

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

**IZBOLJŠAVA VALJČNEGA TRANSPORTERJA
Z VALJI Z LASTNIM POGONOM**

Kandidat: Urban Virk

Vrsta študija: študent izrednega študija

Študijski program: Strojništvo

Mentor predavatelj: dr. Darko Friščič

Mentor v podjetju: Gorazd Vajngerl, dipl. ing. strojništva

Lektorica: Zlatka Majcen

Maribor, 2021

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Urban Virk sem avtor diplomskega dela z naslovom Izboljšava valjčnega transporterja z valji z lastnim pogonom, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Darka Friščića.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia Maribor,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli kot moje lastne kaznivo po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah (Uradni list RS, št. 16/07 – uradno prečiščeno besedilo, 68/08, 110/13, 56/15 in 63/16 – ZKUASP); prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia Maribor skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32. a členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia Maribor objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Maribor, januar 2021

Podpis študenta:

ZAHVALA

Neizmerno srečo in zadovoljstvo mi predstavlja končana diplomska naloga in s tem pridobljeni naziv inženir strojništva. Želel bi se zahvaliti vsem domačim, predvsem ženi Lei in sinu Niku, za vso podporo in odrekanje, katero je bilo potrebno pri študiju.

Najlepša zahvala za ves čas, podporo in nasvete tudi mentorjema dr. Darku Friščiću in Darku Dajčmanu, podjetju Lar transportni sistemi d. o. o., mentorju v podjetju Gorazdu Vajngerlu ter sodelavcu Viliju Šmidu.

Zahvala tudi vsem, ki so mi na kakršenkoli način pomagali do nove zmage.

POVZETEK

Transporterji so največkrat uporabljeni transportni sistemi pri premikanju blaga, surovine ali končnih proizvodov od točke a do točke b.

Poznamo več vrst transportnih sistemov, ki jih delimo v dve skupini.

Prva skupina so gravitacijski transportni sistemi (negnani), kateri transportiranje opravljajo brez kakršnegakoli pogona. Zgoraj omenjeni transportni sistemi delujejo na principu gravitacije tako, da je nakladalni del višji od razkladalnega dela.

Druga skupina pa so gnani transportni sistemi oziroma transporterji, kateri za transportiranje uporabljajo pogonski sistem ali zunanji vir. Pogonski sistem je tako sestavljen iz elektro motorja, reduktorja in pogona (verižnika ali jermenice), kateri je nepremično vpet na pogonski sklop. Pogonski sistem in valje povežemo zaporedno z verigo ali jermenom, da lahko valji opravljajo gibanje. Med gnanimi transporterji sta najbolj razširjena valjni transporterji in pa tračni transporterji. Transportne sisteme najdemo v različnih vrstah industrije od avtomobilske industrije pa vse do rudarske industrije, v poštnih depojih pri sortiranju pošte ali v letalskem prometu pri sortiranju prtljage. Valjni transporter za transportiranje uporablja različne vrste valjev, medtem ko tračni transporter uporablja za transportiranje gumijasti trak, ki je napet preko valjev.

Diplomsko delo govori o izboljšavi valjnega transporterja na področju valjev, tako da se za vgradnjo vzamejo valji z lastnim pogonom. Za primerjavo sta verižno gnani valjni transporter in jermensko gnani valjni transporter. Ker so valji z lastnim pogonom relativno nov proizvod, kateri se vse pogosteje vgrajuje v valjne transporterje, me je zanimalo, ali je takšen valjni transporter primerljiv z zgoraj omenjenima valjnima transporterjema. Raziskava je narejena tako, da se konstrukcijsko enakim valjnim transporterjem zamenja valje in pogonski sistem, tako da mere transporterja ostanejo enake.

Ključne besede: Valji, transportni sistemi, gnani transportni sistemi, valjni transporter, valji z lastnim pogonom

ABSTRACT

IMPROVING A ROLLER CONVEYOR WITH THE MOTORISED ROLLERS

Conveyors are the most commonly used conveyor systems in moving goods, raw materials or finished products from point a to point b.

We know several types of transport systems, which are divided into two groups.

The first group are gravity transport systems (not driven), which perform transportation without any drive. The above-mentioned transport systems operate on the principle of gravity, so that the loading part is higher than the unloading part.

The second group are driven transport systems or conveyors, which use a propulsion system or an external source for transportation. The drive system thus consists of an electric motor, a reducer and a drive (sprocket or pulley) which is fixed to the drive assembly. The drive system and rollers are connected in series with a chain or belt so that the rollers can perform the movement. Among the driven conveyors, the most widespread are roller conveyors and belt conveyors. Transport systems are found in various types of industry from the automotive industry all the way to the mining industry, in post depots for sorting mail or in air transport for sorting luggage. The roller conveyor uses different types of rollers for transportation, while the belt conveyor uses a rubber belt to be transported, which is tensioned over the rollers.

The diploma thesis deals with the improvement of the roller conveyor in the field of rollers, so that self-propelled (motorised) rollers are used for installation. For comparison, they are a chain-driven roller conveyor and a belt-driven roller conveyor. Since self-propelled rollers are a relatively new product, which is increasingly being installed in roller conveyors, I was interested in whether such a roller conveyor is comparable to the above-mentioned roller conveyors. The research is done by replacing the rollers and the drive system with structurally identical roller conveyors, so that the dimensions of the conveyor remain the same.

Keywords: Rollers, conveyor systems, driven conveyor systems, roller conveyor, self-driven rollers

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	10
1.1	OPIS PODROČJA IN OPREDELITEV PROBLEMA.....	10
1.2	NAMEN, CILJI IN OSNOVNE TRDITVE	10
1.3	PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE	11
1.4	UPORABLJENE RAZISKOVALNE METODE	11
2	TRANSPORTNI SISTEMI	12
2.1	KAJ SO TRANSPORTNI SISTEMI.....	12
2.2	ZGODOVINA VALJČNIH TRANSPORTNIH SISTEMOV	12
3	VRSTE TRANSPORTNIH SISTEMOV IN NAMEN UPORABE.....	15
3.1	GRAVITACIJSKI ALI NEGNANI VALJČNI TRANSPORTNI SISTEMI	15
3.2	GNANI VALJČNI TRANSPORTNI SISTEMI ALI VALJČNI TRANSPORTERJI	16
3.3	TRAČNI TRANSPORTNI SISTEMI ALI TRAČNI TRANSPORTERJI	17
3.3.1	<i>Tračni transporterji za sipki material.....</i>	<i>18</i>
4	SESTAVA VALJČNEGA TRANSPORTERJA.....	20
4.1	VALJI	20
4.2	KONSTRUKCIJA	25
4.3	POGONSKI SKLOP	25
5	VERIŽNO GNANI VALJČNI TRANSPORTER.....	26
5.1	SESTAVA VERIŽNO GNANEGA VALJČNEGA TRANSPORTERJA	26
5.1.1	<i>Sestava valja.....</i>	<i>26</i>
5.1.2	<i>Sestava konstrukcije</i>	<i>27</i>
5.1.3	<i>Pogon.....</i>	<i>28</i>
5.2	PREDNOSTI IN SLABOSTI VERIŽNO GNANEGA VALJČNEGA TRANSPORTERJA	29
6	JERMENSKO GNANI VALJČNI TRANSPORTERJI.....	30
6.1	SESTAVA JERMENSKO GNANEGA VALJČNEGA TRANSPORTERJA	30
6.1.1	<i>Sestava valja:</i>	<i>31</i>
6.1.2	<i>Sestava konstrukcije</i>	<i>32</i>
6.1.3	<i>Pogon.....</i>	<i>32</i>
6.2	PREDNOSTI IN SLABOSTI JERMENSKO GNANEGA VALJČNEGA TRANSPORTERJA	33

7	VALJČNI TRANSPORTER Z VALJI Z LASTNIM POGONOM.....	34
7.1	SESTAVA VALJČNEGA TRANSPORTERJA Z VALJI Z LASTNIM POGONOM.....	34
7.1.1	Sestava valja.....	35
7.1.2	Sestava konstrukcije	35
7.1.3	Pogon valja.....	36
7.2	PREDNOSTI IN SLABOSTI VALJČNEGA TRANSPORTERJA Z LASTNIM POGONOM.....	40
8	PRIMERJAVA KLASIČNEGA ZOBNIŠKEGA POGONA Z INTEGRIRANIM VALJČNIM POGONOM.....	41
8.1	KLASIČNI ZOBNIŠKI POGON	41
8.2	INTEGRIRANI VALJČNI MOTOR (BREZKRTAČNI MOTOR S PLANETNIM POGONOM).....	42
8.3	PRIMERJAVA POGONOV V ŽIVILSKI INDUSTRIJI.....	43
8.3.1	Prva faza (Neživilsko območje).....	45
8.3.2	Druga faza (Živilsko območje).....	45
8.3.3	Tretja faza (Živilsko območje - predelava hrane).....	45
8.3.4	Potek preizkusa	46
8.3.5	Rezultati preizkusa.....	47
9	UGOTOVITVE HIPOTEZ	49
10	SKLEP.....	51
11	VIRI, LITERATURA	53

KAZALO SLIK

SLIKA 1:	ZGODOVINA VALJČNEGA TRANSPORTNEGA SISTEMA	14
SLIKA 2:	GRAVITACIJSKI TRANSPORTNI SISTEM.....	16
SLIKA 3:	GNANI VALJČNI TRANSPORTER.....	17
SLIKA 4:	TRAČNI TRANSPORTER ZA SIPKI MATERIAL	18
SLIKA 5:	TRANSPORTNI VALJ TRAČNEGA TRANSPORTERJA ZA SIPKI MATERIAL	19
SLIKA 6:	GLAVNE OZNAKE VALJA	20
SLIKA 7:	IZVEDBE OSI.....	22
SLIKA 8:	DIAGRAM NOSILNOSTI CEVI	23
SLIKA 9:	DIAGRAM NOSILNOSTI OSI PRI FIKSNEM VPETJU	24
SLIKA 10	KOVINSKI SESTAVLJENI VLOŽEK	24

SLIKA 11: VERIŽNO GNANI VALJČNI TRANSPORTER	26
SLIKA 12: VALJ Z DVOJNIM VERIŽNIKOM.....	27
SLIKA 13: KONSTRUKCIJA VERIŽNO GNANEGA TRANSPORTERJA	28
SLIKA 14: POGONSKI SISTEM Z DVOJNIM VERIŽNIKOM.....	29
SLIKA 15: JERMENSKO GNANI VALJČNI TRANSPORTER	30
SLIKA 16: VALJ Z DVOJNIM UTOROM ZA OKROGLI JERMEN	31
SLIKA 17: KONSTRUKCIJA JERMENSKO GNANEGA TRANSPORTERJA	32
SLIKA 18: POGONSKI SISTEM Z DVOJNO JERMENICO	32
SLIKA 19: VALJČNI TRANSPORTER Z VALJI Z LASTNIM POGONOM.....	34
SLIKA 20: VALJ Z LASTNIM MOTORJEM.....	35
SLIKA 21: KONSTRUKCIJA TRANSPORTERJA Z VALJI Z LASTNIM POGONOM.....	36
SLIKA 22: SESTAVA BREZ KRTAČNEGA MOTORJA S PLANETARNIM GONILOM	37
SLIKA 23: KONTROLNA ENOTA.....	38
SLIKA 24: KONFIGURATOR VALJČNEGA TRANSPORTERJA Z LASTNIM POGONOM	39
SLIKA 25: TRI NAJPOGOSTEJŠE NAMESTITVE KLASIČNEGA MOTORJA Z REDUKTORJEM.....	42
SLIKA 26: TESTNA APLIKACIJA	43
SLIKA 27: PRIKAZ REZULTATOV	48

KAZALO TABEL

TABELA 1: KOSOVNICA SLIKE 21.....	37
-----------------------------------	----

1 UVOD

1.1 Opis področja in opredelitev problema

Problem, ki sem ga raziskal, je izboljšava valjčnega transporterja z valji z lastnim motorjem.

Transportne sisteme lahko najdemo v različnih vrstah industrije (avtomobilska industrija, živilska industrija, lesna industrija). Uporabljajo se tudi za transport sipkega materiala v različnih rudnikih, kamnolomih in pa v odpadnih sortirnicah, prav tako jih najdemo pri sortiranju pošte oziramo paketov v kurirskih depojih in na letališčih za transportiranje prtljage.

Transportiranje od točke a do točke b je lahko ključnega pomena v industriji, skladiščih, proizvodnji itd., saj mora transportiranje potekati brez motenj ali izpadov sistema. Potrebno je zagotoviti transportni sistem, kateri bo imel najmanjši izpad oziroma največjo rentabilnost za podjetje. Ob izpadih ali ob preventivnem vzdrževanju pa morajo biti deli transportnega sistema hitro zamenljivi in cenovno dostopni.

1.2 Namen, cilji in osnovne trditve

Namen moje diplomske naloge je izboljšava valjčnega transporterja z zamenjavo pogonskega sistema. Razlog odločitve za to nalogo je relativno nov produkt na področju valjev oziroma transportiranja, to je valj z že vgrajenim pogonom.

Cilji naloge so:

- Podrobneje raziskati proizvod.
- Izdelati učinkovit valjni transporter z lastnim pogonom.
- Raziskati, kako je proizvod konkurenčen sedanjim rešitvam na področju transportiranja.

Osnovne trditve so:

- Z izboljšavo valjčnega transporterja se lahko doseže lažje in cenejše vzdrževanje.
- Valjni transporter z valji z lastnim pogonom je boljši od standardno ponujenih.
- Lastni pogon na valjčnem transporterju zahteva manj energije za prenos.

1.3 Predpostavke in omejitve

Danes je na trgu veliko število ponudnikov transportne tehnike, zato je potreba po nenehnem izboljševanju in razvijanju novih izdelkov nujna, da si na tržišču lahko konkurencen. V svojem diplomskem delu sem se omejil na relativno nov proizvod, o katerem na tržišču še ni veliko napisanega.

1.4 Uporabljene raziskovalne metode

Pri svojem diplomskem delu sem uporabljal literaturo, ki sem jo našel v knjižnici in na spletu. Največ pa sem uporabljal interne vire iz službe, saj je podjetje Lar transportni sistemi

d.o.o. eno izmed vodilnih podjetij v izdelavi transportnih sistemov in transportnih valjev na področju Slovenije in deloma tudi v Evropi.

2 TRANSPORTNI SISTEMI

2.1 Kaj so transportni sistemi

Transportni sistem je hitra in učinkovita mehanična naprava za samodejni transport tovora in materialov znotraj območja. Ta sistem med drugim zmanjšuje človeške napake, zmanjšuje tveganja na delovnem mestu in zmanjšuje stroške dela. Transportni sistemi se uporabljajo za transportiranje različnih tovorov z ene točke na drugo. Transportni sistem lahko za transport tovora uporablja transportni trak, kolesa, valje ali verigo.

2.2 Zgodovina valjčnih transportnih sistemov

Če imajo transportni trakovi enega izumitelja ali prvo mesto namestitve, so te informacije na žalost izgubljene s časom. Znano je le, da medtem ko je Henry Ford v začetku 20. stoletja s svojimi avtomobilskimi trakovi zaslovel s tekočimi trakovi, jih ni izumil, pač pa je izboljšal staro tehnologijo. Pravzaprav različni viri kažejo na leto 1795 kot na leto, ko so se prvič pojavili tekoči trakovi. Ti zgodnji transporterji so bili kratki, narejeni iz usnjenih trakov in lesenih postelj in so bili ročno upravljani. Uporabljali so jih predvsem v pristaniščih za premeščanje kmetijskih proizvodov z obale na ladjo.

Ko se je industrijska revolucija v 18. stoletju uveljavila v Veliki Britaniji, nato pa nekoliko pozneje v Ameriki, se je ročno delo v mnogih proizvodnih okoljih začelo postopno opuščati v korist strojev na parni pogon. Manj kot desetletje po prvotnem ustvarjanju tekočih trakov je britanska mornarica začela uporabljati prvi transporter s paro. Bilo je leto 1804, in čeprav si morda mislite, da je bil ta novi, strojno gnani tekoči trak zadolžen za nakladanje ladij, je bil dejansko lociran v pekarni, kjer so mornarji izdelovali piškote. V vsakem primeru pa je ta izboljšava pomenila, da transportnih trakov ni bilo treba več ročno vrtati, zaradi česar so bili bolj uporabni za več aplikacij.

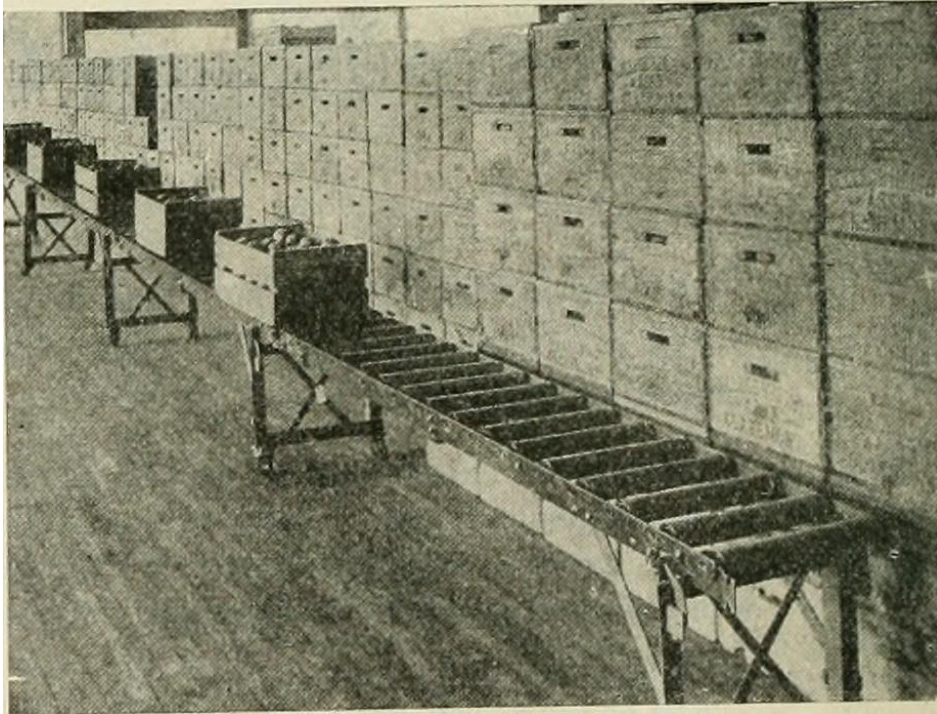
Strojno gnani transporterji so se hitro prijeli in začeli pojavljati v vseh panogah, čeprav bi še skoraj 100 let začeli delovati v rudarstvu. Vozila so bila v večini 19. stoletja še vedno najprimernejša metoda za premikanje premoga iz rudnikov v površinske operacije. To pa se je začelo spreminjati, ko so se pojavili novi materiali za pas, kot sta guma in jeklo. Leta 1844 je izumitelj Charles Goodyear patentiral vulkanizirano gumo. Ta novost je iz gume naredila veliko bolj stabilno snov, ki ni reagirala negativno na temperaturne spremembe. Čeprav nekateri viri poročajo, da je bila guma v prejšnjih dneh uporabljena kot material za tekoči trak, vsekakor ni

bila idealna. V hladnem okolju je postalo trdo in togo, ob segrevanju pa se je stopilo in postalo lepljivo. Res je, da so bili prvi transportni trakovi, ki so bili uvedeni za uporabo pri prevozu premoga, pravzaprav jeklo. Sandvik je bil prvi proizvajalec, ki je te pasove izdeloval leta 1902. Šele nekaj let kasneje, leta 1905, je rudarski inženir in izumitelj Richard Sutcliffe predstavil prvi podzemni tekoči trak, ki je bil izdelan iz večplastnega bombaža in gume. Takrat so bili jekleni pasovi širše sprejeti v živilski industriji, medtem ko so pasovi, prekriti z gumo, postali običajni v rudarstvu, kamnolomu in predelavi mineralov zaradi svoje izjemne trajnosti in prilagodljivosti. S Sutcliffovim podzemnim tekočim trakom sta bila v naslednjih nekaj desetletjih rudarstvo in kamnolomi revolucionirana, saj je bilo zdaj ogromne količine materiala mogoče preseliti s črpališča z veliko manj delovne sile. Dragih železniških prog ni bilo treba več postavljati in vzdrževati. In ko so premog v rudniku izkopali, je bilo transportni trak veliko lažje spakirati in odstraniti kot železniško progo, ki je bila precej trajna. Za popularizacijo tekočih trakov je bilo treba nekaj dobre reklame, saj se novice o tehničnih novostih takrat niso širile tako hitro kot danes. Poleg tega v prvih dneh zagotovo ni bilo tako enostavno kupiti in postaviti transportnih trakov.

Leta 1908 je izumitelj Hymle Goddard patentiral prvi valj, nato pa so se stvari zares začele premikati. Henry Ford je okrog leta 1913 slavno začel uporabljati tekoče trakove v svojih avtomobilskih tovarnah, kmalu pa so v nešteti panogah začeli dodelati tekoče trakove in izumljati tudi nove vrste. V kamnolomu, rudarstvu in predelovalni industriji so transportni trakovi hitro nadomeščali lokomotivo in železniške proge v vseh dvajsetih letih 20. stoletja do izbruha vojne v štiridesetih letih. Številne inovacije transportnih trakov 20. stoletja so nas pripeljale do mesta, kjer smo danes. Ameriška vpletenost v drugo svetovno vojno je za nekaj časa upočasnila rudarstvo in kamnolome doma, toda vojna doba je bila odlična za tekoče trakove - pomanjkanje gume je v tem času ustvarilo prve materiale iz sintetičnih trakov. Hitra rast povojnega ameriškega gospodarstva v petdesetih letih je spodbudila še večje izboljšave tekočih trakov. Na primer, prometni transporter je bil patentiran leta 1957, kar je zmanjšalo stroške neprekinjenega obratovanja tekočih trakov zaradi izboljšane življenjske dobe traku.

Druga pomembna novost pri transporterjih je bil izum teleskopskega transporterja leta 1992, ki ga je izvedel Thor. V zadnjih letih so zaradi informatizacije transporterji postali še bolj zanesljivi in lažji za delo v kamnolomih, rudarstvu in predelavi rudnin. Transportni sistemi so zdaj "pametni" in lahko operaterje opozorijo na potrebe po vzdrževanju. Prav tako lahko zaženejo, ustavijo in spreminjajo hitrost kot odziv na programirane ukaze. Računalništvo je

privedlo do večje prilagoditve transportnih sistemov za doseganje natančnih rezultatov, ki jih potrebujejo v industriji. (Kemper Equipment, 2020)



Slika 1: Zgodovina valjčnega transportnega sistema

Vir: (Lac, 2019)

3 VRSTE TRANSPORTNIH SISTEMOV IN NAMEN UPORABE

Valjni transporter prenaša enotno obremenitev na vrsti valjev nameščenih na ležajih, kateri so v enakomernih razmakih dvostransko fiksno vpeti na konstrukciji ali na tleh. Valjni transporter v bistvu transportira blago ali tovor z vsaj eno ravno stranico, katera je postavljena na valje tako, da vzdržuje stabilno ravnotežje med transportiranjem blaga kot so ingoti, plošče, valjani material, cevi, hlodi, škatle, zaboji, modeli itd. Razmik valjev je odvisen od velikosti tovora, katerega je potrebno transportirati. Tovor, kateri se transportira, morata v vsakem trenutku podpirati vsaj dva valja. Valjni transportni sistem so številni valji, kateri so namešчени na konstrukciji, kjer se lahko blago premika s pomočjo potiska človeka (ročno), s pomočjo gravitacije ali s pomočjo pogonske tehnike. (Siddhartha , 2009)

Transportni sistemi so razdeljeni v tri skupine:

- gravitacijski ali negnani valjni transportni sistemi,
- gnani valjni transportni sistemi ali valjni transporterji,
- tračni transportni sistemi ali tračni transporterji.

3.1 Gravitacijski ali negnani valjni transportni sistemi

Gravitacijski ali negnani transportni sistem je sistem valjčnega transporterja brez pogona. Kar pomeni, da se valji ne poganjajo s pomočjo zunanjega vira, ampak za svoje gibanje uporabljajo gravitacijo. Tovor se lahko transportira s človeško pomočjo tako, da človek potiska tovor po valjih. Takšen sistem je nameščen popolnoma vodoravno in se največkrat uporablja za transportiranje tovora med dvema operacijama v kakšni proizvodnji. Tovor pa se lahko transportira tudi tako, da so valjni transporterji namešчени pod naklonom od 1,5 % do 3 % in se imenujejo gravitacijski transportni sistemi. Takšni sistemi so najpogosteje uporabljeni pri skladiščenju materiala, kateri je nameščen na lesenih paletah in v kakšni proizvodnji, kjer želimo omogočiti hiter pretok materiala.



Slika 2: Gravitacijski transportni sistem

Vir: (Texam, 2020)

3.2 Gnani valjčni transportni sistemi ali valjčni transporterji

O gnanih transportnih sistemih govorimo takrat, kadar se za premikanje tovora uporablja pogonska tehnika ali zunanji vir. Pri gnanem transportnem sistemu so lahko gnani vsi ali samo točno določeni valji, vendar pa mora biti gnani vsaj en valj, da lahko govorimo o gnanem transportnem sistemu. Gnani valji prenašajo gibanje tovora s pomočjo trenja. Gnani valjčni transporterji so lahko nameščeni v rahlo nagnjenem položaju do 10° navzgor in do 17° navzdol.

Pogonska tehnika ali zunanji vir je največkrat definirana kot elektro motor z reduktorjem. Sam pogon pa je lahko verižni ali jermenski. Če poznamo željeno stalno hitrost tovora, se elektro motor in reduktor vgrajujeta s fiksno hitrostjo, če pa želimo nastavljati hitrost tovora ali tovor voziti v obe smeri naprej in nazaj, pa se standardni vgradnji doda še frekvenčni regulator.

Gnani transportni sistemi se največkrat delijo v dve skupini, valjčni transportni sistemi in tračni transportni sistemi.

Valjčni transportni sistemi za premikanje tovora uporabljajo valje, kateri s pomočjo trenja transportirajo tovor. Ti valji so lahko poljubnih dolžin in premerov. Prednost pogonskega valjastega transporterja je, da je sposoben prenašati večje obremenitve, zato se pogosto uporabljajo v predelovalni industriji. Celoten sistem gnanega valjčnega transportnega sistema

je mogoče razdeliti na cone, kar pomeni, da je vsako območje mogoče nadzorovati posamično, kar omogoča, da se vsaka cona izvaja samo, kadar je element prisoten, kar pomaga pri znižanju stroškov in izboljšanju učinkovitosti. To spet zmanjšuje tveganje, kadar se kakšen del gnanega valjčnega transportnega sistema pokvari ali se napajanje ene cone ustavi, se lahko le to območje ustavi in preostali del sistema lahko normalno deluje.

Gnani valjni transportni sistemi so dražji od enostavnih gravitacijskih (negnanih) transportnih sistemov, vendar so vredni naložbe, še posebej, če morate blago premakniti na daljšo razdaljo ali v točno določenem času.



Slika 3: Gnani valjni transporter

Vir: (Lac, 2019)

3.3 Tračni transportni sistemi ali tračni transporterji

Tračni transportni sistemi ali tračni transporterji so najpogostejši transportni sistemi. Tračni transporterji so sestavljeni iz dveh pogonskih valjev, preko katerih je napet neskončen trak, ki se uporablja za transport izdelkov. Tračni transporterji so najbolj ekonomičen transporter in se običajno uporabljajo za transport blaga na dolge razdalje, pri visokih hitrostih ali za brez stopenjsko transportiranje navzgor ali navzdol. Tračni transporterji so odlična izbira za poceni in enostaven način premikanja izdelkov iz ene točke na drugo. Zaradi enostavnosti ravnega, premikajočega se transportnega traku jih lahko uporabljamo za premikanje različnih vrst, velikosti, oblike in teže izdelka.

3.3.1 Tračni transporterji za sipki material

Naloga tračnega transporterja je neprekinjen transport razsutih materialov iz mešanih ali homogenih zvrst. Dolžina transporterja je lahko spremenljiva od nekaj metrov do več deset kilometrov.

Ena glavnih komponent tračnega transporterja transportni trak je elastomerni trak, ki ima funkcijo prenašanja materiala in prenosa sile, ki je potrebna za premikanje tovara. Tračni transporter je zasnovan za neprekinjen transport materiala po zgornjem delu traku. Transportni trak je napeljan preko številnih valjev imenovanih slogi, kateri skupaj z nosilcem tvorijo posebno obliko v obliki črke v, katera je potrebna za transport sipkega materiala. Na zgornjem delu nosilca so valji imenovani nosilni valji, ki so v skupini po tri in na spodnjem delu je en valj imenovan povratni valj. Poznamo tudi sloge z amortizacijskimi valji, čistilnimi povratnimi valji, na katerih so posebni gumijasti obroči, ki skrbijo za amortizacijo traku ali čiščenje traku ob povratku. Na koncih je transportni trak speljan okrog pogonskih valjev, od katerih je vsaj en povezan s pogonsko enoto za prenos gibanja. Na podlagi obremenitve lahko veliki tračni transporterji zagotovijo prihranek od 40 % do 60 % glede na prevoz s tovornjaki. Električne in mehanske komponente tekočega traku, kot so valji, ležaji bobnov, motorji itd., so izdelani po najvišjih standardih. Glavni sestavni deli tračnega transporterja, valji in elastomerni trakovi, ob pravilni namestitvi in uporabi potrebujejo zelo malo vzdrževanja. Elastomerni pas potrebuje le občasno površinsko popravilo, valje pa zaradi posebnih labirintnih tesnil ni potrebno mazati. Tračni transporterji se uporabljajo za široko paleto razsutih materialov, katere omejuje samo širina transportnega traku. Materiali za prenašanje so lahko različnih oblik, velikosti in teže, lahko so vlažni ali suhi. (Fruchtbaum, 1988)



Slika 4: Tračni transporter za sipki material

Vir: (Superior industries, 2020)

Prikaz sestave valja in osnovne tehnične informacije:



Slika 5: Transportni valj tračnega transporterja za sipki material

Vir: (Lar transportni sistemi d. o. o, 2020)

4 SESTAVA VALJČNEGA TRANSPORTERJA

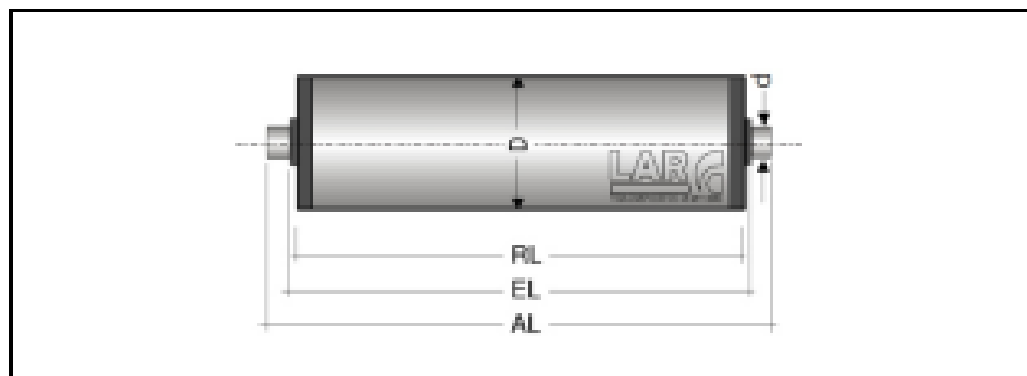
Vsak gnani valjčni transportni sistem ali transporter je sestavljen iz valjev, konstrukcije ter pogonskega sistema. Za konstruiranje transportnega sistema so pomembni sledeči podatki, katere poda naročnik oziroma kupec: vrsta tovora, masa tovora, dolžina transportne poti, vrsta pogonskega sklopa in kje bo transportni sistem deloval (vpliv temperature in vremenski vpliv).

4.1 Valji

Transportni valji so eden izmed najpomembnejših delov valjčnega transporterja, saj se preko transportnih valjev opravlja transportiranje tovora od točke a do točke b. Za pravilno izbiro transportnega valja mora biti poznana vrsta tovora, ki se bo transportiral preko valjev, mere tovora, masa tovora, vgradna mera valja in vpetje valja.

Valj je vedno definiran s tremi glavnimi oznakami:

- delovna širina valja ali RL,
- vgradna dolžina valja ali EL,
- skupna dolžina valja ali AL.



Slika 6: Glavne oznake valja

Vir: (Lar transportni sistemi d. o. o, 2020)

Transportne valje razvrščamo glede na izvedbo, način vgradnje, način sestave, vrsto plašča valja in vrsto materiala valja.

Transportni valji glede na izvedbo:

Gravitacijski (negnani) transportni valji

Gnani transportni valji:

- valji z enojnim verižnikom,
- valji z dvojnim verižnikom,
- valji z enojno jermenico,
- valji z dvojno jermenico,
- valji z zobato jermenico,
- valji s poly-v jermenico.

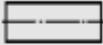
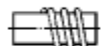
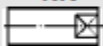
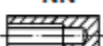
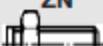
Posebni transportni valji:

- konusni transportni valji,
- gnani konusni transportni valji,
- enostransko vpeti transportni valji,
- valji z lastnim pogonom,
- kvadratni transportni valji.

Transportni valji glede na način izvedbe osi so:

- transportni valji z gladko osjo,
- transportni valji z notranjim navojem,
- transportni valji z zunanjim navojem,
- transportni valji z nastavkom na ključ,
- transportni valj z vzmetno osjo.

IZVEDBE OSI

Premjer osi d (mm):	6.0	8.0	10.0	6k11	12.0	14.0	6k14	15.0	17.0	20.0	25.0
Teža (kg/m):	(0,222)	(0,395)	(0,617)	(0,823)	(0,888)	(1,208)	(1,300)	(1,387)	(1,782)	(2,486)	(3,853)
G  Gladka os	10	10	10	10	10	10	10	10	15	15	15
VZ  Vzmetna os	10	10	10	10	10	10	10	10	15	15	15
NK  Nastavek za ključ		5x10	8x10		10x10	12x10		12x10	14x10	14x10 14x15 15x10 15x15	18x10 18x15
NN  Notranji navoj		5x10	6x10		8x15	8x15 10x15		8x15 10x15	10x15 12x18	10x15 12x18	12x18 16x20
ZN  Zunanji navoj	6x15	8x15	10x15		12x15	14x20				20x25	

Slika 7: Izvedbe osi

Vir: (Lar transportni sistemi d. o. o, 2020)

Transportni valji glede na način sestave:

- stisnjeni transportni valj,
- varjeni transportni valj,
- kombinirani transportni valj (stisnjeni na eni in varjeni na drugi strani).

Transportni valji glede na vrsto plašča:

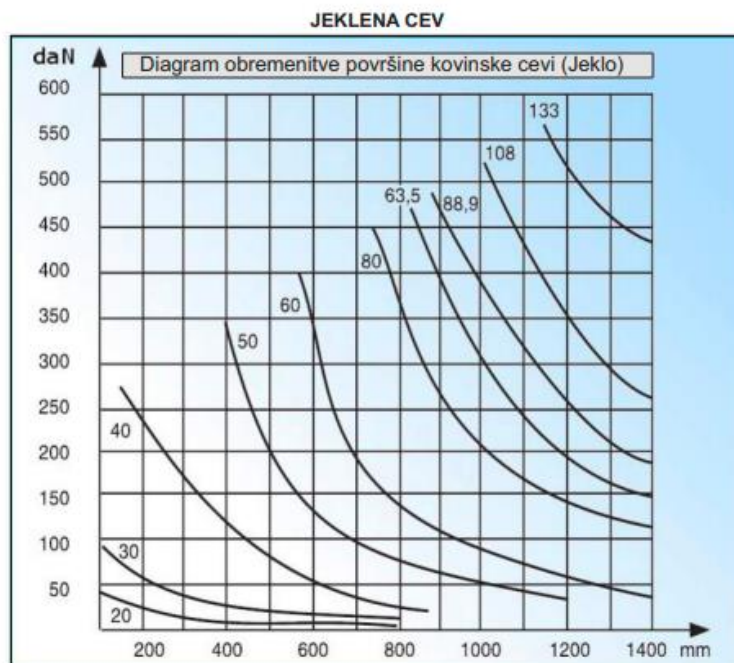
- brezbarvno lakirani plašč,
- barvani plašč,
- pocinkani plašč,

- plašč z vulkanizirano gumijasto oblogo,
- plašč s poliuretansko oblogo,
- plašč s pvc oblogo,
- narebričeni transportni valj.

Valji glede na vrsto materiala:

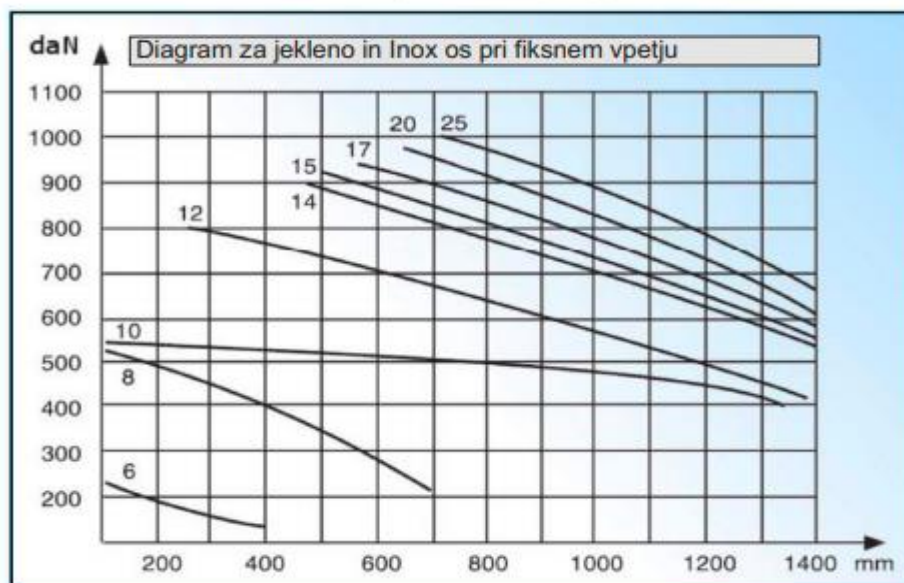
- kovinski transportni valj,
- nerjaveči transportni valj,
- aluminijasti transportni valj,
- plastični transportni valj.

Za primerno izbiro transportnega valja si poleg naročnikovih podatkov pomagamo z diagramom, na katerem je prikazana nosilnost cevi in nosilnost transportnega valja pri določenem vpetju.



Slika 8: Diagram nosilnosti cevi

Vir: (Lar transportni sistemi d. o. o, 2020)

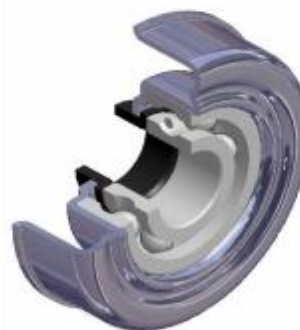
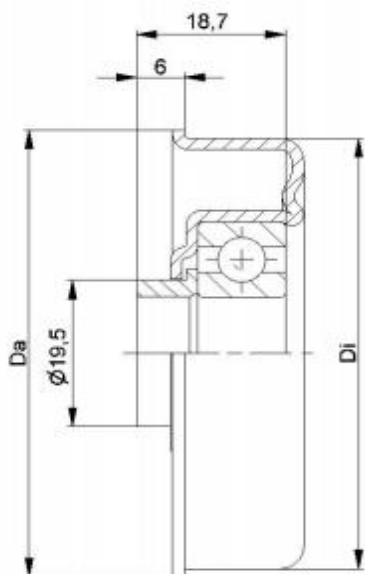


Slika 9: Diagram nosilnosti osi pri fiksnem vpetju

Vir: (Lar transportni sistemi d. o. o, 2020)

Za raziskavo v diplomski nalogi je uporabljen stisnjeno-varjeni valj, kateri je sestavljen iz cevi, osi in pogonskega dela.

Kombinacija stisnjeno-varjenega valja lahko zaradi varjenega verižnika neposredno na cev valja prenaša večje obremenitve in ima manjše tveganje za nedelovanje. Tako, da imamo iz ene strani varjeni valj, iz druge pa imamo tako imenovani stisnjeni valj, kjer je v cev vstavljen kovinski vložek, izdelan s pomočjo globokega vleka, kateri že ima vstavljen ustrezen ležaj.



Slika 10 Kovinski sestavljeni vložek

Vir: (Markes GmbH, 2017)

4.2 Konstrukcija

Konstrukcijo transporterja se vedno prilagodi vgradni širini valja, širini in teži tovora. Konstrukcije transporterjev so največkrat izvedene tako, da ne zavzemajo prevelikega prostora zato, da lahko naročnik ali kupec maksimalno izkoristi prostor, kjer so postavljeni transporterji. Konstrukcija kot taka mora biti konstruirana tako, da omogoča zadostno nosilnost na eni strani in čim lažjo postavitev in vzdrževanje na drugi strani. Transporter se največkrat fiksno postavi na mesto, kjer bo deloval in se skozi konstrukcijo ustrezno pritrdi v tla. Sama konstrukcija je sestavljena iz naslednjih delov: levi in desni U-profil, noge transporterja, ohišje pogona in zaščitna letev.

4.3 Pogonski sklop

Pogonski sklop je glavni del gnane valjčne proge, saj se preko pogonskega sklopa opravlja vso gibanje, katero je potrebno za transportiranje tovora. Pogonski sklop se sestoji iz elektromotorja, reduktorja in pogona, največkrat sta to zobnik ali jermenica. V primeru, da želimo spreminjati hitrosti tovora, se lahko vgradi še frekvenčni regulator, s katerim reguliramo hitrost pogona in tako posledično hitrost tovora.

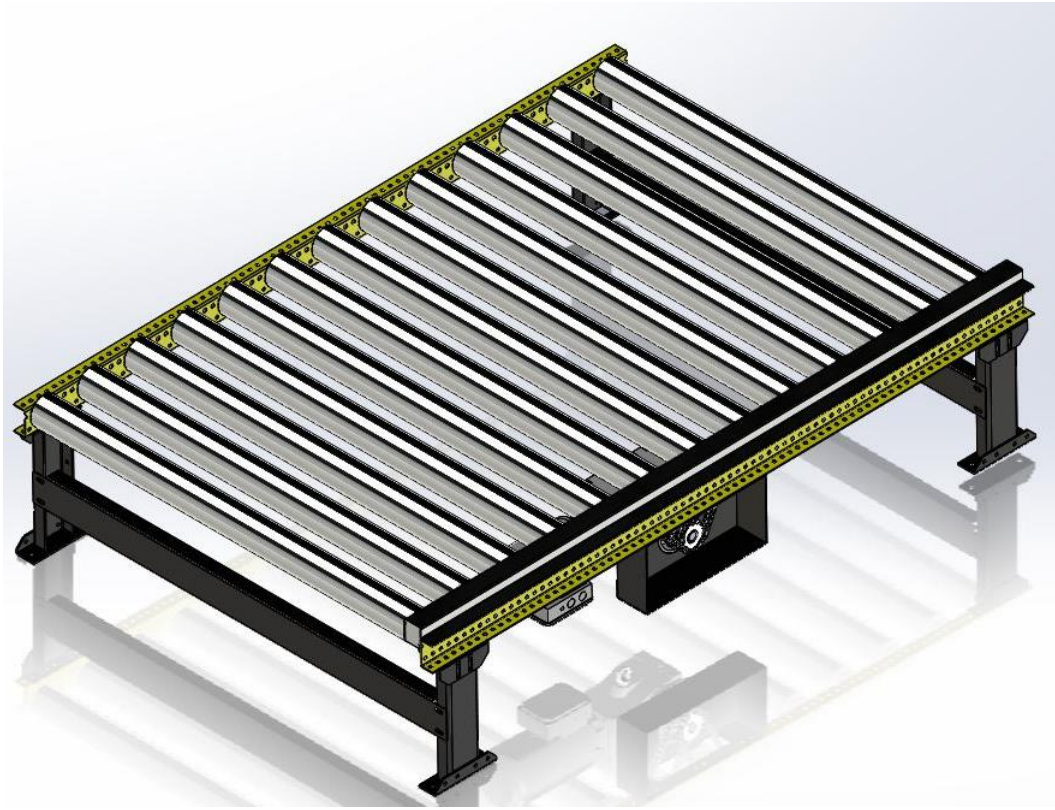
Pogonski sklop se lahko veže zaporedno na valje z verigo v primeru zobnika ali z jermenom v primeru jermenice. Če je pogonski sklop nameščen na sprednjem ali zadnjem delu transporterja, valje nato zaporedno vežemo med seboj. V primeru, da pogonski sklop postavimo v sredino, pa se veriga ali jermen veže vzporedno na levi in desni valj najbližje pogonu. Valje nato zaporedno vežemo med seboj. Zaradi manjših izgub časa in večje učinkovitosti uporabljamo valje z dvojnim verižnikom ali dvojno jermenico. Prav tako izvedemo dvojni verižnik ali dvojno jermenico na osi, katera je pritrjena na pogonski sklop.

V primeru, ko imajo valji lasten pogon, pa pogonski sklop kot tak ni več potreben.

5 VERIŽNO GNANI VALJČNI TRANSPORTER

5.1 Sestava verižno gnanega valjčnega transporterja

Verižno gnani valjčni transporter je sestavljen iz valjev, konstrukcije in pogonskega sklopa.



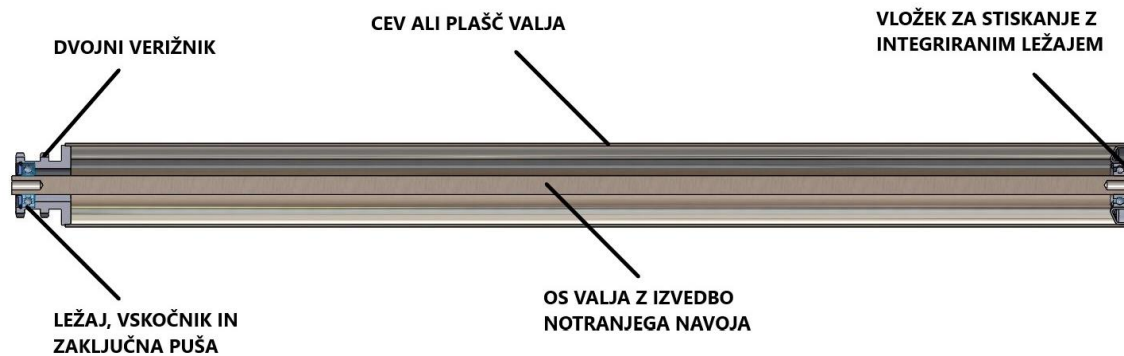
Slika 11: Verižno gnani valjčni transporter

(Lastni vir, 2020)

5.1.1 Sestava valja

- cev premera 60 x 2 mm (S235JR),
- os premera 14 mm (okroglo jeklo svetlo vlečeno H9) z notranjem navojem M10 x 25 mm,
- dvojni verižnik 5/8" x 3/8" 14 zob, za verigo 10B-1 s potopno vgradnjo (C45 E),
- ležaj 6202 2RS C3,
- kovinski vložek za cev 60 x 2 mm z integriranim ležajem 6202 2RS C3.

Valji so iz vsake strani pritrjeni s standardnimi vijaki ISO 4017 M10 x 30 mm in z ustrezno podložko ISO 7089.

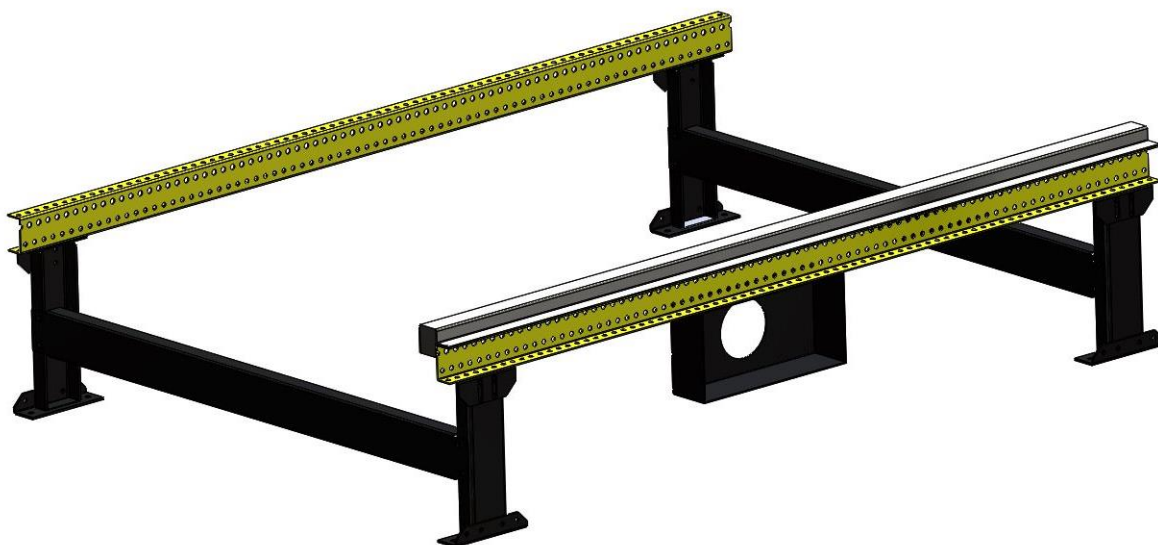


Slika 12: Valj z dvojnimi verižnikom

(Lastni vir, 2020)

5.1.2 Sestava konstrukcije

Sestava konstrukcije je namenjena vzporedni vezavi valjev, tako da je sam pogon postavljen v sredini valjčnega transporterja. Konstrukcija se sestoji iz levega in desnega U-profila debeline 3 mm (črna pločevina) ter noge transporterja, ki jih sestavlja U-profil debeline 5 mm (črna pločevina) z zgornjo in spodnjo pritrdjevalno ploščo debeline 5 mm ter medsebojno povezavo U-profil debeline 5 mm (črna pločevina) po širini transporterja. Ohišje pogona s pokrovom je sestavljeno iz 3 mm (črne pločevine), katera ščiti uporabnika pred namernimi in nenamernimi poškodbami. Prav tako je izvedena zaščitna letev debeline 3 mm (pocinkana pločevina), katera je nameščena nad pogonskimi deli valjev in ščiti pred namernimi in nenamernimi poškodbami uporabnika. Zaščitna letev služi tudi zaščiti pogonskega dela valjev pred zunanjimi vplivi. Vsi profili so namensko narejeni s pomočjo laserskega razreza in upogibnega stroja. Profili izdelani iz črne pločevine so prašno barvani s črno barvo RAL 9005 in rumeno barvo RAL 1016.



Slika 13: Konstrukcija verižno gnanega transporterja

(Lastni vir, 2020)

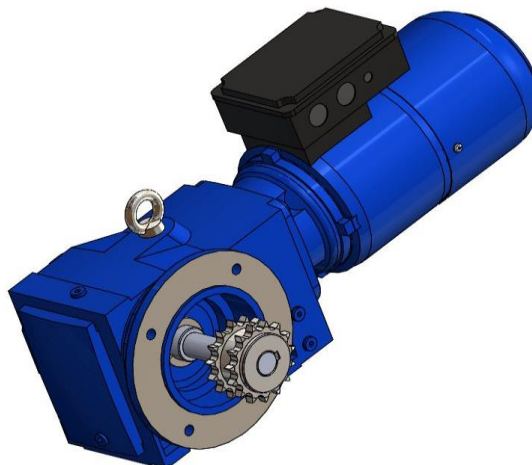
5.1.3 Pogon

Sam pogon je sestavljen iz motorja z reduktorjem, ki je pritrjen na vnaprej pripravljeno ohišje.

Oznaka in sestavni deli pogona:

- KG32P-250/35 SMB 90 S4 $i=38,73$,
- $P=1,1\text{kW}$ $n_2=36\text{min}^{-1}$ $M_{t2}=280\text{Nm}$,
- votla gred $d=30\text{ mm}$ H7,
- oblika (položaj) vgradnje N4.2,
- faktor obratovanja $f_b=1,50$,
- elektromotor 90 S4 IP55 PTC.

V reduktor je vstavljena namensko narejena os premera 30 mm (okroglo jeklo svetlo vlečeno H9) z mozniki, na kateri je pritrjen dvojni verižnik 5/8"x 3/8" 14 zob z utorom za moznik in navojnim zatikom, preko katerega se z verigo prenaša gibanje na valje.



Slika 14: Pogonski sistem z dvojnim verižnikom

(Lastni vir, 2020)

5.2 Prednosti in slabosti verižno gnanega valjčnega transporterja

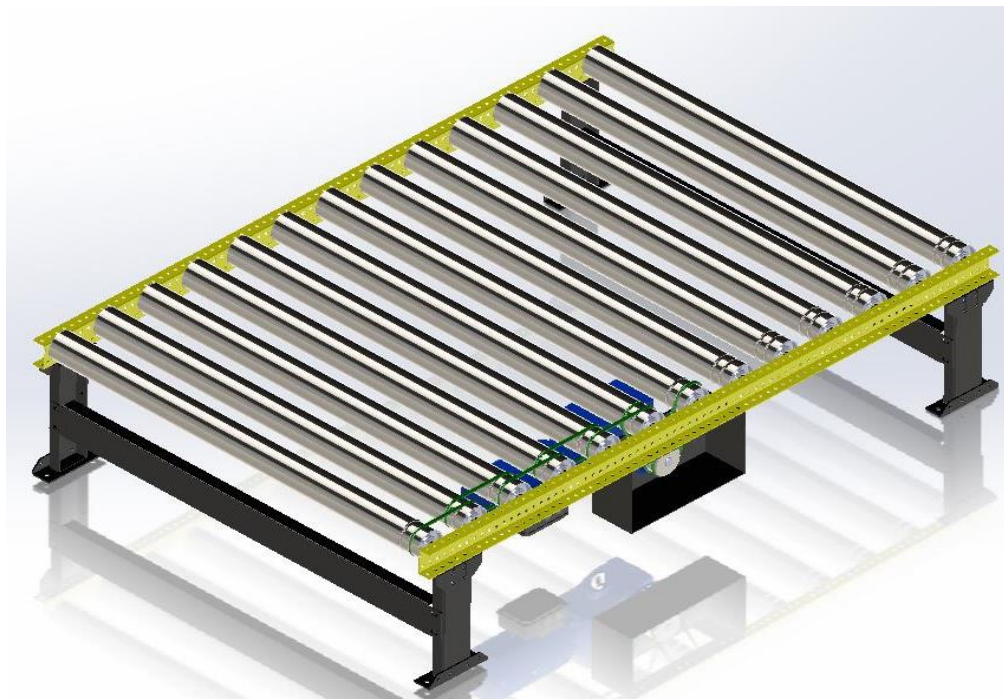
Verižno gnani valjčni transporterji so najpogostejši gnani transporterji zaradi svoje zanesljivosti, lahke izvedbe samega transporterja in preprostega vzdrževanja.

Verižno gnani transporterji lahko prenašajo visoke obremenitve brez kakršnih koli zdrsov gonila. V primeru, da je obremenitev transporterja prevelika, je največja nevarnost, da se najšibkejši člen (v tem primeru veriga) strga in tako povzroči nedelovanje valjčnega transporterja. Vendar pa v optimalnih pogojih delovanja tega ne zasledimo. Samo vzdrževanje je relativno poceni, če transporter deluje v čistem okolju, saj potrebuje le redni pregled in občasno mazanje verige. Nadomestni deli so relativno poceni in lahki za vgradnjo, saj so vsi deli razen elektromotorja mehanski in tako lahko zamenljivi. Slabost verižno gnanega valjčnega transporterja je hrup, ki se pojavlja pri delovanju verižnika in verige, saj sta oba dela iz kovine in tako ustvarjata zvok, kateri pri velikem številu takšnih transporterjev ni prijeten. Uporaba teh transporterjev je razširjena v skoraj vseh industrijskih panogah od avtomobilske industrije, lesno obdelovalne industrije do živilske industrije, največkrat pa jih najdemo tam, kjer je potreba po transportiranju večjega tovora. Zaradi zgoraj navedenih prednosti so gnani valjčni transporterji najbolj razširjeni in priljubljeni pri uporabnikih.

6 JERMENSKO GNANI VALJČNI TRANSPORTERJI

6.1 Sestava jermensko gnanega valjčnega transporterja

Jermensko gnani valjčni transporter je sestavljen iz valjev, konstrukcije in pogonskega sklopa.



Slika 15: Jermensko gnani valjčni transporter

(Lastni vir, 2020)

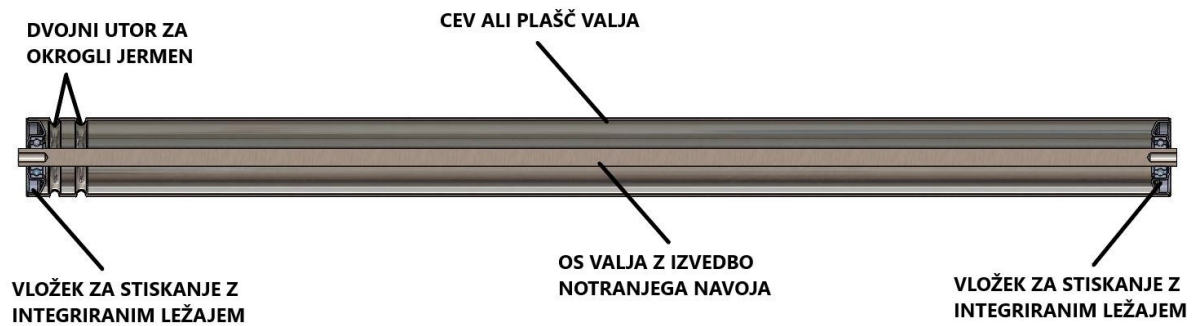
V primeru jermensko gnanega transporterja lahko uporabimo različne tipe jermenov, kot so povsem enostavni okrogli jermeni, klinasti jermen, zobati jermen ali rebrasti jermen. V tem primeru je tukaj uporabljen najbolj razširjen enostavni okrogli jermen.

Valj, ki je uporabljen, ima podobne specifikacije kot pri verižno gnanem transporterju, vendar z nekaj spremembami. V primeru jermensko gnanega valja z enostavnimi okroglimi jermeni ne moremo uporabiti vnaprej pripravljene komponente, kot je verižnik za verižno gnani valj, ampak izdelamo utore na cevi valja z žlebljenjem. V tem primeru se uporabi vnaprej pripravljene vložke, izdelane s pomočjo globokega vleka, kateri že imajo vstavljeni primeren ležaj. Tako dobimo stisnjeni valj.

6.1.1 Sestava valja:

- cev premera 60x2mm (S235JR),
- žlebljena utora na cevi za jermen,
- os premera 14 mm (okroglo jeklo svetlo vlečeno H9) z notranjim navojem M 10 x 25 mm,
- kovinska vložka za cev 60 x 2 mm z integriranim ležajem 6202 2RS C3.

Valji so iz vsake strani pritrjeni s standardnimi vijaki ISO 4017 M10 x 30 mm in z ustrezno podložko ISO 7089.

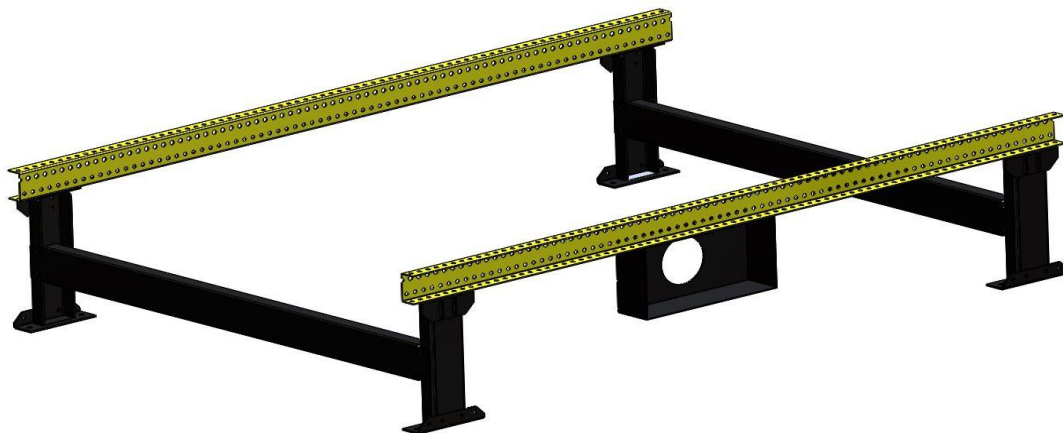


Slika 16: Valj z dvojn timerom za okrogli jermen

(Lastni vir, 2020)

6.1.2 Sestava konstrukcije

Uporabljena konstrukcija je enaka konstrukciji verižno gnanega valjčnega transporterja s to razliko, da tukaj ne potrebuje zaščite pogona.

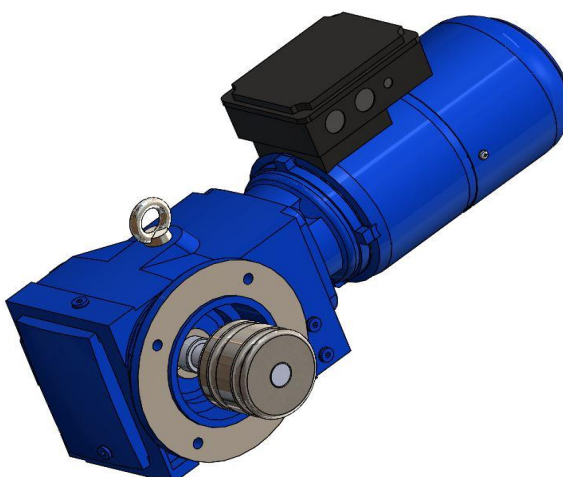


Slika 17: Konstrukcija jermensko gnanega transporterja

(Lastni vir, 2020)

6.1.3 Pogon

Sam pogonski sklop je enak kot pri verižno gnanem valjčnem transporterju, z razliko v pogonu. V reduktor je vstavljena namensko narejena os premera 30 mm (okroglo jeklo svetlo vlečeno H9), na kateri je pritrjena dvojna jermenica s pomočjo moznika in navojnega zatika preko katere se z jermenoma prenaša gibanje na valje.



Slika 18: Pogonski sistem z dvojno jermenico

(Lastni vir, 2020)

6.2 Prednosti in slabosti jermensko gnanega valjčnega transporterja

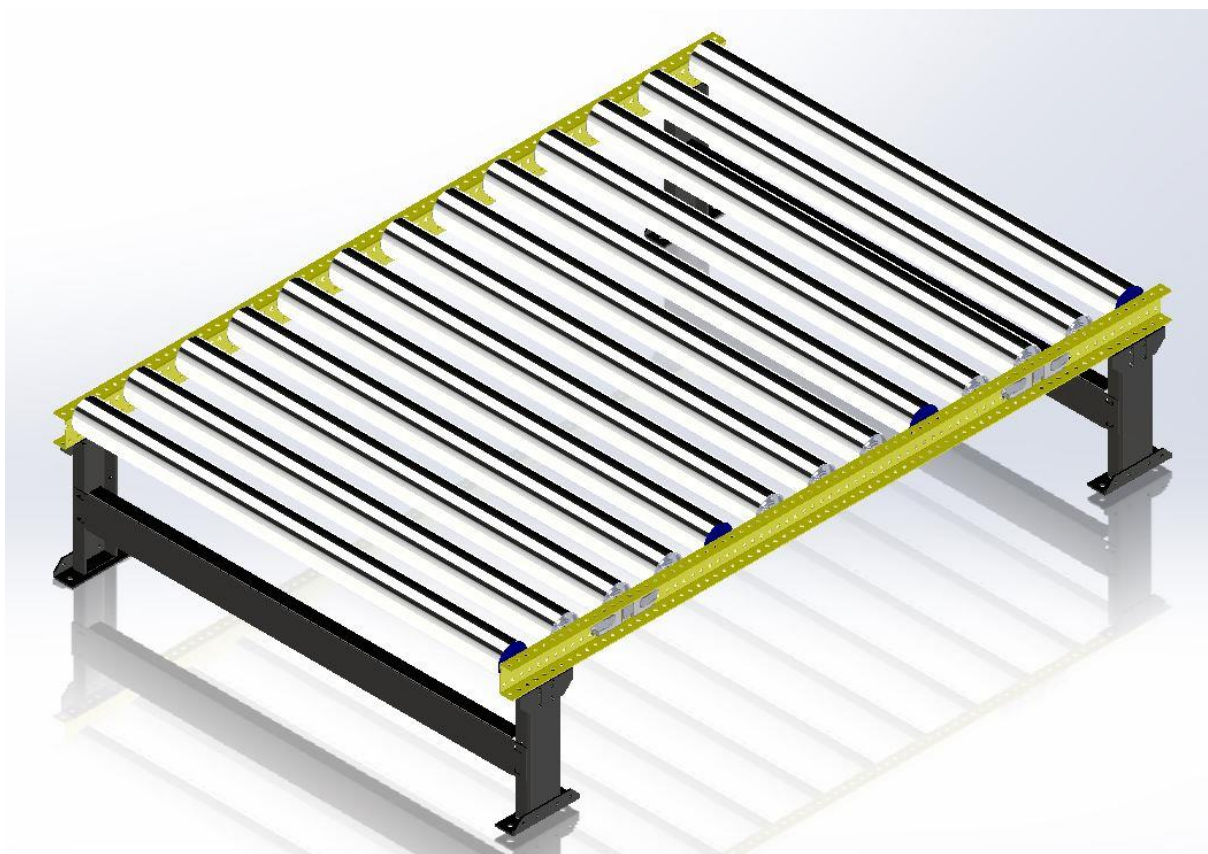
Jermensko gnani valjčni transporterji so manj priljubljeni, vendar pa še vedno dovolj razširjeni valjčni transporterji, ki se uporabljajo v številnih industrijah in skladiščih.

Jermensko gnani valjčni transporterji v primerjavi z verižno gnanimi valjčnimi niso namenjeni za prenašanje večjih obremenitev, saj jermeni v primerjavi z verigo ne zmorejo večjih sunkov oz. večjih obremenitev. Ob večji obremenitvi jermensko gnanih valjev lahko pride do zdrsa jermena in zaradi zaporedno vezanih valjev dobimo nedelujoč valjčni transporter. Zato se na jermensko gnanih valjčnih transporterjih transportira lažji tovor kot na verižno gnanih valjčnih transporterjih. So pa jermensko gnani valjčni transporterji izredno priljubljeni v skladiščih paketne dostave, letališčih in proizvodnjah, kjer je tovor razporejen v manjše zaboje. Vzdrževanja na takšnih valjčnih transporterjih praktično ni, saj ne potrebujejo nobenih vzdrževalnih del, kot je na primer mazanje gonil. V primeru strganega jermena se jermen enostavno zamenja, brez razstavljanja valjčnega transporterja. Ustrezen okrogel jermen odrežemo na določeno dolžino in ga s pomočjo toplote spajkalnika spojimo v brezkončni jermen. Jermensko gnani valjčni transporterji so zelo tihi čisti valjčni transporterji, saj ne potrebujejo nikakršnega mazanja verige, pri kateri lahko mazivo sčasoma ustvarja umazanijo. Prav tako so cenejši od verižno gnanih valjčnih transporterjev in zato izjemno priljubljeni tam, kjer bi bili verižno gnani valjčni transporterji predimenzionirani ali celo neuporabni.

7 VALJČNI TRANSPORTER Z VALJI Z LASTNIM POGONOM

7.1 Sestava valjčnega transporterja z valji z lastnim pogonom

Valjčni transporter z valji z lastnim pogonom so v primerjavi z verižno in jermensko gnanimi valjčnimi transporterji relativno nov produkt na tržišču, ki postaja vse bolj priljubljen.



Slika 19: Valjčni transporter z valji z lastnim pogonom

(Lastni vir, 2020)

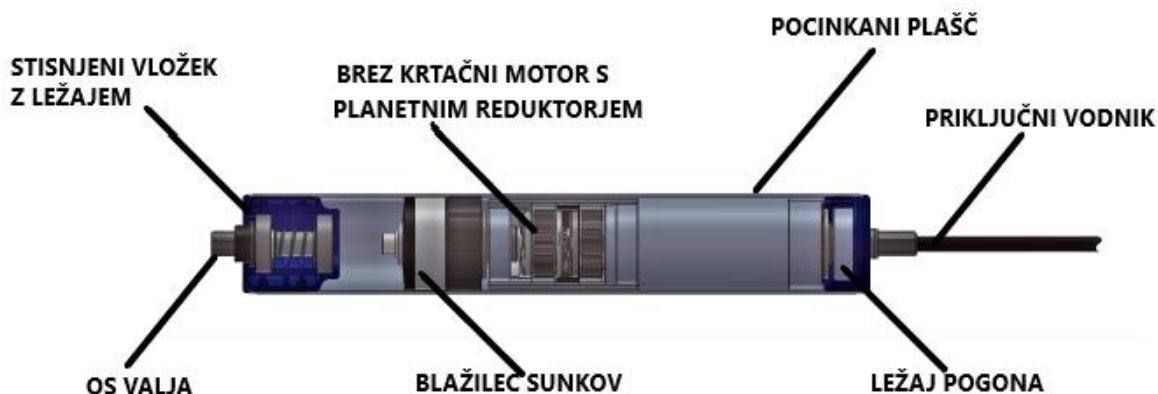
Valjčni transporter z valji z lastnim pogonom za razliko od verižno in jermensko gnanega valjčnega transporterja za prenos gibanja valjev ne uporablja dodatnega gonila, kot sta verižnik in jermenica, ampak je celoten pogon, ki skrbi za gibanje valja že integriran v samem valju. Sam valj je sestavljen tako, da je v cevi oziroma plašču iz ene strani že integriran manjši elektromotor z reduktorjem, preko katerega se gibanje prenaša na cev oziroma plašč valja. Iz druge strani enostavno kot pri verižno in jermensko gnanem valju vstavimo vložek z že integriranim ležajem in stisnemo na stiskalnici. Na strani, kjer je elektromotor, je pritrđitev na

valju zunanji navoj, ker iz sredine navoja vodi električni vodnik, ki se priključi na kontrolno enoto, nameščeno na zunanji strani valjčnega U-profila. Za raziskavo sem se odločil za valj, ki bi bil kar najbolj podoben valjem verižno in jermensko gnanega valjčnega transporterja.

7.1.1 Sestava valja

- cev premera 60 x 2 mm (S235JR),
- os premera 14 mm (okroglo jeklo svetlo vlečeno H9) z notranjem navojem M10 x 25 mm,
- kovinski vložek za cev 60 x 2 mm z integriranim ležajem 6202 2RS C3,
- v cevi valja je iz ene strani vstavljen brezkrtačni motor s planetnim reduktorjem, ki skrbi za vrtenje valja.

Valji so iz strani, kjer je priključni vodnik za pogon, pritrjeni s standardno matico M10 ISO 4032 ter ustrezno podložko ISO 7089 zaradi izvedbe zunanjega navoja na valju. Na drugi strani pa so valji pritrjeni z vijaki ISO 4017 dolžine M10 x 30 mm in z ustrezno podložko ISO 7089.

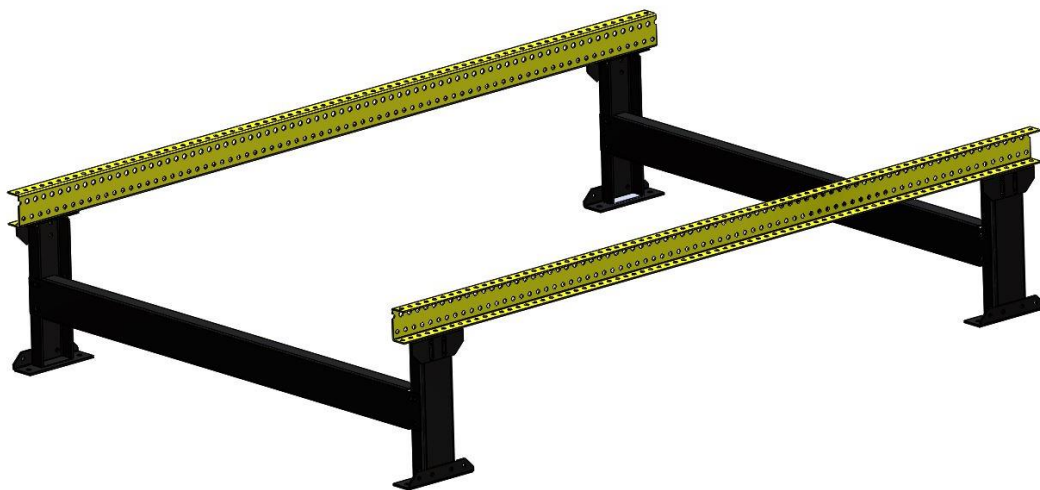


Slika 20: Valj z lastnim motorjem

(Lastni vir, 2020)

7.1.2 Sestava konstrukcije

Uporabljena konstrukcija je zelo podobna konstrukciji pri verižno gnanem valjčnemu transporterju s to razliko, da pri valjih z lastnim pogonom ne potrebujemo ohišja za pogon in zaščite pogonskih delov, kot je veriga. Zato je konstrukcija bolj enostavna kakor pri verižno gnanem valjčnem transporterju.

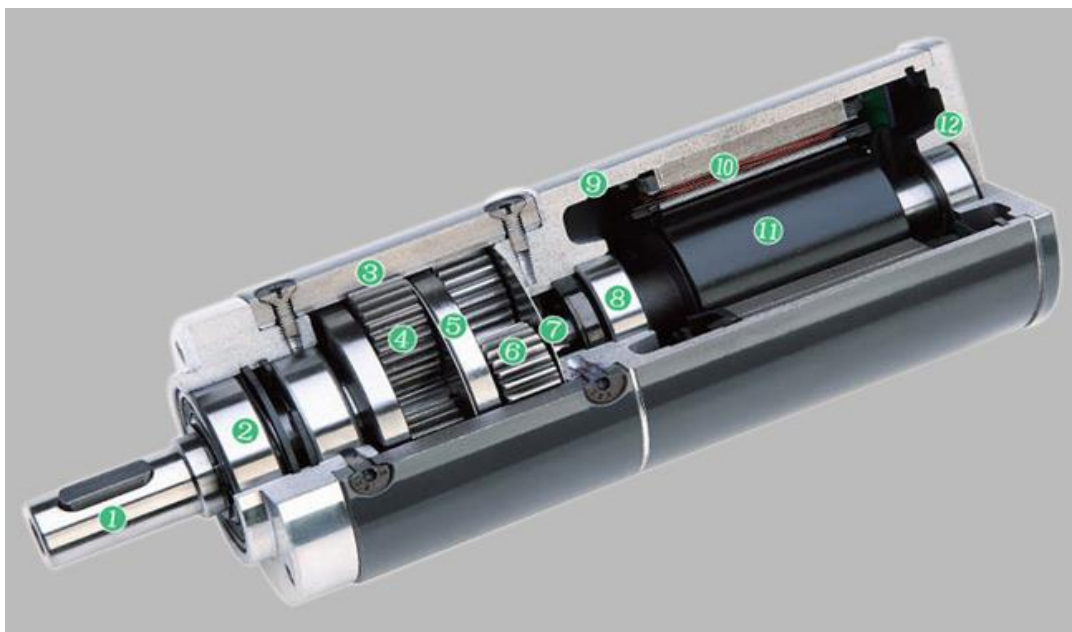


Slika 21: Konstrukcija transporterja z valji z lastnim pogonom

(Lastni vir, 2020)

7.1.3 Pogon valja

Pogon valja je v tem primeru drugačen od pogona pri verižno gnanem valjčnem transporterju. Tukaj je pogon vgrajen v samem plašču valja. Pogon je sestavljen iz EC motorja, (brezkrtalni DC motor z zunanjim krmiljenjem) z visoko toleranco pred obremenitvijo, kateri je povezan na robustno planetno gonilo, preko katerega se gibanje prenaša na valj. Na drugi strani je preko enostavnega in najpogostejšega priključka M8 povezan na kontrolno enoto, katera je pritrjena na konstrukciji valjčnega transporterja. Z digitalnim kodiranjem s pomočjo Hallovega učinka je mogoče nastavljati valj samo z enim zatičem. Hallov učinek je funkcija gostote magnetnega polja okoli naprave. Ko gostota magnetnega pretoka okoli senzorja preseže določen vnaprej nastavljeni prag, ga senzor zazna in ustvari izhodno napetost, imenovano Hallova napetost, VH. To zanesljivo ščiti motor pred pregrevanjem, saj se lahko nastavlja le takrat, ko ni presežena kritična temperatura motorja. Kontrolna enota se napaja iz običajne hišne elektrike 230 V, saj vsebuje pretvornik, ki elektriko pretvori v potrebnih 24 V. Na kontrolno enoto se vedno veže po en valj z lastnim pogonom, lahko pa tudi zaporedno vežemo valje mehansko s pomočjo jermenov ali pa električno. To storimo tako, da kontrolne enote vežemo zaporedno s standardnimi vodniki, na prvo kontrolno enoto pripeljemo z ene strani vir oziroma napajanje, z druge strani pa vodnik priključimo na naslednji enoti tam, kjer smo na prvi kontrolni enoti priključili vir. Kljub temu da so valji povezani zaporedno, pa lahko enostavno brez pomoči programerja s pomočjo računalnika ali tabličnega računalnika nastavljamo parametre valja (plug & play). Z enajstimi različnimi prestavnimi razmerji in mehansko nazivno močjo 40 W ga je mogoče prilagoditi velikemu številu aplikacij.



Slika 22: Sestava brezkrtačnega motorja s planetarnim gonilom

Vir: (Fuxianda Electromechanical, 2014)

Tabela 1: Kosovnica slike 21

1. Zunanja os	2. Ležaj zunanje osi
3. Notranje ozobljenje	4. Druga stopnja planetarnega ozobljenja
5. Nosilec planetarnega ozobljenja	6. Prva stopnja planetarnega ozobljenja
7. Os motorja	8. Ležaj osi motorja
9. Ohišje motorja	10. Stator brezkrtačnega motorja
11. Rotor brezkrtačnega motorja	12. Zaključni pokrov

Vir: (Lastni vir)



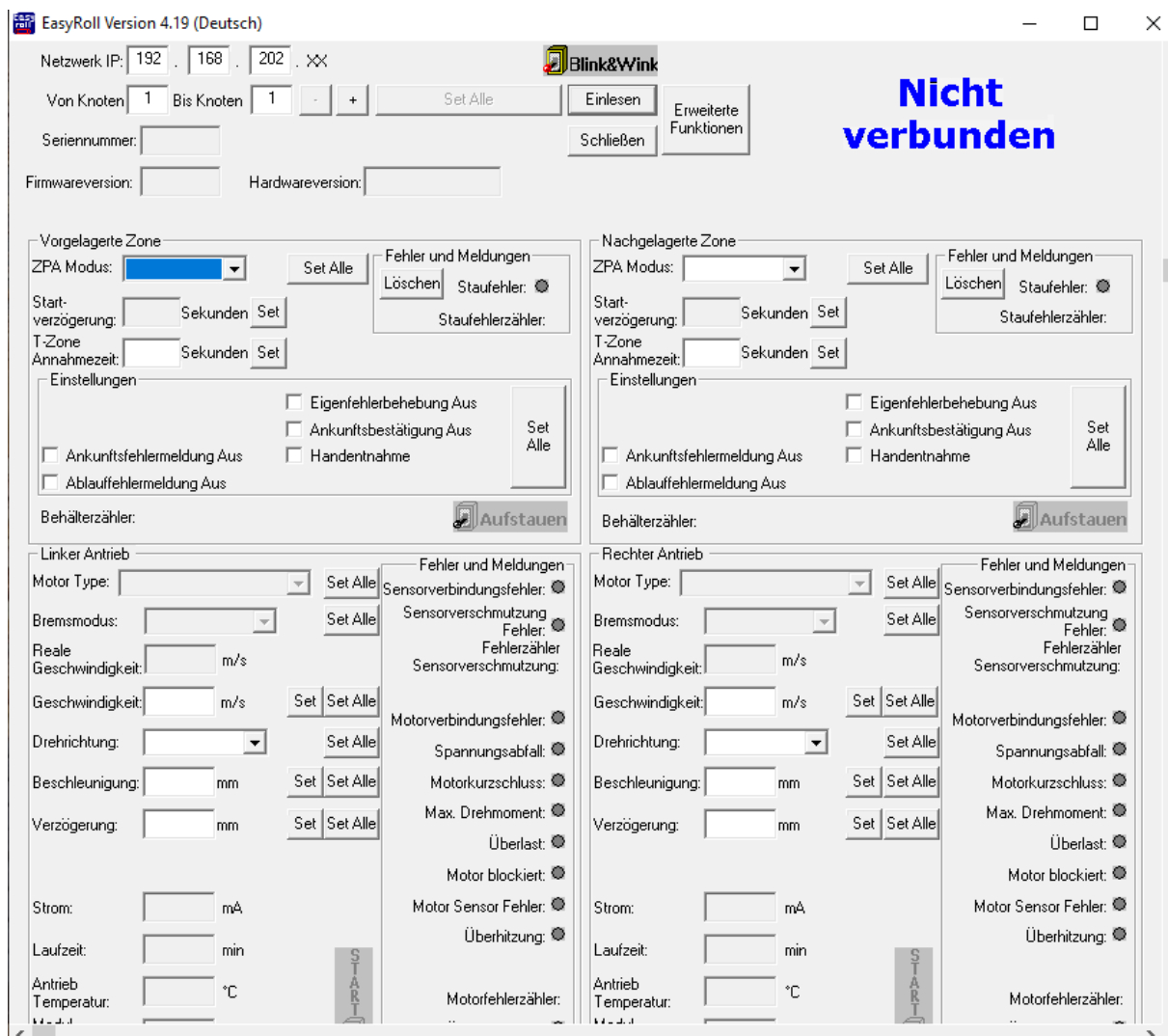
Slika 23: Kontrolna enota

Vir: (Pulseroller, 2020)

ConveyLinx je najbolj univerzalni in najmočnejši krmilnik v portfelju PulseRoller. ConveyLinx lahko nadzoruje praktično vse možne aplikacije 24 V motornih valjev.

Serijsko se ConveyLinx krmiljenje uporablja za dva valja. Komunikacija med krmilnikom in motorjem poteka prek Etherneta in ustreznega kabla CAT 5. Z uporabo Etherneta kot edinega komunikacijskega sredstva je konfiguracija tekočega traku zelo enostavna. Na prenosnem računalniku mora biti nameščena programska oprema za konfiguracijo EasyRoll, ki jo lahko brezplačno prenesete. Prenosnik je s prvim krmilnikom ConveyLinx povezan z Ethernet kablom. Samodejno naslavljanje se sproži z EasyRoll-om in nato se izvede vsa potrebna konfiguracija. Tu lahko nastavite vse časovnike, hitrosti, smeri vrtenja, zaviranje in pospeševanje ter še veliko več.

Na vhod 1 priključimo napajalni vodnik, na izhoda 2 in 3 priključimo vodnika motorja valjev. Takšna kontrolna enota je namenjena za krmiljenje dveh valjev hkrati. Izhod 4 je namenjen za zaporedno vezavo kontrolnih enot tako, da je napajanje neposredno le na prvi kontrolni enoti. Takšne kontrolne enote nam omogočajo lažje upravljanje in lažjo sledljivost, kot če bi imela vsaka kontrolna enota svoje napajanje. (Pulseroller, 2020)



Slika 24: Konfigurator valjčnega transporterja z lastnim pogonom

Vir: (Pulseroller, 2020)

EasyRoll je univerzalno orodje za konfiguracijo transportne tehnologije s sistemom MotionLinx. Ponuja jasno strukturirano bogastvo funkcij, ki omogočajo prilagoditev in optimalno uporabo pogonske tehnologije 24 V. Na podlagi znane tehnologije Windows je tudi najbolj zapleteno nalogo enostavno narediti. Prva ali zadnja kartica MotionLinx je povezana neposredno z ethernetno povezavo prenosnega računalnika in z EasyRoll je mogoče dostopati do vseh parametrov celotnega transporterja. To lahko velja za območje, skupine con ali celoten tekoči trak. Tudi najkompleksnejši transportni sistemi so enostavno strukturirani in vidni s klikom miške. Za vzdrževanje ali nadaljnje spremembe ni potrebna nobena projektna datoteka. Preprosto povežite prenosni računalnik in trenutna konfiguracija vsakega posameznega območja postane vidna.

To prihrani precej časa med namestitvijo in predvsem pri zagonu transportne tehnologije. Vsako območje in vsak pogon v omrežju je mogoče doseči z ene točke. (Pulseroller, 2020)

7.2 Prednosti in slabosti valjčnega transporterja z lastnim pogonom

Prednost valjčnega transporterja z lastnim pogonom je predvsem v pogonu, ki je za razliko od klasičnega zobniškega pogona nameščen neposredno v valj in tako ne potrebuje dodatnega ogrodja in pritrditve. Zaradi neposredne vgradnje pri valju z lastnim pogonom se izognemo problemu, kako prenesti vrtilni moment iz pogona na valj, tako kot to storimo pri verižno gnanih z verigo in pri jermensko gnanih z jermenom. Zaradi neposrednega vpetja motorja in planetnega gonila v samem valju ne prihaja do zdrsa pogona, kot se to lahko zgodi pri jermensko gnanih transporterjih. Zaradi inovativne oblike in zamisli, da se pogonski sklop namesti v cev valja, dobimo popolnoma varen premikajoči se produkt, pri katerem ni zunaj gibajočih se delov, ki bi lahko poškodovali uporabnika ali opremo. V primeru nadgradnje sistema z avtomatizacijo, kjer so sestavni deli valjčni transporterji, imamo precej lažje delo z valji z lastnim pogonom, saj je električni del že tako rekoč nadgrajen za izvajanje avtomatizacije. Dodajo se samo nekatere manjše komponente, kot je senzorika in sistemom lahko nastavimo parametre za izvajanje avtomatizacije.

Slabost je začetna investicija, saj je lahko tudi enkrat dražja od verižno gnanega in jermensko gnanega valjčnega transporterja. Čeprav vzdrževanje skorajda ni potrebno, saj ti valji ne potrebujejo nikakršnega mazanja ali drugih vzdrževalnih del in je življenjska doba ob primernem rokovanju daljša kot pri klasičnem valjčnem transporterju, pa lahko pri okvari valja ali motorja doseže neprimerljivo višje stroške kot klasični valjčni transporter.

8 PRIMERJAVA KLASIČNEGA ZOBNIŠKEGA POGONA Z INTEGRIRANIM VALJČNIM POGONOM

V bistvu je motor z gonilom združitev reduktorja z izmeničnim ali enosmernim motorjem. Zobnik in motorji so združeni v eno enoto.

8.1 *Klasični zobniški pogon*

Motor z gonilom zagotavlja visok navor pri nizkih konjskih močeh ali nizki hitrosti. Specifikacije hitrosti za te motorje so običajna vrtilna frekvenca in navor pri zaustavitvi. Ti motorji uporabljajo zobnike, ki so običajno sestavljeni kot menjalnik, da zmanjšajo hitrost, zaradi česar je na voljo več navora. Gonila z zobniškim pogonom se najpogosteje uporabljajo v aplikacijah, ki potrebujejo veliko sile za premikanje težkih predmetov. Na splošno večina industrijskih motorjev uporablja izmenične motorje, običajno motorje s fiksno hitrostjo. Vendar pa se enosmerni motorji lahko uporabljajo tudi kot motorji z zobniškim pogonom.

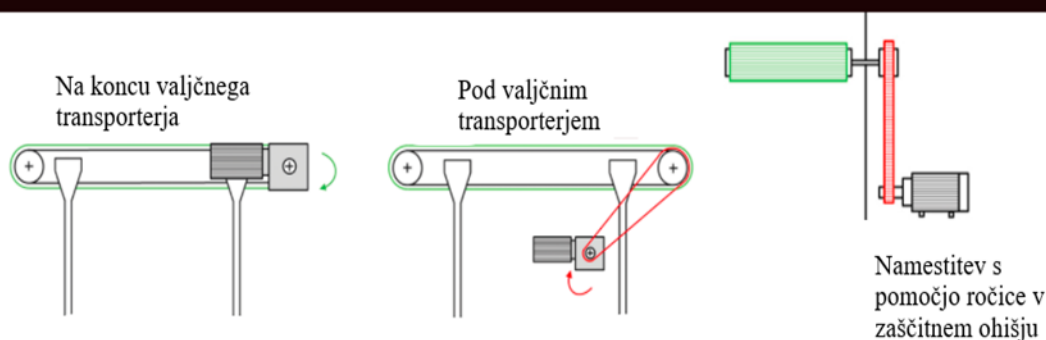
Motorji z zobniškim pogonom imajo številne prednosti pred drugimi vrstami kombinacij motorjev z zobnikom. Morda je najpomembneje, da lahko motorji z zobniki poenostavijo načrtovanje in izvedbo tako, da odpravijo korak ločenega načrtovanja in integracije motorjev z zobniki ter tako zmanjšajo stroške inženiringa. Natančni zobniki v paru z motorji lahko izpolnjujejo visoke zahteve glede navora. Druga prednost motornih gonil je, da lahko pravilna kombinacija motorja in zobnika podaljša življenjsko dobo in omogoči optimalno upravljanje in uporabo moči. Ker so zobniški motorji integrirane enote, odpravljajo potrebo po sklopkah in odpravljajo morebitne težave s poravnavo. Takšne težave so pogoste, ko sta ločen motor in reduktor povezana skupaj, kar ima za posledico več inženirskega časa in stroškov, pa tudi možnost neusklajenosti, ki povzroči odpoved ležajev in na koncu skrajša življenjsko dobo.

Napredek v tehnologiji zobniških motorjev vključuje uporabo novih posebnih materialov, prevlek in ležajev, pa tudi izboljšane zasnove zob zobnikov, ki so optimizirane za zmanjšanje hrupa, povečanje moči in izboljšano življenjsko dobo, kar omogoča boljše delovanje v manjšem prostoru. Konceptualno je mogoče motorje in reduktorje mešati in po potrebi ujemati, da se najbolje prilagodijo aplikaciji, toda na koncu je celoten pogonski motor pogonski dejavnik. Obstaja več vrst motorjev in reduktorjev, ki jih je mogoče kombinirati; pravokotni polžasti reduktor, planetarni reduktor in vzporedni. Gredi je mogoče kombinirati s klasičnimi enosmernimi ali brezkrtačnimi enosmernimi motorji s trajnim magnetom. (Eitel & Budimir, 2015)

Najpogostejše namestitve klasičnega motorja z reduktorjem:

- V prvi namestitvi je gonilni motor z reduktorjem na eni strani valjčnega transporterja. Votla gred gonila se neposredno poveže z gredjo valja, motor z reduktorjem pa podpirajo le ležaji na gredi valja. Tu se momentna ročica pritrdi na ogrodje valjčnega transporterja, da se prepreči vrtenje.
- V drugi namestitvi je gonilni motor z reduktorjem pod valji in se z gredjo, jermenom ali verigo poveže z gredjo valja.
- V tretji namestitvi je motor z reduktorjem na eni strani valjčnega transporterja, kjer ga poseben okvir (roka) podpira na mestu, kjer je pritrjen. Navorni spoj lahko olajša demontažo in vzdrževanje, za zagotovitev varnosti delavcev pa je običajno potrebno ohišje.

Tri najpogostejše namestitve klasičnega motorja z reduktorjem



Slika 25: Tri najpogostejše namestitve klasičnega motorja z reduktorjem

(Eitel, Motion control tips, 2017)

8.2 Integrirani valjni motor (brezkrtačni motor s planetnim pogonom)

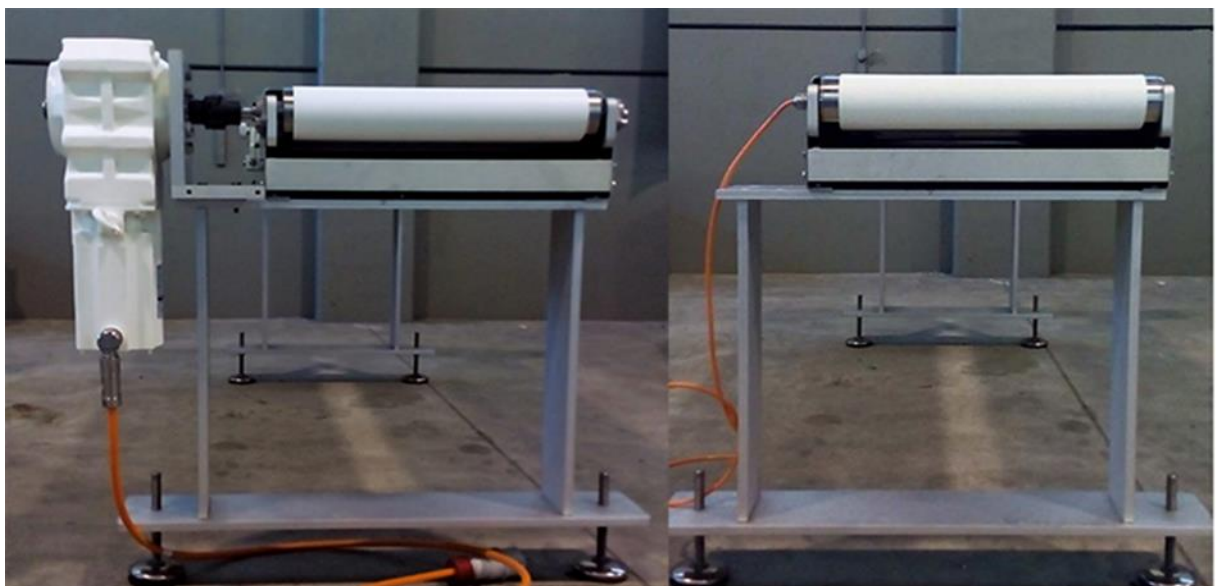
Kombinacija energetske učinkovite tehnologije sinhronnega motorja in planetarnega pogona povzroči izredno visok izkoristek energije. Planetarni pogon prenese 92-95 % razpoložljive moči elektromotorja neposredno, linearno na transportni sistem, kar zagotavlja skupno izhodno učinkovitost do 82 %. To pomeni, da se mehanska izguba moči v primerjavi z drugimi motorji ali običajnimi motorji s sekundarnim prenosom močno zmanjša. Testi kažejo, da ta okolju prijazna varčna pogonska rešitev ponuja odličen navor pri vseh hitrostih, največje pospeševanje in zaviranje, optimalen prihranek energije, nizko obratovalno temperaturo in odlično delovanje start-stop sistema. Izguba moči v brezkrtačnih motorjih s planetnimi prenosi se je znatno

zmanjšala, zato motorji ostanejo hladni in imajo tako daljši življenjski cikel. Brezkrtačni motor s planetnimi prenosi lahko v milisekundah pospeši od nič do 100 odstotkov. Če je opremljen s servo pogonom in povratnim sistemom, pa je mogoče doseči pospešek do 151 m/s^2 , odvisno od vrste motorja in obremenitve. Taktne procese z operacijami ustavitve in izklopa je tako mogoče znatno skrajšati. Prekinitveni premiki na transportnih sistemih za dviganje in polnjenje, polnjenje ali rezanje, kot tudi postopki praznjenja ali avtomatizirani terminali za prijavo, se lahko znatno pospešijo. Z največjo temperaturo valja približno 45°C so idealni tudi za obdelavo temperaturno občutljivih procesov, kot so čokoladni premazi, mlečni izdelki, jajčni izdelki ali pokvarljivo blago, kot je riba, ki se lahko prevaža pri bistveno nižjih temperaturah. To tudi zmanjšuje tveganje za razmnoževanje bakterij v prehrabeni industriji.

Poleg tega s standardno hermetično zaprto zasnovo IP66 ali neobvezno IP69k (komponenta zasnova) zahteva nič vzdrževanja in je primerna za uporabo pri mokrih in visokotlačnih sistemih za pranje. (Control Drives & Automation, 2014)

8.3 Primerjava pogonov v živilski industriji

V aplikaciji smo za preizkus uporabili klasični zobniški motor z reduktorjem, ki je prikazan na spodnji sliki levo in valj z integriranim motorjem (valjčni motor) na desni strani. Obe aplikaciji sta bili pred preizkusom nastavljeni za transportiranje enakega blaga z istimi parametri.



Slika 26: Testna aplikacija

Vir: (Virk, 2020)

Preizkuse smo opravili za delovanje v živilsko prehranski industriji v naslednjih fazah:

- Prva faza (Neživilsko območje)

Prva faza za testiranje predstavlja več aplikacij v živilski industriji, kjer živilski proizvod ni izpostavljen okolju. Tu je hrana zaščitena z zapečateni embalažo ali kadar je izdelek v celoti predelan in je shranjen v zaprti embalaži. Tukaj je treba vzpostaviti ustrezna območja za zmanjšanje tveganja navzkrižne kontaminacije neživila na območja s hrano, v katerem koli objektu.

- Druga faza (Živilsko območje)

Druga faza za testiranje predstavlja aplikacije, pri katerih je živilski izdelek izpostavljen okolju in je oprema namenjena kemičnemu čiščenju ali ročnemu čiščenju. V tej fazi delovanja opreme ni dovoljeno tlačno čiščenje opreme.

- Tretja faza (Živilsko območje - predelava hrane)

Tretja faza za testiranje predstavlja aplikacije, pri katerih je mikrobiološko občutljiva hrana izpostavljena okolju in je oprema namenjena za pranje s kemično vodno raztopino in čiščenjem pod pritiskom, peno ali gelom. Tu mora biti oprema čim bolj čista na svojem mestu in mora biti odporna na pogoje pranja.

Zobniški motorji in integrirani valjni motorji imajo prednosti in slabosti, odvisno od uporabe. Glede na valjne transporterje v živilski industriji pregledamo tri različne faze, da ugotovimo, kako se pogoni primerjajo.

V prvi fazi valjni transporter deluje v neživilskem območju objekta za pakiranje živil. V drugi fazi deluje valjni transporter v predelu s hrano in ga je mogoče očistiti le s suhimi ali ročnimi sredstvi. V tretji fazi pa deluje valjni transporter v predelovalnem obratu, kjer se ga bo redno čistilo z visokotlačnim čistilnikom. Enostavnost namestitve opreme vpliva na nastavitev sistema ter varnost in ergonomijo operaterja. Splošna ocena tehnologij valjčnih motorjev in zobniških motorjev (vključno s težo in dimenzijami) kaže ključne razlike. Težji in okorni transportni pogoni otežujejo namestitvev. Popolna analiza upošteva tudi število komponent pogona, da se zagotovi pravilno delovanje, saj to vpliva na čas, potreben za namestitev motorja na samo konstrukcijo. Vzdrževanje je v živilski industriji najpomembnejše za vzdrževanje dobrega delovanja in učinkovitosti obratov ter za zagotovitev varnosti in kakovosti živilskega izdelka. Analiza operacij za vzdrževanje obeh pogonskih tehnologij (zlasti kadar je zamenjava

del realistične analize) kaže, da postopki za zamenjavo komponent ali celotne opreme vplivajo na splošno primernost pogona.

8.3.1 Prva faza (Neživilsko območje)

Prvi faza (na neživilskem območju tovarne živil) vključuje območje, kjer so živila že pakirana in pripravljena za odvoz. Običajno je zato oprema tukaj suha in neoprana ali očiščena v mikrobiološkem merilu. Toda v mnogih je končna oprema na istem predelu tovarne, kjer se izdelki predelujejo in pakirajo, tako da so izpostavljeni okoliškemu okolju. Zato je končna oprema lahko vir navzkrižne kontaminacije izdelka. Za zmanjšanje tveganja navzkrižne kontaminacije je potrebno:

- izogibanje pred kopičenjem zemlje, ker je vir navzkrižne kontaminacije in škodljivcev,
- pravilno ročno čiščenje,
- zmanjšanje interakcije z območjem s hrano.

Zasnova opreme bi morala preprečevati onesnaženje posod za živila z mazivi. To običajno ni varnostno vprašanje, ker so posode za živila že zaprte - vendar je zaželeno, da se potrošniki med nakupovanjem živil ali pri pripravi obrokov doma dotaknejo posode za hrano, namazano z mazivom, in morda onesnažijo druge izdelke.

8.3.2 Druga faza (Živilsko območje)

Kar zadeva drugi scenarij (območje tovarne živil, ki se čisti s suhimi ali ročnimi sredstvi), direktiva EU o strojih (2006/42 / CE) zahteva, da je oprema v živilskem območju iz primernih materialov za enostavno čiščenje, in primerna zaščitena pred kontaminacijo z mazivi. Poleg tega je oprema na živilskih območjih lahko vir fizične nevarnosti, če se v izdelek vnese tujke, zato se mora oprema na živilskih območjih izogibati takšnemu tveganju.

8.3.3 Tretja faza (Živilsko območje - predelava hrane)

Za tretjo fazo (valjčni transporterji v predelih živil) poleg zgoraj naštetih meril obstajajo zahteve po enostavnem čiščenju (z oblikovnimi značilnostmi, kot so na primer demontažni spoji z elastomernimi tesnili), kot svetuje mednarodna pravila, vključno s smernicami EHEDG, evropskimi harmoniziranimi standardi, sanitarnimi standardi 3-A in standardi NSF. Primerjave med motorjem z reduktorjem in valjčnim motorjem za te situacije upoštevajo čiščenje v skladu s smernicami EHEDG:

- pušcanje maziva in onesnaženje izdelka,

- možen vir tujkov,
- primernost za stik z živili.

8.3.4 Potek preizkusa

V raziskavi nas je zanimalo predvsem potreben prostor za vgradnjo motorja, aktivna moč motorja, temperatura motorja in hrup motorja. Testno aplikacijo smo karseda prilagodili nastavitvam aplikacij, ki se uporabljajo v živilski industriji.

Vgradnja motorja

Vgradnja motorja največkrat vpliva na prostor, vzdrževanje in samo delovanje transporterja. Pri klasičnem motorju z reduktorjem se zaradi same vgradnje motorja poveča prostor, katerega zaseda transporter. Prav tako ima izpostavljene pogonske dele, ki jih je potrebno dodatno zaščititi. To je v nasprotju z valjčnim motorjem, ki je integriran v sam valj in ne zaseda dodatnega prostora.

Temperatura motorja

Pregrevanje je lahko način okvare motorjev z reduktorjem in valjčnih motorjev. Da bi se temu tveganju izognili, morajo pogonski motorji pogosto vključiti ventilator za hlajenje, toda ventilator je običajno higienska težava, zato veliko motornih gonil za prehrambeno industrijo nima ventilatorja. Po drugi strani pa so valjčni motorji zaprti sistemi, toplota pa se odvaja samo po površini valja. Da bi tukaj preprečili okvare motorja, mora temperatura navitja ostati pod varnostno mejo, zato takšni motorji običajno delujejo z varnostnim sistemom, ki zmanjša tok, če obstaja nevarnost pregrevanja. Naše raziskave ocenjujejo temperaturo navitja skozi izračun, pri čemer poznamo razmerje med upornostjo statorja in njegovo temperaturo. Povprečna temperatura navitja izhaja iz primerjave odpornosti navitja pri temperaturi, ki jo je treba določiti, z uporabo pri znani temperaturi:

$$T = \frac{RT}{R1(234,5+T1)-234,5} [^{\circ}\text{C}]$$

Temperaturna konstanta bakra 234,5 [$^{\circ}\text{C}$]

T1 temperatura okolja [$^{\circ}\text{C}$]

RT upor navitja pri temperaturi T [Ω]

R1 upor navitja pri temperaturi T1 [Ω]

Kjer je T temperatura navitja, je R_T upor navitja pri temperaturi T , T_1 je temperatura okolice in R_1 je upor navitja pri temperaturi T_1 . Preizkusi simulirajo vse tri faze valjčnih transporterjev pri neprekinjenem delovanju pri dveh različnih hitrostih valjev in visokem navoru.

Meritve zvoka

Primerjava meritve zvoka po standardu ISO 9614-2 (Določanje ravni zvočne moči virov hrupa z uporabo jakosti zvoka - 2. del: Merjenje s skeniranjem) da bi raziskali hrup, ki ga oddajajo valjčni motorji in klasični motorji z reduktorji v naših treh scenarijih. Ta meritev zvoka ne meri ravni zvočnega tlaka, temveč raven jakosti. V tej analizi, ki temelji na programski opremi, je okrog motorja z žično mrežo opredeljeno referenčno polje, ki se uporablja za vse teste. Meritve zvoka, ki ga oddaja vsak motor, smo izvedli s skeniranjem vseh površin s sondo za intenzivnost. Ker smo izmerili splošno zvočno moč, rezultati upoštevajo celoten sistem. Torej pri nastavitvah valjčnih motorjev to predstavlja zvok valjčnih motorjev oziroma valjev, ki tvorijo celoten pogon. Nasprotno pa ta meritev v nastavitvah zobniškega motorja vključuje učinek navora zgloba, ležajev, pogona in valjev. Razlika med meritvami pomeni, da to ne daje absolutne meritve hrupa, ki ga oddaja samo motor, zato imajo rezultati le primerjalni pomen.

8.3.5 Rezultati preizkusa

Valjčni motorji ponujajo ugodnosti, da ohranijo higiensko zasnovo, kar je (v primeru živilsko-predelovalne industrije) najpomembnejše. Njihova kompaktna zasnova jim pomaga na nekaj načinov preseči klasične motorje z reduktorjem. Nevarnost navzkrižne kontaminacije je pri valjčnih motorjih bistveno manjša kot pri običajnih zobniških motorjih. Poleg tega imajo vgrajeni valjčni motorji na področjih čiščenja boljšo zasnovo. To je zato, ker so vse komponente vgrajene v valj in ni zaščitnega ohišja. To zmanjšuje precej časa in stroškov čiščenja za operaterje. Edina slabost valjčnih motorjev s higienskega vidika je potencialna nevarnost kontaminacije z mazivom. Čeprav se uporablja sintetično olje za prehransko industrijo, je to lahko kritična točka, zato se je treba še bolj potruditi, da se zagotovi ustrezna zanesljivost dinamičnih radialnih tesnil na gredi. Oprema, s katero smo dobili rezultate, je primerna za vse tri faze, ki smo jih raziskali. Toda na žalost se zobniški motorji s specifikacijami, kakršne smo uporabili za neživilski scenarij, pogosto vstavijo v območja s hrano in celo s pranjem. Takšne odločitve se običajno sprejmejo za zmanjšanje stroškov, vendar so to slabe odločitve, ki lahko povzročijo higienske težave. Kot kažejo naši rezultati, imajo valjčni motorji druge prednosti za vgradnjo, zato so v nekaterih postavitvah edina možna izbira. Manj komponent pomeni, da je namestitev valja z lastnim motorjem enostavnejša in hitrejša kot namestitev s klasičnim

motorjem z reduktorjem. Lažji pogoni v tretji fazi, kjer se predeluje hrana in je pranje opreme nujno potrebno, pomagajo tudi monterjem in upravljavcem z boljšo ergonomijo in manjšim tveganjem za poškodbe. Postopki vzdrževanja na kraju samem postanejo bolj nepraktični, ko postaja del opreme bolj specializiran in območja za hrano in umivanje na splošno potrebujejo zelo specializirane dele opreme. V teh primerih torej ni bistvene razlike med uporabo zobniških motorjev in bobnastih motorjev. V zvezi z drugimi merili za ocenjevanje (poraba energije, hrup in pregrevanje) je naša raziskava uporabila eksperimentalne preizkuse na določenih valjčnih motorjih in klasičnih motorjih. Na rezultate močno vpliva izbira posebne opreme. Tu obstajajo le majhne ali nepomembne razlike med valjčnimi motorji in klasičnimi motorji z reduktorji.

	1. Faza		2. Faza		3. Faza	
	Klasični motor z reduktorjem	Valjni motor	Klasični motor z reduktorjem	Valjni motor	Klasični motor z reduktorjem	Valjni motor
Namestitev in vzdrževanje		+		++		+++
Higiena		++		+		++
Prostor		++		+++		+++
Aktivna moč		++	+			
Pregrevanje		+	+			
Hrup		++	+	+++	+	
HIGIENSKE ZAHTEVE						
Navzkrižna kontaminacija		+++				
Dostopnost	+	++				
Kontaminacija maziva	+		++		++	
Čistoča		++		++		+
Čistoča v prostoru		+++		+		+++
Stik z živili		++		+++		++

Slika 27: Prikaz rezultatov

(Lastni vir, 2020)

9 UGOTOVITVE HIPOTEZ

Predpostavljene hipoteze so bile:

- Z izboljšavo valjčnega transporterja se doseže lažje in cenejše vzdrževanje.
- Valjni transporter z valji z lastnim pogonom je boljši od standardno ponujenih.
- Lastni pogon na valjčnem transporterju zahteva manj energije za prenos.

V primeru naše prve hipoteze, ki pravi, da »z izboljšavo valjčnega transporterja se doseže lažje in cenejše vzdrževanje«, bi le to utemeljili takole. Ob izboljšavi valjčnega transporterja z valji z lastnim pogonom dosežemo ničelno vzdrževanje, zaradi same sestave pogona, ki je sestavni del valja. Tako pogonski in gnani del valja nista ločena, kot je to pri klasičnih zobniških ali jermensko gnanih valjih, pri katerih se prenaša gibanje iz pogonskega dela na gnani del s pomočjo verige ali jermena. Zaradi takšne sestave valjni transporter z lastnim pogonom ne potrebuje nikakršnega vzdrževanja, kot na primer: mazanje verige, menjava verige, menjava jermena,.. Zato lahko trdimo, da je vzdrževanje valjčnega transporterja z lastnim pogonom lažje in cenejše. Hipoteza je potrjena.

V primeru naše druge hipoteze, ki pravi, »valjni transporter z valji z lastnim pogonom je boljši od standardno ponujenih«, bi utemeljili takole. Valjni transporterji z lastnim pogonom so v večinskem pogledu boljši od standardno pogojenih, predvsem na področju uporabe notranje logistike, kjer so sestavljeni iz daljših sklopov za transportiranje blaga do 2000 kg. Zaradi same vgradnje valjev z lastnim pogonom so lahko transporterji postavljeni tako, da maksimalno izkoristijo prostor, saj ne potrebujejo dodatnega prostora za motor in pogon. Celoten nadzor nad transporterji lahko vodimo preko računalnika, kjer imamo podatek za vsaki valj posebej. Prav tako ne potrebujejo vzdrževanja, ampak se ob nedelovanju enostavno zamenjajo. Življenjska doba valjčnega transporterja z lastnim pogonom je dvakrat daljša kot življenjska doba klasičnega transporterja. Zelo primerni so tudi za uporabo v živilski industriji, ker s svojo sestavo ne onesnažujejo hrane in jih zlahka očistimo. V primeru, da transportiramo blago, ki ima skupno težo večjo od 2000 kg, pa valjni transporterji z lastnim pogonom niso več primerni. Zaradi prevelike teže bi lahko prišlo do porušitve sistema valjev. V takem primeru so najboljši za uporabo klasični zobniško gnani transporterji. Hipoteza je delno potrjena.

V primeru naše tretje hipoteze, ki pravi, da »lastni pogon na valjčnem transporterju zahteva manj energije za prenos«, bi utemeljili takole. Lastni pogon na valjčnem transporterju je

sestavljen iz brezkrtačnega motorja s planetarnim gonilom, ki je neposredno vstavljen v valj in je tako sestavni del valja. Pri takšnem sistemu ne potrebujemo nikakršnega gonila, kot je veriga ali jermen za prenos moči med pogonskim in gnanim delom, ker se moč, katero ustvari motor, neposredno prenaša na plašč valja. Zaradi izgub, ki nastanejo pri prenosu moči, potrebuje klasičen zobniški ali jermensko gnani transporter več energije za transportiranje enakega blaga kot transporter z valji z lastni pogon. Hipoteza je potrjena.

10 SKLEP

S pisanjem diplomske naloge Izboljšava valjčnega transporterja z valji z lastnim pogonom sem pridobil veliko znanja na področju valjev, predvsem na področju konstruiranja. Razlog, zaradi katerega sem si izbral takšno tematiko diplomskega dela, je predvsem v izpopolnjevanju na področju valjev, izdelavi transportnih sistemov in konstruiranja le teh. Želel sem narediti raziskavo in primerjavo med uporabo valjčnega transporterja z lastnim pogonom in drugima standardno pogojenima najbolj pogostima valjčnima transporterjema. Pred pisanjem diplomske naloge sem imel malo znanja o valjih z lastnim pogonom. Nadgradil sem ga z zbiranjem podatkov iz strokovne literature, saj lahko le tako popolnoma razumem delovanje takšnega valja.

Valji z lastnim pogonom so v Sloveniji relativno nov produkt in zato marsikateremu ne- poznan. Kot kažejo raziskave v podjetjih, ki uporabljajo za transportiranje blaga valje z lastnim pogonom, so se stroški proizvodnje zmanjšali tudi do 50 %. Takšni sistemi potrebujejo za delovanje do 80 % manj energije in nikakršnega vzdrževanja za razliko od klasičnih transportnih sistemov. Pri nadgradnji transportnih sistemov v avtomatizirani transportni sistem je zaradi predpriprave sistema pri valjih z lastnimi pogoni lažji prehod kot pri klasičnih transporterjih. Valji z lastnim motorjem so enostavni za vgradnjo in programiranje, saj to lahko opravi skoraj že vsak, ki ima vsaj malo znanja na področju avtomatizacije. Enostavna je tudi uporaba programa za delovanje, kjer lahko spreminjamo parametre valja, delov transporterja ali celotnih transporterjev. Prav tako nas sistem obvešča o stanju valja, času obratovanja in temperaturi motorja. S temi podatki lahko kar se da mogoče optimiziramo proizvodnjo. Na področju transportiranja ali logistike dosegajo valjčni transporterji z valji z lastnim pogonom izjemne rezultate in se tako eksponentno zamenjuje s klasičnimi zobniškimi ali jermenskimi transporterji. Ti transporterji se bodisi zamenjujejo v celoti ali pa se obstoječa konstrukcija transporterja prilagodi valjem. Pri sodelovanju z večjimi logističnimi centri po Sloveniji sem kot del ekipe podjetja Lar transportni sistemi d. o. o. željan znanja o novi produktih, katerega lahko strokovno podkrepim in to znanje uporablam v iskanju novih rešitev za stranke.

Cilji diplomske naloge so bili podrobneje raziskati valjčne transporterje z lastnim pogonom ter njihovo konkurenčnost v primerjavi s sedanjimi rešitvami na področju transportiranja in učinkovita izdelava takšnega transporterja. Menim, da sem vse zadane cilje dosegel, saj sem skozi celotno raziskavo in med pisanjem diplomske naloge podrobneje raziskal valjčne transporterje z lastnim pogonom in njihovo delovanje, ter vse prednosti in slabosti, ki

pripomorejo h konkurenčnosti na trenutnem trgu. Skonstruiral sem tudi popolnoma učinkovit valjni transporter z lastnim pogonom, ki zlahka nadomesti valjni transporter z verižnim ali jermenskim pogonom, seveda pod določenimi pogoji.

11 VIRI, LITERATURA

Control Drives & Automation. (2014, januar 14). *Control Drives & Automation*. Retrieved December 11, 2020, from Drum motor design is on a roll: https://www.controlsdrivesautomation.com/page_404189.asp

Eitel, L., & Budimir, M. (2015, Maj 15). *Motion control tips*. Retrieved November 19, 2020, from What is a gearmotor? Technical summary for engineers: <https://www.motioncontroltips.com/what-is-a-gearmotor-technical-summary/>

Fruchtbaum, J. (1988). *Bulk materials handling handbook*. New York: Springer science+Business media. Retrieved Oktober 26, 2020

Kemper Equipment. (2020). *Kemper Equipment*. Retrieved December 4, 2020, from Blog: <https://www.kemperequipment.com/blog/everything-you-wanted-to-know-about-the-history-of-conveyors/>

Pulseroller. (2020). *Pulseroller*. Retrieved Oktober 4, 2020, from Sengery-ai Motorrolle: https://www.pulseroller.com/drives/senergy_ai/

Siddhartha , R. (2009). Introduction to Materials Handling. In R. Siddhartha, *Introduction to Materials Handling* (p. 244). New Delhi: New Age International.