nosača

Mostovi granika male nosivosti obično imaju samo jedan glavni nosač izrađen od valjanog željeza s profilom u obliku slova I. Granici s takvim mostovima upotrebljavaju se za nosivosti do 6,3 t i za raspone do 25 m. Nosivost mosnih granika najčešće iznosi 3,250 t, a ponekad i do 500 t. Visine dizanja su pretežno 8...16 m, ali mogu biti niže i mnogo više. Uobičajene su brzine 0,03...0,5 m/s za dizanje, 0,25...1 m/s za vožnju vitla i 0,4...1,6 m/s za vožnju granika. S obzirom na različite predmete koje trebaju dizati, mosni granici imaju i različita sredstva za prihvaćanje tereta kao što su kuke, hvatači, elektromagneti, kliješta, stezaljke i sl. [25]

Proizvođači: Stahl, Potain, Demag, Abus



Slika 19. Jednogredni mosni granik marke STAHL

IZVOR: <http://www.elektromotori.hr/dizalice.html>

### 3. Portalni granik

Portalni granici su granici kojima postolje ima oblik portala. Most portalnih granika oslanja se na nogare koje su obično pričvršćene na tlo mehanizmom koji omogućuje pokretanje cijele konstrukcije. Portalni granici najčešće se kreću po tračnicama duž površine preko koje prenose teret, ali se mogu izvesti i za kretanje po podu bez tračnica ili kao nepomični granici. Ako su nogari postavljeni samo s jedne strane mosta, a na drugoj su tračnice postavljene na razini glavnog nosača, takav se granik naziva poluportalni granik. [26]

Postoje i sljedeće vrste portalnih granika: skopivi aluminijski, radionički portalni, motorizirani portalni.

Osnovna podjela portalnih granika je podjela prema [26] položaju vitla, a mogu biti:

- S voznim vitlom
- S okretnim vitlom

#### *Portalni granik s voznim vitlom*

Portalni granici s voznim vitlom imaju most s jednim ili s dva punostijena ili rešetkasta nosača. Mostovi sa simetrično opterećenim jednim nosačem koji služe za prijenos komandne robe, grade se kao punostijeni nosači za raspone do 25 m i duljine mosta do 40 m. Za veće raspone, do 40 m, i veće duljine mosta upotrebljavaju se rešetkasti nosači zato što imaju manje plohe izložene vjetru.

#### *Portalni granik s okretnim vitlom*

Portalni granici s okretnim vitlom, koji su zapravo okretni granici s krutim ili pomičnim dohvatnikom grade se s jednostavnim i niskim nogarima. Zbog velike mase mosta, njihova je brzina vožnje malena i iznosi od 0,25 m/s do 0,5 m/s. Također zbog velike mase okretnog vitla ono ima manju brzinu vožnje od voznog vitla.

Proizvođači: Keinenburg, Abus, Konecranes



Slika 20. Portalni granik za rukovanje teretom u luci

IZVOR: <https://www.zagrebakouciliste.hr/programi/portalna-dizalica>

#### 4. Kran slagač

Kao najveću prednost kрана “slagača” izdvaja se činjenica da drugi poznati sistemi za visoko slaganje ne mogu osigurati veliku nosivost na određenoj visini dizanja koju ostvaruje ova vrsta granika. Od velikog značaja je i to što su ovi kranovi smješteni u “mrtav” prostor odnosno ispod krovne konstrukcije tako da pri rukovanju s teretom nisu potrebni radni hodnici velike širine. Za usporedbu s viličarima za visoko slaganje koji zahtijevaju idealno ravne i skupo izvedene podove radi osiguranja stabilnosti, kran-slagač, ne određuje nikakve uvjete po pitanju kvalitete podloge skladišta. Još jedna vrlo značajna prednost ove vrste kрана u odnosu na tehniku viličara je što se sa povećanjem visine podizanja tereta povećava i stabilnost. U skladištima pored rukovanja s paletama, kran-slagač se može vrlo uspješno primijeniti i na dio posla pretovara za utovar i istovar vozila. [27]



Slika 21. Kran slagač

IZVOR: Materijali iz predavanja Gorana Đukića Gospodarska logistika 2

## **5.2. TRENDVI GRANIK**

Granik (dizalica) predstavlja kategoriju skladišnih (građevinskih) strojeva koji se koriste za horizontalno pomicanje tereta. Opremljen je dizalim užetom, žičanim užetom i snopovima, a može se koristiti za podizanje teških tereta ili prijevoz na druga mjesta. Mehaničke prednosti koje stvaraju različite komponente na graniku mogu stvoriti snažnu čvrstoću. Dizajni granika evoluirali su tako da udovoljavaju zahtjevima različitih djelatnosti.

Glavni faktor koji utječe na tržišni udio su visoki početni troškovi potrebni za kupnju ovih novih strojeva. Troškovi održavanja povezani s tim dizalicama visoki su zbog skupe zamjene dijelova i nepostojanja certificiranih servisnih objekata u nekoliko regija. Visoka početna ulaganja u nabavku ovih strojeva obeshrabrila su nekoliko poduzeća, proizvođača i poduzeća u njihovoj nabavci. Kao rezultat toga, kupci se kreću prema mogućnostima najma i zakupa koji pružaju strojeve na dnevnoj, tjednoj i mjesečnoj najamnini, uz dobro održavane proizvode. Ove mogućnosti najma smanjuju troškove održavanja i održavanja opreme, omogućavajući kupcima nabavu naprednih strojeva kad god je to potrebno. [28]

### **5.2.1. Hidraulički prijenos**

Hidraulički prijenos se tijekom 60-tih godina počeo prvo primjenjivati na valjak. Potpuno hidraulični prijenos postigao se pomoću kočnice upravljačkog stroja, postojećeg hoda za kotače i drugih sustava. Takva vrsta prijenosa pojednostavljuje dizajn pogonskog i upravljačkog dijela, omogućuje glatko i lako rukovanje, jednostavno je za instalaciju.

### **5.2.2. Potražnja**

Zbog svoje svestranosti granici (dizalice) za skladišta pa i za terene čija je nosivost manja od 150 tona trenutno doživljavaju najveću potražnju u odnosu na gusjenične granike (dizalice) i manje dizalice čija potražnja godinama opada i manje su popularne.



### **5.2.3. Automatizacija**

Također jedan od velikih trendova kao i kod ostalih skladišnih transportnih sredstava je automatizacija dizalica/granika. Iako automatizacija postoji već dugi niz godina, napredak tehnologije kod dizalica u zadnje vrijeme učinio je automatizaciju još boljom. Postoje novi načini pogona kao što su računalne kontrole, laserski vođeni senzori, sustavi za izbjegavanje predmeta (time se smanjuje mogućnost zastoja u radu zbog nezgode)

### **5.2.4. Održavanje**

Kod održavanja se nekad koristi izraz “ako nije slomljeno, ne popravljaj” no, taj pristup je pogrešan jer sva sredstva treba održavati. Problem kod popravljanja nečega što nije pokvareno je čekanje i to znači prekid (stanka). Sredstva treba proaktivno održavati, tj. umjesto čekanja da se nešto pokvari treba vršiti kontrolu dizalica i na vrijeme uočiti kvar i popraviti ga. Kao i kod automatizacije postoji napredna tehnologija koja se koristi za praćenje stanja komponenti granika/dizalica. Na taj način osoba odgovorna za održavanja dobije točnu informaciju o stanju opreme i istrošenosti komponenti te ima vremena da zamijeni, popravi potrošeno/pokvareno. Sa takvom tehnologijom oprema ostaje duže na mreži. [29]

## **6. KONVEJERI**

Konvejeri (engl. Conveyor) su sredstva neprekidnog transporta kojima se materijal transportira vertikalno i horizontalno, a kao vučni element koriste lanac, čelično užje, motorne valjke itd. Primjenjuju se u prehrambenoj industriji, tekstilnoj industriji, rudarstvu, metaloprerađivačkoj industriji itd. Pogodni su za korištenje u raznim proizvodno-tehnološkim procesima, za transport materijala, tereta različitih fizičkih karakteristika. Danas se u proizvodnji konvejerskih segmenata uobičajeno koriste: pamuk, tkanina, koža, najlon, poliester, PVC, guma, silikon, čelik. Izbor materijala uvjetovan je stvarnom primjenom konvejeri.

Najpoznatiji proizvođači konvejera su: Daifuku Co., Ltd., Continental Conveyor, Bastian Solutions, Inc., Conveyor Systems Ltd, Dematic, Interroll (Švicarska) AG, Dürr AG, ATS Automation Tooling Systems Inc., Toyota Industries Corporation, Invata Intralogistika, Taikisha Ltd.

### **6.1. VRSTE KONVEJERA**

Kao i kod drugih transportnih sredstava postoje različite podjele konvejera. U ovome radu podijelit ćemo ih prema 2 kriterija, a to su prema elementu po kojem se materijal izravno prenosi i prema principu kretanja materijala.

Podjela konvejera prema elementima kojima se materijal kreće:

- a) Trakasti,
- b) Valjčani,
- c) Ovjesni,
- d) Lančani,
- e) Člankasti

Podjela konvejera prema principu kretanja materijala:

- a) Magnetni,
- b) Vibracijski,
- c) Pneumatski,

- d) Hidraulični,
- e) Klizne staze

### *1. Trakasti konvejer*

Trakasti transporteri čine najveću skupinu uređaja za kontinuirani transport. Razlog njihove masovne primjene u suvremenoj transportnoj tehnici potječe od njihove jednostavne konstrukcije i mnoštvu izvedaba, što im omogućuje univerzalnost primjene i pouzdanost rada. Koriste se za brz i neprekidan prijevoz tereta, i to najčešće onda kada je potreban ravnomjeren dotok materijala s mjesta utovara na mjesto istovara. Način utovara i istovara transportera može biti vrlo jednostavan i može se primjenjivati sve do automatskog ukreaja i iskreaja. Zahvaljujući svojim karakteristikama jednostavna konstrukcija, velika proizvodnost, mogućnost horizontalnog i kosog transportiranja materijala (s manjim usponom ili padom), velike duljine transportiranja, te miran i tihi rad – trakasti transporteri pronašli su svoju primjenu u brojnim industrijskim granama, u skladištima, na gradilištima, pri dobivanju i primarnoj preradi minerala. [30]

Osnovi dijelovi trakastog konvejera: [31]

- Traka,
- Pogonski bubanj,
- Povratni bubanj,
- Nosivi valjci,
- Povratni valjci,
- Uređaj za punjenje,
- Natezni uređaj,
- Otklonski uređaj,
- Uređaj za čišćenje trake,
- Uređa za pražnjenje



Slika 22. Trakasti konvejer

IZVOR: <http://herbas.hr/transporter-trakasti>

## 2. Valjčani konvejer

Valjčani konvejer ili valjčana staza je općeniti naziv za sredstva neprekidnog transporta namijenjena za transport komadnih materijala stazama s valjcima, kotačićima ili kuglicama kao nosivim elementima. Namjena valjčanog konvejera je transport od manjih (lakših) tereta do većih (težih) spremnika i paleti na udaljenosti i do 50 m te brzine do 1 m/s. Služi za povezivanje mjesta u proizvodnji, montaži, skladištu te služi za akumuliranje tereta, kao dijelovi većih sustava transporta i sustava za sortiranje. Izvedbe mogu biti i s pogonom, i bez pogona. Prijenos vučne sile može biti lancima remenima ili trakom. Osim pravocrtnog, postoji mogućnost promjene smjera toka materijala sa zakrivljenim valjčanim stazama te također postoji mogućnost transporta silom teže, a to su takozvani gravitacijski valjčani konvejer.



Slika 23. Valjčani konvejer

IZVOR: <https://repozitorij.vuka.hr/islandora/object/vuka%3A712/datastream/PDF/view>

### 3. Lančani konvejer

Lančani konvejeri su sredstva neprekidnog transporta s namjenom transportiranja prvenstveno teškog tereta, bilo vodoravno, koso ili okomito. Zadaću vučnog elementa, a često i nosivog, obavlja kontinuirani lanac. Vrlo su robusni i izdržljivi pa obično transportiraju one proizvode koji se ne mogu valjčanim konvejerima, na primjer palete, industrijska ambalaža, itd.



Slika 24. Lančani konvejer

IZVOR: [https://promid.hr/hr/metalna\\_proizvodnja/lancani-transporteri-14](https://promid.hr/hr/metalna_proizvodnja/lancani-transporteri-14)

### 4. Člankasti konvejer

Člankasti konvejeri prikazan na Slici 25. su sredstva neprekidnog transporta s namjenom transportiranja sipkih i komadnih materijala vodoravno i koso. Zadaću vučnog elementa obavlja lanac, a nosivi elementi su članci raznih profila. Namjena je slična trakastom konvejeru (nema oštećivanja trake). Plastični članci su vrlo izdržljivi i povezani mostovima od nehrđajućeg čelika što konvejeru omogućava dugi vijek trajanja. [32]



Slika 25. Člankasti konvejer

IZVOR: <https://repozitorij.vuka.hr/islandora/object/vuka%3A712/datastream/PDF/view>

## 5. *Ovjesni konvejer*

Ovjesni konvejeri su sredstva neprekidnog transporta namijenjena za transport komadnog materijala raznih dimenzija i težina, s glavnom karakteristikom korištenja visine i ne zauzimanja podne površine. Najčešće nalaze primjenu u serijskoj proizvodnji raznih grana industrije. Osim obavljanja funkcije transporta, često znaju imati primjenu i u obavljanju neke tehnološke operacije: čišćenje, bojanje, sušenje, pjeskarenje i dr. Razlikujemo dvije izvedbe ovjesnih konvejera – jednostazni i dvostazni.

Tipične dvije izvedbe ovjesnih konvejera – jednostazni i dvostazni.



*Slika 26. Ovjesni konvejer*

IZVOR:

[https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/24\\_04\\_2013\\_18782\\_TRANSPORTNI\\_SUSTAVI\\_2.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/24_04_2013_18782_TRANSPORTNI_SUSTAVI_2.pdf)  
f

## 6. *Vibracijski konvejer*

Vibracijski konvejeri su robusna oprema za transport koja se koristi za sitne do grubozrnaste rasute materijale. Bilo da se radi o prašnim materijalima, šljunku ili grubim komadima materijala. Izuzetno su izdržljivi pod uvjetom da se ovi materijali prenose vodoravno, koso i okomito. Jedino ograničenje proizlazi iz dizajna ovjesa.

Međutim, vibracijski transporteri su relativno nepropusni za zagušenja ili blokade kanala transportnih kanala. Obično opet rade bez intervencije.

Vibracijski transporter se kreće prema gore pod sinusnim kutom u smjeru transporta. Svakim dodavanjem prema naprijed podiže materijal ovisno o parametru lijevanja i gura ga u željenom smjeru. Tijekom obrnutog materijala, materijal ostaje nepomičan zbog svoje inercije i smjera transportera. [33]



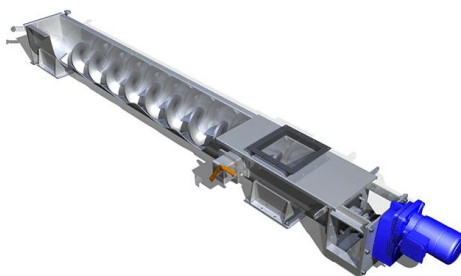
Slika 27. Vibracijski konvejer

IZVOR: <https://www.bruks-siwertell.com/conveying/vibrating-conveyor>

### 7. Pužni konvejer

Vijčani transporter ili pužni transporter je mehanizam koji za pomicanje tekućih ili granuliranih materijala koristi rotirajući spiralni vijak, nazvan „leteći“, koji se ugrađuje u cijev ili korito. Koriste se u mnogim industrijama za rasuti teret. Pužni transporteri u modernoj industriji često se koriste vodoravno ili u blagom nagibu kao učinkovit način za premještanje polučvrstih materijala, uključujući otpad od hrane, drvene sječke, agregate, žitarice, stočnu hranu, kotlovski pepeo, mesni i koštani obrok, čvrsti komunalni otpad i mnoge druge vrste materijala. Prva vrsta pužnog transportera bio je Archimedesov vijak, koji se od davnina koristio za ispumpavanje vode za navodnjavanje.

Kada prostor dopušta, korištenje nagnutog vijčanog transportera vrlo je ekonomična metoda uzdizanja i prenošenja materijala. Kako se kut nagiba povećava, kapacitet određene jedinice brzo se smanjuje. Općenito pravilo vrijedi 45 stupnjeva ili manje, u protivnom će materijal pasti unatrag iznad leta i ne doputovati na predviđeno odredište. [34]



Slika 28. Pužni konvejer

IZVOR: <https://www.kwsmfg.com/engineering-guides/screw-conveyor/types-of-screw-conveyors>

## 8. Klizne staze

Klizne staze su sredstva iz grupe neprekidnog transporta kod kojih se za kretanje materijala koristi sila teža. Imamo kose (ravne) i spiralne klizne staze. One se primjenjuju se za povezivanje dva uređaja, kao dodavači komadnog materijala, za povezivanje katova pogona ili skladišta. Prednosti su mogućnost akumuliranja tereta i jeftina izvedba, a nedostatak otežana kontrola orijentacije tereta, mogućnost prevrtanja, te blokiranja.



Slika 29. Klizne staze

IZVOR: <https://www.adamsmith.org/blog/short-termism-n-electric-boogaloo>

## 9. Elevator

Elevatori su sredstva neprekidnog transporta namijenjena transportu sipkog (posebne izvedbe i komadnog) materijala, najčešće okomito i pod većim kutom. U osnovnoj izvedbi elevator transportira materijal u posudama koje su montirane na vučni element – traku ili lance. Elevatori transportiraju materijal na nekoliko desetaka metara (ima izvedbi i preko 100 m), brzine trake do 3.5 m/s, lanca do 1 m/s. Najčešće se primjenjuje u prehrambenoj i kemijskoj industriji, proizvodnji građevinskog materijala, ljevaonicama i sličnim granama industrije.





Slika 30. Elevator za žitarice

IZVOR: <https://www.mojkvart.hr/Varazdin/Varazdin/Metal-i-metalni-proizvod-proizvodnja-skladistenje/silos-metal-plastika>

### 10. Pneumatski elevator

Uređaji pneumatskog transporta primjenjuju se za transport sipkog materijala cjevovodima pomoću struje plinova, najčešće zraka. Posebne izvedbe mogu se koristiti za transport komadnog materijala. Glavne prednosti su zatvoreni sustav transporta (cijevi), te mogućnost skretanja i transportiranja materijala u svim smjerovima.

VRSTE: usisni, tlačni i kombinirani



Slika 31. Pneumatski konvejer (elevator) za žitarice

IZVOR: [https://www.alibaba.com/product-detail/Moblible-Pneumatic-Conveyor-Corn-Rice-Grain\\_60789966774.html](https://www.alibaba.com/product-detail/Moblible-Pneumatic-Conveyor-Corn-Rice-Grain_60789966774.html)

## 6.2. TRENDОВI KONVEJERA

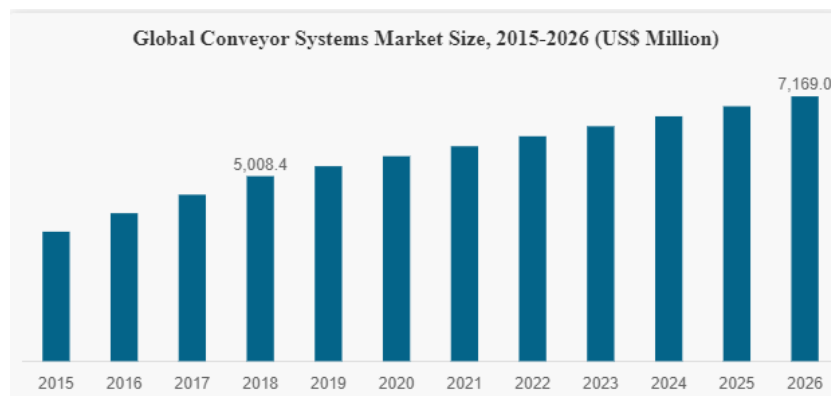
Konvejski (transportni) sustavi igraju ključnu ulogu u opremi za rukovanje materijalima. Prema [35] Europsko tržište u 2018. godini procjenjuje se na 924,3 milijuna, čime se pojavljuje kao obećavajuća regija za globalno tržište. Regija (Europa) svjedoči rastu usvajanjem automatizacije u proizvodnim jedinicama, uz sve veću primjenu naprednih tehnologija, kao što su IOT (eng. Internet of things), RFID (eng. Radio-frequency identification) i AI (eng. Artificial Intelligence [36]. Očekuje se da će povećanje troškova radne snage, zajedno s ograničenjem infrastrukture, potaknuti rast transportnih sustava u regiji.

Internet of things ili IoT je sustav međusobno povezanih računalnih uređaja, mehaničkih i digitalnih strojeva, predmeta ili ljudi koji se pružaju jedinstvenim identifikatorima i mogućnostima prijenosa podataka putem mreže bez zahtijevanja interakcije na relaciji čovjek-čovjek ili čovjek-računalo. [37]

Radiofrekventna identifikacija ili Radio Frequency Identifikation - RFID je tehnologija koja koristi tehniku frekvencijskih radiovalova za razmjenjivanje podataka između čitača (reader) i uređaja koji se zove transmitter (tag)/transponder. Tag sadrži silikonski mikročip i antenu. Antena odašilje radiovalove te na taj način šalje podatke s mikročipa koji se putem čitača unose u računalo. Transponder se nalazi na proizvodnoj ambalaži i sadrži jedinstveni serijski broj. RFID tehnologija se pretežno koristi za identifikaciju ambalažiranih proizvoda koje treba transportirati, skladištiti ili periodično popisivati i predstavlja vrstu elektronske pametne ambalaže (smart packing). [38]

Umjetna inteligencija (AI), koja se ponekad naziva i strojna inteligencija, inteligencija je koju demonstriraju strojevi, za razliku od prirodne inteligencije koju prikazuju ljudi i životinje. [39] Umjetna inteligencija (AI) odnosi se na simulaciju ljudske inteligencije u strojevima koji su programirani na mišljenje kao ljudi i oponašaju njihovo djelovanje. Može se primijeniti na bilo koji stroj koji pokazuje osobine povezane s ljudskim umom, poput učenja i rješavanja problema. Umjetna inteligencija temelji se na načelu da se ljudska inteligencija može definirati na način da je stroj lako oponaša i izvršava zadatke, od najjednostavnijih do onih koji su još složeniji. Ciljevi umjetne inteligencije uključuju učenje, rasuđivanje i percepciju.

Prema tipu, povećava se potražnja za trakastim, vertikalnim, člankastim i valjčanim transporterima. Među njima su ravne transportne trake (trakasti konvejer) kao segment kretanja materijala u velikom porastu u odnosu na druge.



Slika 32. Vrijednost konvejskog sustava po godinama

IZVOR: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/conveyor-systems-market-101116>

### 6.2.1. Tih rad

Industrijsko radno mjesto obično je prometno i bučno, tako da transportni uređaji tome ne bi trebali dodati više buke. Proizvođači konvejera sve češće zamjenjuju starije lančane transportere (konvejere) automatiziranim transporterima. Mnogi se koriste nevjerojatno energetski učinkovitim 24 V dc valjcima, kao što su Itoh Denki i Interroll valjci s motorom, koji nude tiši rad. Ovi su motori niskog napona s relativno malim okretnim momentom, tako da su dovoljno tihi i glatki da ljudi mogu raditi u neposrednoj blizini. [40]

### 6.2.2. Iskorišten prostor

Proizvođači konvejera dugo su pokušavali dobro iskoristiti tvornički prostor koji zauzimaju konvejeri. Na primjer, pionir dizajna transportnih strojeva Jervis B. Webb izumom i inovacijama omogućuje tvrtkama da koriste prostor iznad tvornice za nadzemne transportne trake.

Na primjer, kamion i prikolica koji se kreću niz autocestu možda se kreću automatiziranim transporterima na kotačima. Tvrtke koriste traktorske prikolice za isporuku

valjka transportera do 244 metara do postrojenja za montažu. Transportni uređaji osiguravaju brzi ukrcaj i istovar proizvoda, kontinuirano ostaju u kritičnim redosljedima proizvodnje i uvijek čuvaju lako oštećenu gornju površinu kotača. [41]

### **6.2.3. Fleksibilnost**

Visoko automatizirani transporteri (konvejeri) su fantastični u svojoj primjeni, ali ponekad mogu biti manje iskoristivi. Iako su roboti vrlo fleksibilni, alati potrebni za robote da drže dijelove u položaju često su skuplji od samog robota. Vrste transportnih traka poput jednostavnih transportnih traka ili konvejera s valjkom povoljnije su mogućnosti za napredovanje svojih napora za produktivnost. Lakši rast, manje pokreta, manje naginjanje i manje potrošnje energije. [40]

### **6.2.4. Brz rad**

Vrijeme provedeno za stavljanje u pogon velikih transportnih traka može biti veliko. Ali to se vrijeme može značajno smanjiti ako transporter koristi raspodijeljenu, autonomnu kontrolu. Proizvođači transportera već godinama koriste distribuirane startove motora, kao što su Rockwell Allen-Bradley ArmorStart. Transporteri s pogonom na 24 V istosmjernе mreže spojeni na internet ("Internet stvari") mogu smanjiti vrijeme provedeno na terenu od strane proizvođača transportnih strojeva i njihovih skupih inženjera koji upravljaju instalacijom i rješavanjem problema.

Na primjer, s manje od 200 dolara, Interrollsova MultiControl kartica kontrolira do četiri motora MDR, povezuje se na različite mreže i pruža unaprijed programirane raspodijeljene upravljačke rutine. Jednostavnijim riječima, on kontrolira međuspremanje i punjenje linija bez skupih središnjih procesora ili puno inženjera. [42]

### **6.2.5. Nadogradnja postojećeg**

Nova godina je sjajno vrijeme za čišćenje i razmišljanje o novoj opremi, ali prije nego što se izbací stari gravitacijski valjkasti transporter, može ga se nadograditi na motorizirani valjkasti transporter. Tvrtke poput Ultimation-a razvile su dodatnu opremu za pretvorbu postojećih gravitacijskih valjkastih transportera koristeći Itoh Denki ili Interroll MDR tehnologiju.

U setove se ubrajaju sve potrebne za pretvorbu, uključujući napajanje, motore, gravitacijske valjke s praznim hodom, pogonske remene, kablove i dobavljače napajanja. Neki od kupaca Ultimation-a imaju kilometre gravitacijskog valjka, koje će na kraju pretvoriti u motorizirane transportne trake.

Današnji transporteri nude mnogo inovacija koje povećavaju efikasnost rukovanja materijalom. [43]

### **6.2.6. Napredni materijali**

Metalni remeni primjer su naprednih konvejskih segmenata. Oni su otporni na bakterije, imaju jako dobre postupke čišćenja. Koriste se u industriji hrane. Koristi se i razni drugi materijali kako bi konvejeri bili što otporniji na kvarove i oštećenja.

### **6.2.7. Pametni konvejeri (transporteri)**

Također i konvejeri kao i ostala skladišna oprema postaju pametniji, tj. padaju pod utjecaj automatizacije. Opremljeni su dodatnim tehnologijama pomoću kojih imaju komunikaciju sa drugim transportnim sredstvima (robotima, strojevima na liniji). To im omogućuje razvoj softvera i hardvera. [44]

## **7. AUTOMATIZIRANA TRANSPORTNA SREDSTVA**

Automatski vođena vozila su definirana kao vozila s vlastitim pogonom, vlastitim izvorom energije te uređajima za prekrcaj i namijenjena transportu materijala. Druga definicija automatski vođenih vozila, poznata i kao AGV vozila (eng. Automated Guided Vehicle), kaže da su to podna transportna vozila bez vozača, kojima se upravlja putem računala, najčešće su na električni pogonom s baterijama. Bitno je naglasiti da su ova vozila bez vozača tj. ona su sposobna funkcionirati bez operatera pri čemu se daje poseban naglasak na činjenicu da smanjeni troškovi za plaću radnika koja iznosi u neautomatiziranim procesima do oko 75% troškova. [45]

Proizvođači:

- Bastian Solutions (Japan),
- Daifuku Co. (Japan),
- Dematic (SAD),
- Hyster & Yale (SAD),
- Ungerech (Njemačka),
- KION (Njemačka),
- Kuka (Njemačka),
- Mecalux, S. A. (SAD),
- Murata Machinery (Japan),
- Seegrid (SAD),
- Swisslog (Švicarska),
- Toyota Motor Corporation (Japan),
- Transbotics (SAD),
- Yokogawa (Japan)

### **7.1. VRSTE AUTOMATIZIRANIH TRANSPORTNIH SREDSTAVA**

Postoje različite vrste AGV vozila sa različitim karakteristikama što omogućava njihovu široku primjenu. Osnovna podjela AGV vozila je na:

1. Vučna AGV vozila
2. AGV vozila jediničnih tereta
3. Paletna AGV vozila
4. AGV viličari

#### *1. Vučno AGV vozilo*

Automatski vođena vučna vozila (eng. AGV (Towing Vehicles)) bila su prva vrsta tih vozila, a koriste se još i danas, ona su najstariji i najpopularniji tip AGV vozila. Mogu vući više prikolica/vagona pa im se kapacitet kreće od 4 do 25 tona. [46] Obično imaju primjenu u transportu tereta u/iz skladišta (prijemna i predajna zona), a kako se radi o velikim količinama materijala najčešće služe za punjenje i pražnjenje vozila vanjskog transporta. Uglavnom im je primjena u transportu većih količina tereta.



*Slika 33. Vučno AGV vozilo*

IZVOR: [http://repositorij.fsb.hr/2135/1/21\\_02\\_2013\\_Zavrzni\\_rad\\_AGV\\_konacna\\_verzija.pdf](http://repositorij.fsb.hr/2135/1/21_02_2013_Zavrzni_rad_AGV_konacna_verzija.pdf)

#### *2. AGV vozilo jediničnih tereta*

Vozila jediničnih tereta (eng. Unit load AGV) opremljena su s platformama koje omogućavaju transport jediničnih tereta (pojedinačni komadi, kutije, sanduci, palete), a najčešće i automatski pretovar (pomoću podiznog stola, lančanog, trakastog ili valjčanog konvejera, teleskopskih vilica...) na način da se roba utovari na postolje koje se nalazi na vozilu i dalje se prevozi i pretovaruje. Vozila jediničnih tereta se još nazivaju platformska vozila. Ova vrsta AGV vozila se primjenjuje kod transporta na kraće udaljenosti s visokim protokom. [47]



Slika 34. AGV vozilo jediničnih tereta

IZVOR: <http://www.jerviswebb.co.uk>

### 3. Paletno AGV vozilo

Automatski vođena paletna vozila (eng. pallet truck AGV) konstruirana su za transport paletiziranog materijala, utovarom s poda i istovarom na pod pri čemu se palete podižu nekoliko centimetara od poda, čime se eliminira potreba za fiksnim mjestima za odlaganje jedinica transportiranja. Imaju mogućnost ograničenog vertikalnog kretanja tereta, dosezanje paleta na policama ili policama na maloj visini. Utovar takvih vozila može biti na dva načina: [47]

- s automatskim utovarom (nužnost točnog pozicioniranja za utovar) i
- s ručnim utovarom (potreba za operaterom koji rukuje vozilom pri utovaru)



Slika 35. Paletno AGV vozilo

IZVOR: [http://www.frog.nl/L\\_sungen/PalletMovers.newlang=en](http://www.frog.nl/L_sungen/PalletMovers.newlang=en)



#### 4. AGV viličar

Automatski vođeni viličari (eng. fork truck AGV) najnoviji su tip AGV vozila, po svojem izgledu i funkciji bliski klasičnim izvedbama viličara. Uz transport, mogućnost pretovara paletiziranog materijala ne samo na razini poda, već i na višim razinama, čini ih pogodnima i opravdanima za primjenu u sustavima gdje je potrebna potpuna automatizacija i veća fleksibilnost u povezivanju s ostalim podsustavima. [45]

Najnoviji trend automatski vođenih viličara omogućuje automatiziranu dostavu, primjenu u skladišnom poslovanju te u utovaru i istovaru robe u/iz skladišta, te također omogućuje i pretovar u vozila vanjskog transporta(kamioni i sl.) bez ručnog upravljanja. Jedan primjer AGV viličara prikazan je na slici 36.



Slika 36. AGV viličar

IZVOR: <https://izvozniki.finance.si/347414/Avtomatsko-vođeni-vilicarji-delajo-24-ur-na-dan?cctest&>

## 7.2. VOĐENJE AGV VOZILA

Kao što je već rečeno u prethodnom poglavlju AGV vozila su vozila kojima upravlja računalo, dakle vozila bez vozača. Na temelju gore navedenog postavlja se pitanje kako AGV-ovi izbjegavaju sudare, fiksne i trenutne prepreke u svom kretanju. Za izbjegavanje nabrojanog zadužena je funkcija vođenja AGV vozila. Prema [48] vođenje AGV vozila može biti izvedeno na dva načina i to su:

- Vođenje fiksnim putevima
- Vođenje slobodnim putevima

Vođenje fiksni putevima – vođenje fiksnim putevima je postavljeno na određena fiksna mjesta i ne može se lako mijenjati, a da bi se promijenili pravci kretanja mora doći do manjih zahvata ili čak kompliciranijih građevinskih radova.

Vođenje slobodnim putevima - kod vođenja sa slobodnim putevima vozilo prati nevidljivu definiranu stazu. U ovim metodama navigaciju vozila obavlja programska podrška tj. softver (eng. Software).

### **7.3. PRIMJENA AGV VOZILA U SKLADIŠTIMA**

Primjena automatiziranih vozila u skladištima sve je učestalija. Pri čemu se automatizirana vozila već duže vremena koriste za obavljanje određenih transportnih zadataka unutar skladišta što je zapravo i osnovna funkcija tih vozila u skladišnom okruženju. U novije vrijeme primjena je proširena na obavljanje i ostalih skladišnih aktivnosti, kao što su uskladištenje i iskladištenje robe, komisioniranje te istovar i utovar robe iz odnosno u vozila vanjskog transporta. [49]

#### **7.3.1. Primjena u procesima uskladištenja i iskladištenja**

AGV vozila imaju primjenu u operacijama uskladištenja i iskladištenja robe u skladištima. Ovisno o vrsti skladišta, načinu skladištenja mogu se rabiti razna AGV vozila. Najčešći primjeri upotrebe za uskladištenje i iskladištenje su AGV viličari. AGV viličari su prilagođeni različitim teretima i različitim zadacima. Svako skladište može imati koristi od korištenja AGV vozila za prijevoz tereta u automatizirano skladište, kao dodatna korist je softwar-e za kontrolu pohranjivanja jedinica skladištenja na skladišnim lokacijama i mogućnost izuzimanja istih tih skladišnih lokacija na zahtjev jednostavnim pritiskom na gumb.

Zbog uskih tolerancija strojarskih proizvoda rukovanje proizvodima u npr. automobilske industriji mora biti relativno nježno i točno zbog čega je upotreba AGV vozila očit odabir. Osim toga, AGV vozila omogućavaju veći protok što je zasigurno poželjno u skladištima u kojima se uvijek zaprima i izdaje roba. [50]



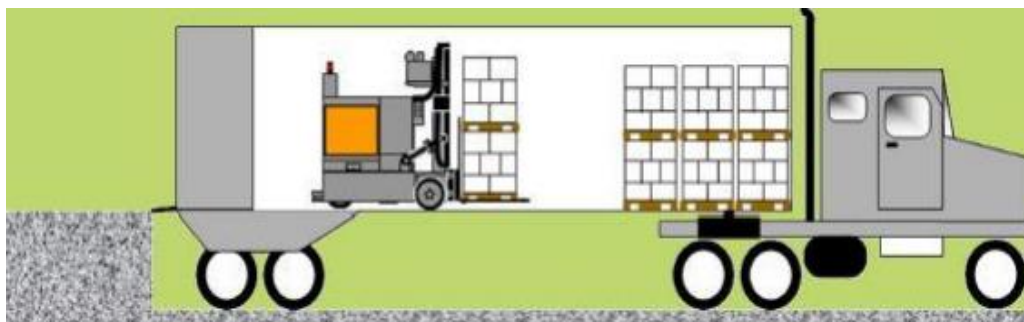
*Slika 37. AGV vozilo (viličar) u procesu uskladištenja papira*

IZVOR: [http://repozitorij.fsb.hr/2135/1/21\\_02\\_2013\\_Zavrzni\\_rad\\_AGV\\_konacna\\_verzija.pdf](http://repozitorij.fsb.hr/2135/1/21_02_2013_Zavrzni_rad_AGV_konacna_verzija.pdf)

### **7.3.2. Primjena u procesima utovara (ukrcaja) i istovara (iskrcaja)**

U pogledu upotrebe automatski vođenih vozila prilikom utovara odnosno istovara robe iz kamiona ili sličnog prijevoznog sredstva vanjskog transporta, taj način upotrebe AGV vozila spada u novije primjene automatski vođenih vozila. Utovar/istovar robe je zahtjevna radnja pa su prema tome AGV vozila koja obavljaju taj proces sofisticiranija i složenija od onih koji služe za uskladištenje/iskladištenje robe. To su uglavnom viličari izvedeni tako da imaju senzore sa bočnih strana kako bi mogli očitavati i provjeravati unutrašnjost kamiona(prikolice) u koji ulaze.

Kod pretovara tereta u vozila vanjskog transporta razvijen je sustav „Savant Loader“ koji omogućuje AGV viličaru ulazak u prikolicu bez ikakvog ručnog upravljanja na način da se prilagođava duljini prikolice, obliku i popunjenosti. To je omogućeno sensorima na samom AGV vozilu. Osim toga, sustav automatski prepoznaje kut i nagib prikolice i prilagođava se tom položaju. Sustav za navođenje je izveden inercijalno i omogućuje transport paletizirane robe unutar konvencionalnih prikolica [50]. Ovaj sustav prati podatke i prepoznaje koliko točno paleta stane u prikolicu. To je omogućeno modernom programskom podrškom. [51]



Slika 38. Prikaz AGV viličara prilikom ulaska u kamion i pretovara paletiziranog materijala bez ručnog upravljanja Savant Loaderom

IZVOR: [http://repositorij.fsb.hr/2135/1/21\\_02\\_2013\\_Zavrzni\\_rad\\_AGV\\_konacna\\_verzija.pdf](http://repositorij.fsb.hr/2135/1/21_02_2013_Zavrzni_rad_AGV_konacna_verzija.pdf)

### 7.3.3. Primjena u povezivanju skladišnih zona

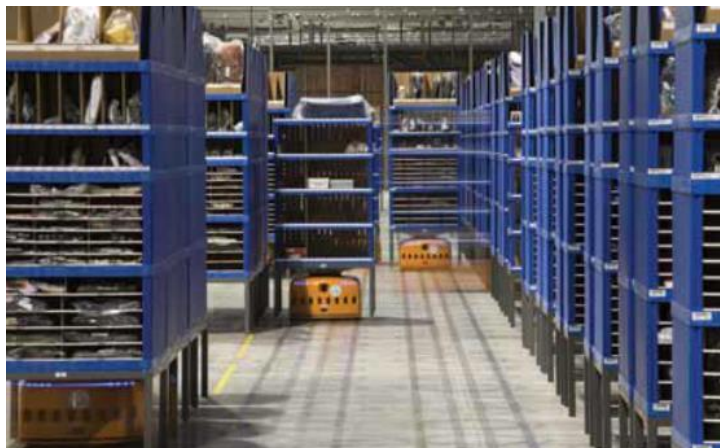
Da bi skladište funkcioniralo i da bi zone bile međusobno povezane rabe se vučna vozila s prikolicama u obliku paletnih ili poličnih regala. Prilikom povezivanja skladišnih zona koriste se vučna AGV vozila koja imaju priključne prikolice (više komada), u obliku skladišnih regala na kotačima. Korištenjem ovog načina transporta postiže se maksimalna iskoristivost vozila i jednog prolaza AGV vozila. Ovim načinom možemo prevesti i nekoliko desetaka puta više paleta nego s paletnim vozilima.

Ovakvim načinom povezivanja skladišnih zona pomoću AGV vozila osim smanjenja potrebnog broja vozila, a samim time i vozača (radne snage), drastično su smanjeni ukupni transportni putevi, a znatno je povećana i sigurnost prometa.

### 7.3.4. Primjena u sustavu komisioniranja

Primjena automatski vođenih vozila u sustavima skladištenja i komisioniranja je uglavnom primjena malih AGV vozila i to kod komisioniranja kutija i pojedinačnih dijelova. Kutije u paletnim jedinicama na posebnim nosačima („CaseFetch“) ili u poličnom regalu na posebnom nosaču („ItemFetch“) uskladištene su u centru skladišta. Funkcija ovih vozila je dobivanje naredbe za odlazak na određenu lokaciju koja je definirana koordinatama skladišta i podizanja cijelog regala i transport regala do radne stanice na kojoj radnik obavlja komisioniranje i nakon toga vozilo odvozi regal na mjesto na kojem je regal bio.

Kiva „ItemFetch“ skladište je napravljeno na principu kao „branje“ [48]. Vozila dovoze regale do operatera (slika 39.) koji izuzima iz raznih kutija ono što mu je potrebno i vozila nastavljaju svoje kretanje. Dakle ovaj način rada omogućuje operateru pristup bilo kojoj zoni skladišta da bi izuzeo potrebne predmete. Ovaj način rada omogućuje skraćanje vremena rada bolje iskorištenje operatera.



*Slika 39. Prikaz skladišta sa podnim KIVA AGV vozilom*

IZVOR: [http://repositorij.fsb.hr/2135/1/21\\_02\\_2013\\_Zavrzni\\_rad\\_AGV\\_konacna\\_verzija.pdf](http://repositorij.fsb.hr/2135/1/21_02_2013_Zavrzni_rad_AGV_konacna_verzija.pdf)

## **7.4. TRENDОВИ АУТОМАТИЗИРАНИХ ТРАНСПОРТНИХ СРЕДСТАВА**

Europa je jedno od najistaknutijih tržišta na globalnom tržištu automatiziranih vođenih vozila zbog sve veće upotrebe industrijskog i domaćeg prostora i naglog tehnološkog napretka u robotizaciji i automatizaciji. Povećanje potražnje za elektronikom i maloprodajnim proizvodima te rastuća automobilska industrija podržava tempo ponude proizvoda. Očekuje se da će prednosti poput vremenske učinkovitosti, preciznosti i točnosti koje nude AGV-ovi u različitim industrijama, uključujući automobilsku proizvodnju i proizvodnju, povećati potražnju. U Europi Njemačka najviše dominira na tržištu automatiziranih vođenih vozila zbog velike radne snage.

AGV su visoko usvojeni zbog nekoliko prednosti, poput smanjenih troškova rada, smanjenog oštećenja proizvoda, povećane produktivnosti i razmjera koji podržavaju procese automatizacije. Ove značajne prednosti potiču prijevoznike i logističke tvrtke na raspoređivanje AGV-a kako bi se povećala učinkovitost njihovog poslovanja. Zahvaljujući

brzom tehnološkom napretku u robotizaciji i automatizaciji, proizvodni sektor je svjedočio povećanom usvajanju robotskog inženjerstva i tehnologije u svoj proizvodni proces.

#### **7.4.1. Vrsta vozila**

Na temelju vrste vozila, tržište automatiziranih vođenih vozila (AGV) podijeljeno je na nekoliko vrsta, a to su vučno AGV vozilo, AGV vozilo jediničnih tereta, paletno AGV vozilo, AGV viličar, hibridna vozila (vozila koja imaju kombinaciju elektro-baterijskog pogona sa dizel motorom, hibridna vozila zahtijevaju manji kapacitet baterija za razliku od električnih) [52] i drugo [53]. AGV sredstva koriste se za isporuku paleta, velikih spremnika i rukovanje drugom vrstama robe. Također pruža mogućnost učinkovitog planiranja zadatka smanjenjem prometa na prolazu i oštećenja proizvoda. Nadalje, AGV-ovi sa opterećenjem jedinice koriste se na mjestu viličara koji zahtijevaju rad zaposlenika. Ova su AGV transportna sredstva odlična za velike udaljenosti, ponavljajuće zadatke i za opasna područja. Također, ovo su autonomni roboti, koji posljedično smanjuju potrebu za ljudskim radom i poboljšavaju sigurnost radnika. Praćenje vremena i isporuka proizvoda dodatne su prednosti a koji ih čine učinkovitim za otpremu velikih proizvoda.

#### **7.4.2. Navigacijska tehnologija**

Na temelju navigacijske tehnologije tržište je podijeljeno na magnetsko navođenje, lasersko navođenje, prirodnu navigaciju, induktivno navođenje i druge. Potreba inteligentnog i učinkovitog usmjeravanja doprinosi sve većem prihvaćanju automatiziranih vozila. Napredak u računalnom pogledu i srodnim softverskim rješenjima omogućava AGV vozilu bolju analizu okoliša u stvarnom vremenu, čime se povećava potražnja za AGV-ovima za rad u zahtjevnim okruženjima, poput manevriranja značajnim komponentama kroz uske prolaze.

Nadalje, vizija zasnovana na kameri koja je dostupna u AGV vozilima, a koju nadopunjuju LiDAR senzori i računalni sustavi, pomaže u osiguravanju precizne navigacije unutar proizvodnih pogona i skladišta. Kamere instalirane na tim vozilima mogu pomoći pri dobivanju informacija i otkrivanju prepreka. To također može pomoći u analizi

infrastrukture u stvarnom vremenu unutar objekata. Informacije koje pružaju LiDAR senzori i kamere mogu pomoći u stvaranju 3D slike operativnog područja. [54]

#### **7.4.3. Implementacija AGV vozila u skladišta**

Poduzeća koja nadograđuju svoje postojeće pogone i grade nove objekte agresivno prihvaćaju moderne sustave za skladištenje i automatiziranje skladištenja i drugu opremu za rukovanje materijalima kako bi uštedjeli na troškovima rada i povećali učinkovitost i produktivnost. Tvrtke za logistiku i skladištenje pokušavaju zadržati svoju konkurentnost odabirom viših regala, kompaktnih rasporeda i uskih prolaza u svojim distribucijskim objektima. Istodobno, oni pokušavaju povećati učinkovitost svog poslovanja u skladu s rastućom potražnjom za njihovim uslugama.[55]. Te tvrtke posebno implementiraju AGV rješenja jer mogu precizno i učinkovito manevrirati uskim hodnicima i kompaktnim izgledima, zajedno s povećanjem pouzdanosti procesa skladištenja. Očekuje se da će rastuća potražnja za AGV-ovima od logističkih i skladišnih tvrtki potaknuti rast tržišta AGV-a.

#### **7.4.4. Upotreba AGV vozila u industriji**

Rastuće usvajanje AGV-a u različitim industrijama može se pripisati prednostima koje AGV nudi u pogledu produktivnosti, sigurnosti i točnosti. AGV-ovi su opremljeni kamerama, laserskim glavama i drugim sensorima koji im pomažu u sigurnom radu oko strojeva, građevina i zaposlenika. Iako operatori mogu raditi pogreške koje mogu dovesti do nesreća u proizvodnom ili distribucijskom postrojenju, AGV-ovi mogu pomoći u poboljšanju točnosti radnih tokova, smanjujući na taj način otpad i povećavajući produktivnost.

#### **7.4.5. Komponente**

Na temelju komponente, tržište je razdijeljeno na hardver, softver i uslugu. Očekuje se da će segment usluga pružiti značajan rast tijekom predviđenog razdoblja. Rast se može

pripisati rastućoj potražnji krajnjih korisnika za raznim uslugama, koje uključuju preventivno i korektivno održavanje, provjeru zdravlja vozila i softvera te obuku zaposlenika koji su izravno ili neizravno uključeni u rad AGV-a. Međutim, hardverski segment dominirao je tržištem u 2019. godini [56], zahvaljujući sve većim implementacijama suradničkih robota za smanjeni ljudski rad i zamjenu za ponavljajuće zadatke u proizvodnim ili distribucijskim postrojenjima.

AGV-ovi su postali oslonac u radu distribucijskih centara i proizvodnim pogonima u kojima se zadaci vrlo ponavljaju i standardiziraju. Na temelju zahtjeva, automatizirana vozila su dostupna za razne industrije, poput farmaceutskih proizvoda, automobila, skladišta i distribucije te hrane i pića. Na temelju intenziteta zadatka, AGV-ovi su dostupni u različitim nosivosti od 3 kg do 65 tona. Dostupnost raznih hardverskih rješenja u tim vozilima, kao što su koboti (roboti koji rade u fizičkoj interakciji sa ljudima u zajedničkom radnom prostoru. Totalno su funkcionalno u suprotnosti sa klasičnim robotima, dizajniranim da rade samostalno ili sa ograničenim vodstvom, kako većina industrijskih robota i radi) [57], oprema za rukovanje materijalima, zupčanik i pogoni, pridonijela je najvećem udjelu hardverskog segmenta na tržištu.

#### **7.4.6. Induktivni prijenos energije**

Tehnička inovacija koja se sve više koristi u području AGV-a je induktivni prijenos energije također poznat kao induktivno spajanje. Ova tehnologija prenosi električnu energiju između dva kruga kroz zajedničko magnetsko polje. U smislu AGV-a, primarni krug je provodnik ugrađen u zemlju, dok je sekundarni krug hvataljka pričvršćena na donju površinu vozila. Pojačavanjem vodiča stvara se magnetsko polje inducirajući struju u induktoru unutar šarke vozila. Treba razlikovati dva osnovna principa induktivnog prijenosa snage. [58] Prvi opskrbljuju vozilo neprekidno energijom. To zahtijeva postavljanje primarnog vodiča na cjelokupni tijek vožnje. Prednost je u tome što vozila ne trebaju baterije na vozilu. U drugom slučaju vozilo je opremljeno ugrađenom baterijom i na taj način može nadoknaditi prekid induktivnog napajanja. Akumulator vozila mogao se puniti induktivno u jednom trenutku, na više točaka ili na određenom dijelu staze.



#### 7.4.7. Senzorski i sigurnosni sustavi

Novi obećavajući pristup je opremanje AGV-a i drugih vozila sustavom za izbjegavanje sudara. Ovaj će sustav odrediti položaj svakog vozila i trenutno ga prenositi drugim vozilima kako bi upozorio vozače ili centralni navigacijski sustav na izbjegavanje sudara. To će značajno smanjiti broj sudara između automatiziranih vođenih vozila i ručnih vozila. Laserski skeneri pokazali su se neizostavnim potencijalom kao sigurnosna oprema i tehnologija laserske navigacije. Dvodimenzionalno ravninsko skeniranje produžit će se trećom dimenzijom kako bi se dobili potrebni podaci, povećana preciznost i točnost. Osim smanjenih troškova instalacije, ovo će omogućiti da se zamijene ograničenja postojeće trokutacijske laserske navigacijske metode, razvijene prije više od deset godina.

#### 7.4.8. Stanje regionalnog tržišta AGV vozila

Europsko regionalno tržište automatiziranih transportnih sredstava dominiralo je tržištem 2019. godine i predviđa se da će ostati dominantno regionalno tržište. Rast regionalnog tržišta prvenstveno utječe na sve veću potražnju opreme za rukovanje materijalima od strane proizvođača prerađivačke industrije. [59] Automatizacija u svakom sektoru također je povećala rast tržišta u ovoj regiji. Primjerice, u ožujku 2018. njemačka tvrtka za robotiku E&K Automation GmbH lansirala je svoj autonomni ultra-ravan transportni robot, FAST MOVE (slika 40), kako bi podržao razvoj industrije 4.0 i industrijsku automatizaciju.



Slika 40. Ultra ravan transportni robot FAST MOVE

IZVOR: <https://ek-automation.com/en>

#### **7.4.9. Utjecaj pandemije COVID-19 na upotrebu AGV vozila**

Automatizirana vođena vozila lansiraju se u bolnice za zbrinjavanje pacijenata s COVID-19 čime se smanjuje rizik od prijenosa bolesti među zdravstvenim radnicima. U skladu s tim, prototipovi automatiziranih vođeni vozila dizajnirani su za dostavu hrane, lijekova i sanitetskog materijala oboljelim pacijentima. [60] Zbog njihove velike korisnosti, mnoge tvrtke su danas ugovorene za proizvodnju automatiziranih vođeni vozila. Većina njih bit će daljinski upravljana kroz tzv. oblak (putem interneta) .To će ubrzati prodaju automatiziranih vođeni vozila u kratkom roku.

## 8. ZAKLJUČAK

Općenito u industriji rukovanja materijalom konkurencija je iznimno velika i jaka. Proizvođači skladišnih transportnih sredstava su vrlo poznate kompanije sa već postojećim i stalnim kupcima ili vrlo specijalizirane kompanije koje proizvode određene vrste skladišnih transportnih sredstava. Na takvom izuzetno konkurentskom tržištu teško je opstati, ali najbolji proizvođači ipak uspijevaju već dugo biti na vrhu.

Viličari i ostala transportna sredstva posljednjih pola stoljeća jako su napredovali u tehničkom, ekološkom i sigurnosnom smislu. Na njihov razvoj su utjecali razvoj skladišnih sustava, opreme. Tvrtke za proizvodnju skladišnih sredstava u mogućnosti su ponuditi rješenje za bilo koji problem.

Svjedoci smo velikog napretka tehnologije iz dana u dan. Uslijed inovacija i razvoja tehnologije, skladišna transportna sredstva razvijaju se u svakom pogledu. Snaga i brzina transportnih sredstava radi jačih agregata sve je veća, ergonomija sve bolja, a osim produktivnosti i fleksibilnost neprestano raste. Jedini nedostatak je visoka cijena i veliko ulaganje kapitala u nabavku tih sredstava, ali taj izdatak dugoročno gledano nije velik u usporedbi s onim što nam ta sredstva nude.

Pojavom novih trendova kao što su različiti izvori pogona, konstrukcije, oblika, smanjenja zagađenja, uloga i specifikacije transportnih sredstava pokušavaju se dovesti praktično do stanja perfektnosti kako bi se ulaganja u njih isplatila.

U Varaždinu, 29. rujna 2020. godine

Danijel Komorčec



## IZJAVA O AUTORSTVU

## I

## SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, DANIJEK KOMORČEC (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom TRENDOVI NA PODRUČJU SKLADISNIH TRANSP. SREDOSTA (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Danijele Komorčec  
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, DANIJEK KOMORČEC (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom TRENDOVI NA PODRUČJU SKLADISNIH TRANSP. SREDOSTA (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Danijele Komorčec  
(vlastoručni potpis)

## LITERATURA

Kao pomoć pri pisanju rada, koristio sam kao izvor internet, tj. dolje navedene stranice. Uz internet koristio sam i materijale sa predavanja iz kolegija “Gospodarska logistika 2” te nekoliko stručnih knjiga.

- [1] Predavanja prof. Đukić, kolegij „Gospodarska logistika 2 – skladištenje“
- [2] <https://www.transparencymarketresearch.com/hand-pallet-truck-market.html>
- [3] <https://www.jungheinrich.co.uk/products>
- [4] Dundović, Č., Hess, S.; Unutarnji transport i skladištenje, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2007.
- [5] Oluić, Č.; Skladištenje u industriji, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 1997
- [6] [https://www.fsb.unizg.hr/atlantiss/upload/newsboard/05\\_06\\_2013\\_18997\\_Skladistenje\\_TL-5\\_3\\_i\\_4.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/atlantiss/upload/newsboard/05_06_2013_18997_Skladistenje_TL-5_3_i_4.pdf)
- [7] Kuliš, A.; Vrlo uskoprolazni viličari – stanje i trendovi, završni rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2013
- [8] <http://www.toyotaforklift.com/product/ReachTrucks/SingleReachandDoubleReachTrucks.aspx>
- [9] <https://raymondhandling.com/dictionary/reach-trucks/>
- [10] <https://nastava.sf.bg.ac.rs/mod/resource/view.php?id=2328>
- [11] <https://mlakar-vilicari.hr/kategorija-proizvoda/jungheinrich-vilicari/visokoregalni>
- [12] <http://www.whall.co.uk/>
- [13] <https://www.mhlnews.com/powerd-vehicles-and-forklifts/article/22050415/5>
- [14] <https://www.dcvelocity.com/articles/44254-driverless-forklifts>
- [15] <https://www.hydraulicspneumatics.com/>
- [16] <https://www.trelleborg.com/en/wheels/products>

- [17] <https://www.conger.com/forklift-tire-guide>
- [18] <https://www.forkliftrainingsystems.com/>
- [19] <https://darrequipment.com/>
- [20] <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/>
- [21] <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020.pdf>
- [22] <http://struna.ihjj.hr/naziv/granik/35743/>
- [23] Čulo, A. ; Konzolni granik sa škarastim mehanizmom kompenzacije promjene dohvata, diplomski rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2019.
- [24] <https://www.indenna.com.hr/proizvodi/industrijske-dizalice/konzolna-dizalica>
- [25] Serdar, J.: Prenosila i dizala – Izvadak iz Tehničke enciklopedije, Leksikografski zavod „Miroslav Krleža“, Zagreb, 1995.
- [26] Čveljo, I.; Servisna portalna dizalica za lokomotive, diplomski rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2015
- [27] Vuleta, D.; kranovi u građevinarstvu- završni rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, 2017.
- [28] <https://www.gminsights.com/industry-analysis/crane-market>
- [29] <https://www.nbmew.com/report/cranes-material-handling-equipment/18696-trends-and-technologies-in-material-handling-industry.html>
- [30] Dr. Ahmić R. Abdulah, dipl. ing. Pretovarna i transportna mehanizacija, Univerzitetska knjiga, Republika Bosna i Hercegovina, Ministarstvo obrazovanja, nauke, kulture i sporta
- [31] [https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/24\\_04\\_2013\\_18782\\_TRANSPORTNI\\_SUSTAVI\\_2.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/24_04_2013_18782_TRANSPORTNI_SUSTAVI_2.pdf)
- [32] Petek, A.; Opasnosti i mjere zaštite pri radu sa konvejerima, završni rad, Veleučilište u Karlovcu, 2017.
- [33] <https://www.schenckprocess.com/products/glossary/vibrating-conveyors>
- [34] <https://velodynesystems.com/blog/2016/05/02/what-is-a-screw-conveyor/>

- [35] <https://www.prnewswire.com/in/news-releases/conveyor-systems-market-to-reach-us-7-169-0-mn-by-2026-adoption-to-increase-as-manufacturers-focus-on-automating-material-handling-equipment-fortune-business-insights-861789479.html>
- [36] <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/conveyor-systems-market-101116>
- [37] <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>
- [38] <http://materijali.grf.unizg.hr/media/RFID%20tehnologija.pdf>
- [39] <https://builtin.com/artificial-intelligence>
- [40] <https://weconsystems.com/>
- [41] <https://www.manufacturingtomorrow.com/article/2018/06/trends>
- [42] <https://www.ultimationinc.com/blog/conveyor-manufacturers>
- [43] <https://roboticsandautomationnews.com/2019/02/04/ultimation-forecasts>
- [44] <https://www.motioncontroltips.com/>
- [45] Lalić M.: Tehničko-tehnološke značajke viličara i AGV vozila u unutarnjem transportu i skladištenju, Završni rad, Veleučilište u Šibeniku, Šibenik, 2015.
- [46] [https://www.mhi.org/media/elessons/agvs2/types\\_of\\_vehicles\\_.htm](https://www.mhi.org/media/elessons/agvs2/types_of_vehicles_.htm)
- [47] Galović, J. ; Automatski vođena vozila, završni rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2015.
- [48] Goran, Đukić. Posebna poglavlja tehničke logistike - Predavanja. FSB. Zagreb, 2015
- [49] <https://www.mhi.org/casestudies/11585>
- [50] Danijel, Kolinger. Primjena AGV vozila - Završni rad. Zagreb, 2013.
- [51] <https://agvsystems.com/>
- [52] [https://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/13859/mod\\_resource/content/0/AGV\\_tehnologije\\_1\\_2011.pdf](https://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/13859/mod_resource/content/0/AGV_tehnologije_1_2011.pdf)
- [53] <https://roboticsandautomationnews.com/>

[54] <https://kinexon.com/solutions/agv-navigation>

[55] <http://www.axter-agv.com/automated-guided-vehicles-agv>

[56] <https://www.nitco-lift.com/blog/>

[57] <https://marklab.rs/all-blog/12-koboti>

[58]

<https://roboticsandautomationnews.com/2020/04/20/mobile-robots-and-autonomous-vehicles>

[59] <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis>

[60] <https://www.factmr.com/report/4711/automated-guided-vehicle>



## POPIS SLIKA

Slika 1. Ručna plato kolica .....	5
Slika 2. Ručni paletni viličar .....	5
Slika 3. Motorna kolica .....	6
Slika 4. Vučno vozilo u poduzeću Toyota.....	7
Slika 5. Bočni viličar marke CAT .....	11
Slika 6. Čeoni viličar marke Linde.....	12
Slika 7. Viličar sa zakretnim vilicama marke Jungheinrich .....	13
Slika 8. Viličar sa uvlačnim jarbolom .....	14
Slika 9. Četverostrani viličar .....	14
Slika 10. Viličar sa dohvatnim vilicama.....	15
Slika 11. Viličar sa zakretnim jarbolom .....	16
Slika 12. Portalni viličar .....	16
Slika 13. Visokoregalni viličar .....	17
Slika 14. Horizontalni komisioner marke Jungheinrich .....	18
Slika 15. Vertikalni komisioner marke Jungheinrich .....	18
Slika 16. Prikaz veličine prolaza u skladištu .....	19
Slika 17. Prikaz autonomno mobilnih robota .....	24
Slika 18. Konzolni granik.....	26
Slika 19. Jednogredni mosni granik marke STAHL.....	27
Slika 20. Portalni granik za rukovanje teretom u luci .....	29
Slika 21. Kran slagač .....	29
Slika 22. Trakasti konvejer.....	34
Slika 23. Valjčani konvejer .....	34
Slika 24. Lančani konvejer .....	35
Slika 25. Člankasti konvejer.....	35
Slika 26. Ovjesni konvejer.....	36
Slika 27. Vibracijski konvejer .....	37
Slika 28. Pužni konvejer.....	37
Slika 29. Klizne staze .....	38
Slika 30. Elevator za žitarice .....	39
Slika 31. Pneumatski konvejer (elevator) za žitarice .....	39

Slika 32. Vrijednost konvejskog sustava po godinama .....	41
Slika 33. Vučno AGV vozilo.....	45
Slika 34. AGV vozilo jediničnih tereta .....	46
Slika 35. Paletno AGV vozilo .....	46
Slika 36. AGV viličar .....	47
Slika 37. AGV vozilo (viličar) u procesu uskladištenja papira .....	49
Slika 38. Prikaz AGV viličara prilikom ulaska u kamion i pretovara paletiziranog materijala bez ručnog upravljanja Savant Loaderom .....	50
Slika 39. Prikaz skladišta sa podnim KIVA AGV vozilom .....	51
Slika 40. Ultra ravan transportni robot FAST MOVE.....	55