

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Транспортни уређаји и машине

Број индекса: 305/2015

Милица Р. Гарић

Ваљкасти транспортери у унутрашњем транспорту

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. др Ненад Милорадовић, доцент - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

- Истакне улогу и област примене ваљкастих транспортера као уређаја унутрашњег транспорта.
- Прикаже кратак осврт на историјски развој ваљкастих транспортера.
- Наведе и опише одговарајуће конструктивне елементе транспортера, истакне њихове главне карактеристике и метод прорачуна.
- Изврши прорачун свих потребних параметара и усвоји основне елементе транспортера. Полазни подаци:
 - капацитет транспорта: $Z = 180 \text{ ком/х}$,
 - дужина деонице: $L = 20 \text{ м}$,
 - под нагибом: $\beta = 3^\circ$
- За предложено решење прикаже транспортер применом одговарајућег CAD програма.

Препоручена литература:

- [1] Гашић, М., Транспортни уређаји – непрекидни транспорт, Машински факултет, Краљево, 1997.
- [2] Тошић, С., Транспортни уређаји - Механизација транспорта, Машински факултет, Београд, 1999.
- [3] Тошић, С., Прорачун машина непрекидног транспорта и дизаличних уређаја, Машински факултет, Београд, 2001.
- [4] Дедијер, С., Основи транспортних уређаја, Београд, 1989.
- [5] Јевтић, В., Транспортне машине - за насипне и комадне терете са непрекидним начином рада, Ниш, 2001.

Крагујевац, 01. 03. 2017.

Ментор:

Др Ненад Милорадовић, доцент

Резиме:

У оквиру рада извршено је прикупљање података везаних за транспортне уређаје са непрекидним радом, са посебним освртом на ваљкасте транспортере. Описан је историјски развој ових уређаја, карактеристике и поделе, а кратак осврт био је на унутрашњи транспорт везан за ову врсту транспортера. Разматране су предности и недостаци ваљкастих транспортера у односу на друге видове транспорта терета. Приказан је кратак прорачун непогоњених али и погоњених ваљкастих транспортера, док је на конкретном задатку извршен прорачун погоњеног транспортера, а затим је извршено моделирање у програмском пакету Autodesk Inventor Professional 2016.

Кључне речи: транспортни уређаји, ваљкасти транспортер, унутрашњи транспорт.

Abstract:

In this work, there were collected information related to the transport devices with continuous operation, with special emphasis on the roller conveyor. The work described the historical development of these devices, characteristics and divisions, and a brief review was on the internal transport related to this type of transporter. The advantages and disadvantages of rolling conveyors in relation to other types of cargo transport were considered. A brief calculation of the unbursed but also driven rolling conveyors is shown, while on the concrete task the budget of the driven conveyor is executed, and then the modeling in the Autodesk Inventor Professional 2016 software package is performed.

Key words: transport equipment with continuous operation, rolling conveyors.

Садржај

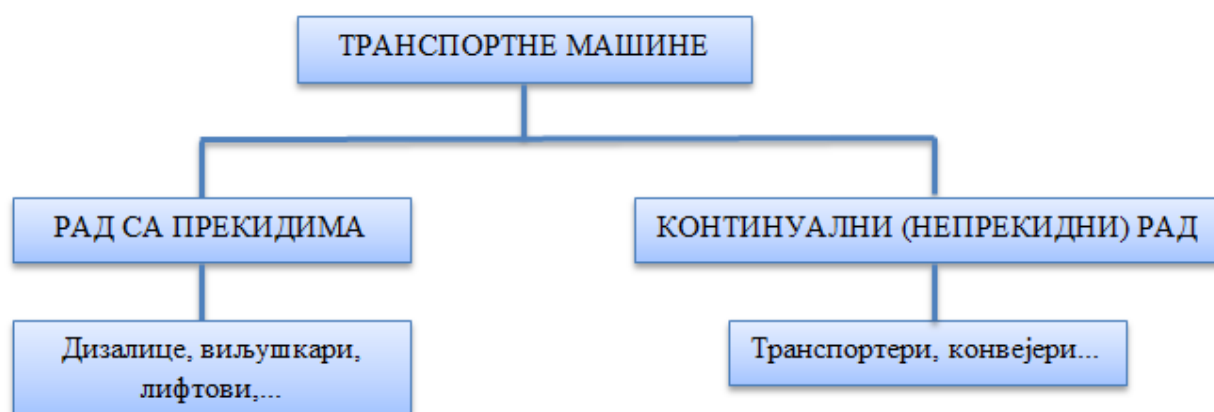
1. Увод и историјски развој	5
2. Подела машина и уређаја непрекидног транспорта	10
3. Параметри уређаја непрекидног транспорта	12
3.1. Капацитет транспорта	12
3.2. Погонска маса	13
3.3. Шеме траса	15
3.4. Карактеристике материјала	15
3.4.1. Гранулометријски састав	16
3.4.2. Густина	17
3.4.3. Угао природног пада	17
3.4.4. Абразивност, лепљивост, слегање материјала и отпор трења	18
3.5. Режији рада	19
4. Унутрашњи транспорт	20
5. Ваљкасти транспортери	22
5.1. Улога и област примене	22
5.2. Подела ваљкастих транспортера	23
5.2.1. Ваљкасти транспортери без сопственог погона – непогођени	23
5.2.2. Прорачун непогођених транспортера	30
5.3. Ваљкасти транспортери са погоном	32
5.3.1. Прорачун погођених транспортера	36
6. Прорачун погођеног ваљкастог транспортера	37
7. Моделирање прорачунатог погођеног ваљкастог транспортера	44
7.1. Конструкција ваљка	45
7.2. Ланчани преносник	45
7.3. Електромотор са редуктором	46
7.4. Носећа конструкција	47
8. Закључак	50
Литература	51

1. Увод и историјски развој

Приликом процеса добијања сировина, у производњи и складиштењу комадних или насипних материјала, затим делова и готових производа, примењује се „унутрашњи транспорт“, који се обавља транспортним машинама. Ове транспортне машине одликују се:

- *прекидним радом*, којим се преносе комадни терети, а јавља се код виљушкара, дизалица и
- *непрекидним радом*, којим се преносе насипни терети (јавља се код разних транспортера, жичара...), али се преносе и комадни или паковани терети.

Карактеристике материјала који се транспортује утичу на избор типа транспортоване машине, а конструктивно решење се прилагођава технолошком поступку, захтеваном капацитету, просторним и монтажним условима као и усвојеној транспортној путањи. Све транспортне машине по својим решењима и учинку морају да прате и задовоље производне капацитете које опслужују.



Слика 1.1. Основна подела транспортних машина намењених унутрашњем транспорту [1]

Под појмом „непрекидни транспорт“ подразумевају се све покретне и стационарне транспортне машине које обезбеђују континуални (непрекидни) транспорт растреситих или комадних терета приликом процеса производње, монтаже или складиштења у различитим гранама привреде (рударство, индустрија, енергетика...).

Путања транспорта је у већини случајева стална, повезује место пријема и место предаје материјала, а савлађивање те путање врши се механичком снагом погонских система, гравитационим дејством самог материјала или струјањем флуида који носи транспортовани материјал. Кретање материјала на транспортном путу може да се изведе константном или променљивом брзином, а може и бити прекидно – „по такту“ у зависности од потребе [1].

Карактеристика машина и уређаја са непрекидним радом је премештање материјала без заустављања ради прихватања и одлагања материјала, за разлику од транспортних машина са прекидним радом где се премештање терета врши у циклусима који се састоји из више различитих операција - вешање терета, померање дизалице са теретом, остављање терета и враћање празног транспортног средства у почетни положај новог циклуса. Захваљујући овоме машине и уређаји непрекидног транспорта омогућују остваривање изузетно великих капацитета, у новије време чак и до 50.000 t/h [2].

Машине и уређаји непрекидног транспорта веома много се примењују у свим подручјима привредне делатности почев од администрације до рада у рударству како за транспорт материјала тако и за пренос људи. Поред тога ови уређаји могу да раде независно од неког производног процеса или да су директно укључени у његово одвијање при чему је могуће остварити висок степен аутоматизације процеса уз повећање обима производње.

Основне предности машина и уређаја са непрекидним радом у односу на машине прекидног транспорта:

- велики и постојан капацитет који не зависи од дужине транспортног пута;
- мали трошкови по тони транспортованог материјала;
- однос капацитета и масе саме транспортне машине је повољнији;
- равномеран (континуалан) ток транспортованог материјала;
- претежно стационаран рад уређаја (ретко заустављање и покретање);
- релативно мали габарити и једноставна уградња;
- велика поузданост у раду и лако одржавање;
- у току транспортовања се могу вршити одређене технолошке операције (монтажа, бојење, прање).

Недостаци ових машина и уређаја су:

- ограничена флексибилност;
- углавном нису погодни за остваривање просторне трасе;
- при непотпуном коришћењу техничких параметара мала рентабилност;
- непогодни су за транспорт терета већих димензија и тежине [2].

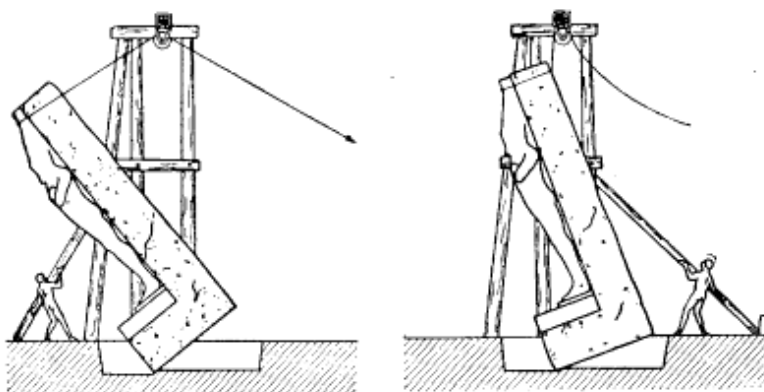
Што се тиче историје транспортних уређаја, руковања материјалом сеже у далеку прошлост и сматра се да се транспортни уређаји примењују већ 5000. година. Различите технике руковања материјалом, различити облици механичких направа, коришћени су током развоја људског друштва.

Потреба за руковањем материјалом, била је присутна увек када моћ човека као појединца или групе људи није била довољна за транспорт и подизање тешких терета.

Култура и градитељство старих цивилизација поставили су захтеве за транспортом и подизањем тешких камених блокова великих димензија при градњи тих монументалних, пре свега пирамида у Египту а касније у Грчкој приликом градње храмова. Као резултат таквих потреба широко су се примењивала ужад, полуге и котураче, што је довело до првих конструкција дизалица [3].

Први изум "дизалице" (односно витла за дизање терета) настао је у античкој Грчкој око 530 година пре Христа (изградња Артемидиног храма у Ефесу, висина стубова 90 метара), за потребе дизања терета при грађевинским радовима код зидања великих храмова. Овај транспортни уређај служио је да се смањи број људи потребан за дизање терета, а временом су се дизали све тежи и тежи терети.

На слици 1.2. приказана је дизалица која је направљена у Грчкој, и којом су подизани велики стубови приликом изградње храмова.



Слика 1.2. *Дизалица направљена у Грчкој за подизање стубова [3]*

Грчка цивилизација (VI - II век п.н.е) као и римска (I век п.н.е и II век н.е) уноси нове елементе и даје свежину готово у свим областима људског стварања, па тако и процват у овој области. Треба споменути генија Архимеда (287-212 п.н.е) који се бавио и практичном конструкцијом машина.

Нови век доноси напредак технике уопште, а посебно градитељства у Александрији, Византији и земљама Средњег Истока. Средњи век намеће потребу да се помене име генијалног уметника, мислиоца, конструктора и инжењера Леонарда да Винчија (1452-1519). Аутор дела "Тајна вечера", "Мона Лиза",..., оставио је за собом и велики број скица механичких направа, машина и механизма.

Основна карактеристика овог раздобља до почетка индустријске револуције јесте да се за реализацију претоварних операција углавном користи људска снага, а механизација се примењује само при руковању теретима за чије манипулисање та снага није била довољна.

Индустријска револуција с краја XVIII и почетка XIX века представљала је почетак фабричке производње, и може се рећи да је то био и почетак модерне индустрије, онакве какву данас познајемо.

Са развојом фабрика, потреба за руковањем материјалом и механизацијом постајала је све израженија, како у самој производњи тако и у транспортовању робе. У овом периоду власници фабрика, како би снизили трошкове, почињу постепено да улажу у средства и опрему руковања материјалом. Зато се, развој савремених средстава за руковање материјалом везује за период после 1900. године, тј. за почетак XX века.

Када је реч о средствима са континуалним радом, која се данас масовно користе, треба нагласити да се тракасти транспортери развијају почетком индустријске револуције и то прво у млинарству а касније и у индустрији за преношење руде. Кретање расутих материјала уз помоћ траке, тј. појава данашњих тракастих транспортера датира око 1795. године када су већином машине користили власници фарме за утовар хране и терета на бродове. Коришћење ових машина било је изузетно значајно за власнике након напорног рада преко целог дана. Примена ваљака, поред траке код ове врсте транспортера датира још из тог времена о чему сведоче сачуване фотографије (слика 1.3.)



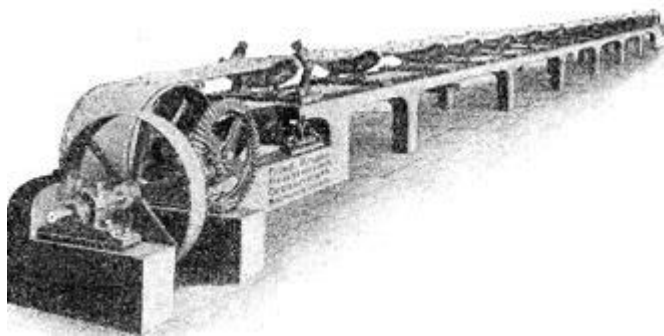
Слика 1.3. Тракасти транспортер за преношење руде 1795.године [3]

Сматра се да ваљкасти транспортер почињу са применом пре нешто више од 100 година. Иако су се појавили доста раније (по неким списима коришћени су у камено доба), ова савремена технологија није имала већу практичну примену пре пре 20. века. Било је питање времена када ће се развити идеја да неколико људи може преместити робу са једног места на друго, а да се у ствари они не крећу. Тешко је било

набавити добар квалитет ваљака за солидну цену. Компанија *Fastrax Conveyor Rollers* данас је једна од највећих која се бави трговином ваљака у Великој Британији али и у свету.

Највећа прекретница што се тиче развоја ваљкастих транспортера била је 1908. године, када је Хамле Годард из компаније *Logan Company* патентирао први ваљкасти транспортер. Међутим, производња транспортера почела је тек да се развија пет година касније.

Године 1913. Хенри Форд је променио историју тако што је осмислио производне линије, што је знатно допринело даљем развоју ваљкастих транспортера. Ова појава производних линија смањила је потребе ручног рада и убрзала производњу. Појава ваљкастих транспортера који су коришћени за транспорт терета на дужим растојањима јавља се 1920. године.



Слика 1.4. *Транспортер конструисан 1913. године [3]*

Са индустријском револуцијом долази до појаве разних машина, тако да је први трактор са бензинским мотором конструисан 1913. године, док се колица са мануелним подизањем платформе помињу нешто раније, (1887. године), а први електровиљушкар датира из 1919. године ("Tiering Tractor").



Слика 1.5. *Електровиљушкар конструисан 1919.године [3]*

2. Подела машина и уређаја непрекидног транспорта

Уређаји непрекидног транспорта се сврставају у три основне групе:

1. уређаји са вучним елементом,
2. уређаји без вучног елемента,
3. помоћни уређаји [4].

На слици 2.1. приказана је подела машина и уређаја непрекидног транспорта. Машине непрекидног транспорта су најчешће механичког типа, а постоје машине које користе пнеуматику (пнеуматски транспорт). У наставку рада биће речи о карактеристикама механичких транспортера, пре свега о ваљкастим.



Слика 2.1. Подела машина и уређаја непрекидног транспорта [5]

1. Уређаји са вучним елементом

Уређаји са вучним елементом обухватају све уређаје код којих се премештање терета остварује кретањем бесконачне траке, ланца или ужета. Код ове групе уређаја вучни и носећи елементи могу бити обједињени или раздвојени, у зависности од конструкције. Ови уређаји класификују се и према правцу премештања терета на:

- транспортере (тракасте, плочасте, грабуљасте) - који премештају терет по хоризонтали или под благим нагибом;
- конвејере (висеће, подне) - који могу преносити материјал и вертикално и хоризонтално и то у једној равни или слободно у простору;
- елеваторе (кофичасти, са конзолним носачима) - који могу преносити терет вертикално или косо под неким углом.

2. Уређаји без вучног елемента

Ту спадају:

- ваљкасти транспортери;
- пужни транспортери;
- осцилаторни транспортери

3. Помоћни уређаји

- бункери;
- затварачи;
- дозатори (додавачи);
- уређаји за одмеравање и др.

У овом раду разматраће се ваљкасти транспортери, биће речи о карактеристикама и области примене ових транспортера, као и о основним деловима од којих је изграђен сваки транспортер. Биће приказан прорачун како погоњених тако и непогоњених ваљкастих транспортера.

3. Параметри уређаја непрекидног транспорта

Приликом избора уређаја непрекидног транспорта који је потребан за транспортовање различитих производа, неопходно је извршити одређени прорачун. Тај прорачун се састоји у одређивању основних параметара, прорачуну и избору вучног елемента, одређивање погонске снаге мотора, као и избору и прорачуну елемената за пренос снаге. Због тога је неопходно познавати следеће параметре:

- капацитет транспорта,
- погонску масу,
- шеме траса,
- карактеристике материјала,
- режиме рада [5].

3.1. Капацитет транспорта

Капацитет је основна карактеристика транспортних машина и представља количину транспортованог материјала у јединици времена [2]. Изражава се у тонама на час (t/h) или у метрима кубним на час (m^3/h). У зависности од тога шта је мера количине материјала разликујемо:

- масени капацитет Q_m (t/h),
- запремински капацитет Q_v (m^3/h),
- коадни капацитет Z (kom/h).

Уколико је потребна количина материјала изражена у тонама (t), а са друге стране уколико познајемо рад у смени Q_{sm} , на дан Q_d или у години Q_g и радно време у смени $T_{sm}(h)$, онда се потребни (рачунски) капацитет транспорта рачуна на основу следеће формуле:

$$Q = \frac{Q_{sm} \cdot k}{T_{sm} \cdot k_v} = \frac{Q_d \cdot k}{m \cdot T_{sm} \cdot k_v} = \frac{Q_r \cdot k}{n \cdot m \cdot T_{sm} \cdot k_v} \quad (t/h) \quad (3.1)$$

где је k – коефицијент неравномерности насипања материјала и има следеће вредности у зависности од режима рада уређаја:

$k = 1.0$ – за веома лаки режим рада,

$k = 1.1$ – за лаки режим рада,

$k = 1.2$ – за средњи режим рада,

$k = 1.3$ – за тешки режим рада,

$k = 1.5$ – за врло тешки режим рада;

$T_{sm}(h)$ – радно време у смени;

m – број смена на дан;

n – број радних дана у години.

$k_v = \frac{t_m}{T_{sm}}$ – коефицијент временског искоришћења рада (ту спадају паузе у току смене),

где је t_m (h) – стварно време рада уређаја непрекидног транспорта у смени;

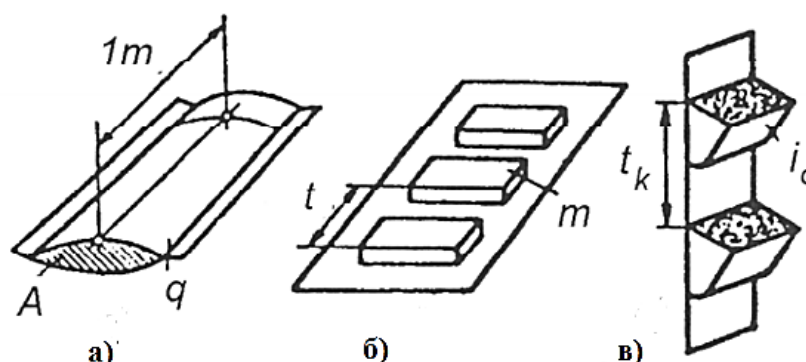
Уколико познајемо масени капацитет Q_m (t/h), запремински се дефинише као:

$$Q_v = 1000 \cdot \frac{Q}{\rho} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (3.2)$$

где ρ (kg/m³) представља густину транспортованог материјала [6].

3.2. Погонска маса

Када је у питању погонска маса, која се користи при прорачуну уређаја непрекидног транспорта, сматра се да је транспортовани материјал равномерно распоређен дуж уређаја, па се због тога дефинише маса јединице дужине, односно погонска маса q . На слици 3.1. приказана је погонска маса материјала, и то у зависности од врсте транспортованог материјала.



Слика 3.1. Погонске масе материјала а) насипни материјали; б) комадни материјали; в) материјали у посудама [5]

Уколико се транспортују **насипни материјали** и то континуалним током, као што је приказано на слици 3.1. а), погонска маса се рачуна на следећи начин:

$$q = A \cdot \rho \quad (\text{kg/m}) \quad (3.3)$$

где је A (m²) – површина попречног пресека струје материјала,

ρ (kg/m³) – густина материјала.

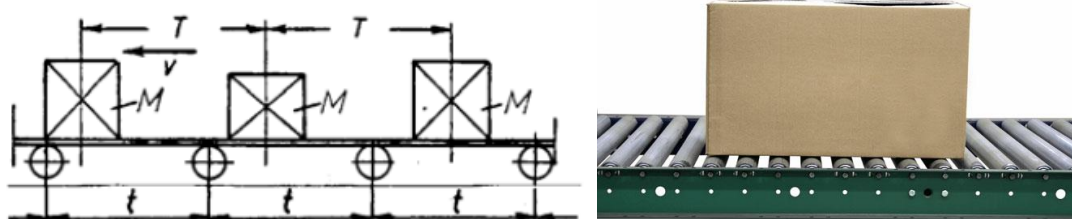
Ако се транспортују **комадни терети**, као што је приказано на слици 3.1. б), погонска маса се рачуна као:

$$q = \frac{m}{t} \quad (\text{kg/m}) \quad (3.4)$$

где је m (kg) – маса једног комада,

t (m) – растојање између два суседна комада (корак) [5].

На слици 3.2. приказано је транспортовање комерног терета, које се обавља тракастим, плочастим или ваљкастим транспортерима.



Слика 3.2. Транспортовање комерног терета [2]

При транспорту **материјала кофицама**, односно у посудама, као што је приказано на слици 3.1. в), погонска маса се добија на следећи начин:

$$q = \frac{M}{t_k} = \frac{V_m \cdot \rho}{t_k} = \frac{i_0 \cdot \rho \cdot \psi}{t_k} \text{ (kg/m)} \quad (3.5)$$

где је i_0 (m^3) – запремина кофице,

t_k (m) – корак кофице,

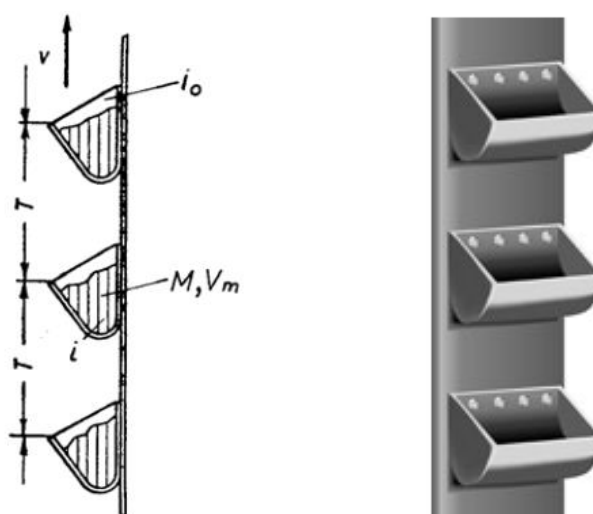
$M = V_m \cdot \rho$ (kg) – маса материјала у кофици,

ψ – коефицијент пуњења кофице (који представља однос запремине материјала у кофици према запремини кофице),

Коефицијентом пуњења кофице се означава однос запремине материјала V_m и кофице i_0 :

$$\psi = \frac{V_m}{i_0} \quad (3.6)$$

при чему се запремина кофице, из практичних разлога изражава у литрима (l), односно у dm^3 , што је приказано на слици 3.3.



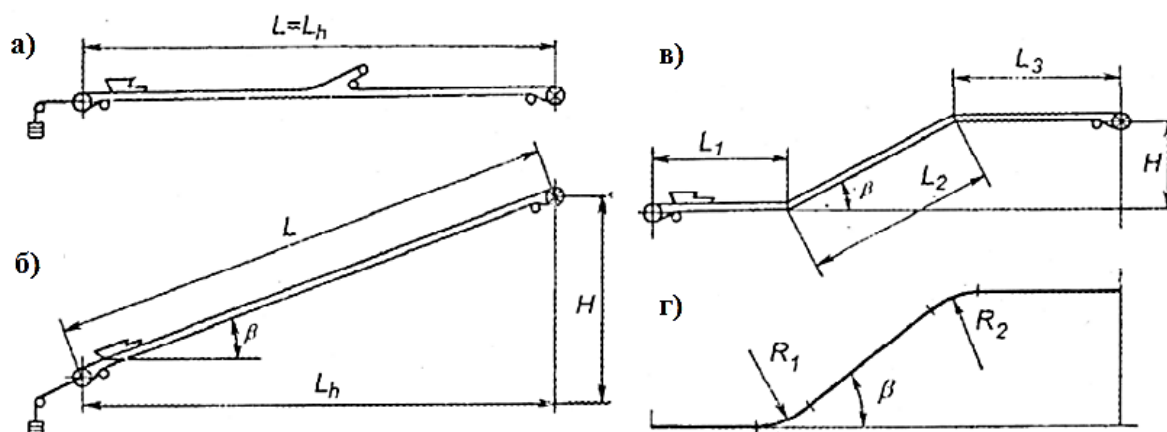
Слика 3.3. Транспортовање материјала у кофицама [2]

3.3. Шеме траса

Што се тиче транспорта материјала код уређаја непрекидног транспорта, може се обавити по трасама у једној или више равни, што је приказано на слици 3.4. Тресе могу бити хоризонталне, косе или комбиноване (комбинација праволинијских и косих траса).

Тресе су дефинисане преко основних параметара, а то су:

- дужина транспортера L ,
- угао нагиба β ,
- висина дизања H ,
- радијуси кривина,
- дужина делова комбиноване тресе $L_1, L_2, \dots$ [5] .



Слика 3.4. Шеме траса уређаја непрекидног транспорта

а) хоризонтална траса; б) коса; в) комбинована (праволинијска - коса - праволинијска); г) комбинована са лучним деловима [6].

3.4. Карактеристике материјала

Материјали који се транспортују уређајима непрекидног транспорта деле се на:

- **насипне** и
- **комадне**.

Насипни (расути) материјал обухвата различите комадасте, зрнасте и прашкасте материјале који се јављају у великим количинама са основном карактеристиком да се могу сипати и грабити (руда, угаљ, камен, житарице, песак, цемент итд.). По својим особинама налазе се између чврстих и течних материјала јер поседују ограничену покретљивост између честица што им омогућује транспортовање у слободно насутом стању.

Ови материјали дефинишу се углом природног пада или углом унутрашњег трења, густином, влажношћу, крупноћом односно гранулометријским саставом, хабајућим дејством, одређеним коефицијентом трења, запаљивошћу, агресивношћу [7].

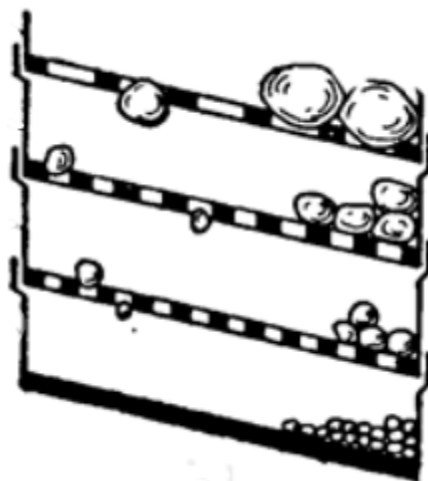
Комадни материјал представља појединачне терете који се јављају у свом реалном облику (машине, уређаји и њихови делови, полуфабрикати металургије, цигла, цреп и сл.), или су настали паковањем насипног и комадног материјала (палете, вреће, кутије, посуде, контенери и сл.). Основне карактеристике ових материјала су тежина и димензије комада. Тежина одређује носивост а његова величина димензије елемената транспортера [7].

У наставку биће описане најбитније карактеристике насипних материјала који се преносе овим транспортним уређајима.

3.4.1. Гранулометријски састав

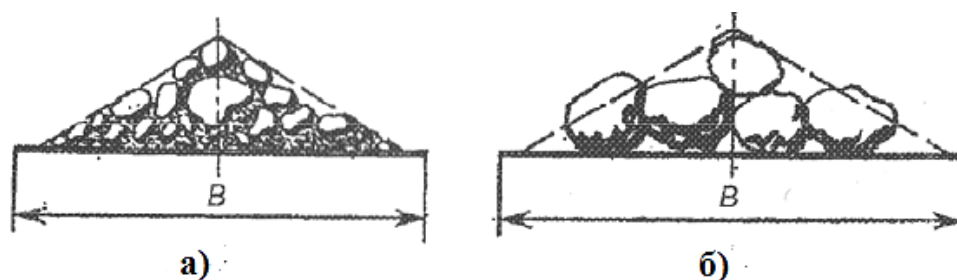
Крупноћа односно гранулометријски састав насипног материјала представља количински или процентуално изражен састав материјала према величини његових честица.

Гранулометријски састав за материјале са честицама већим од 0,1 mm се одређује методом просејавања, кроз сита са различитом величином отвора. Графички приказ ове методе приказана је на слици 3.5. Количина материјала која остане на сваком сити, изражена у процентима у односу на укупну количину, представља гранулометријски састав насипног терета [7].



Слика 3.5. Приказ одређивања гранулометријског састава методом просејавања [7]

На процес транспортавања насипних материјала велики утицај има и сортираност материјала, па у зависности од коефицијента сортираности, разликују се несортирани (а) и сортирани материјали (б), чији је приказ дат на слици 3.6.



Слика 3.6. Сортираност материјала
а) несортирани материјал, б) сортирани материјал [6]

3.4.2. Густина

Под густином материјала ρ подразумева се однос масе и запремине коју маса заузима. Код насипних материјала дефинише се насипна густина, која се још и назива запреминска - $\rho_m(t/m^3)$, а она представља масу једнице запремине слободно насутог материјала.

За разлику од специфичне густине хомогених тела, која представља константну величину, запреминска густина насипног терета зависи од низа фактора а посебно од влажности, гранулометријског састава и степена збијености материјала (густина). Повећањем влажности повећава се и запреминска густина материјала јер вода заузима простор између честица. Сабијање насипног материјала (слегањем, стресањем, набијањем и вибрирањем) води ка повећању његове запреминске густине.

Суви и лакопокретљиви материјали (суви песак, житарице) имају мали коефицијенат сабијања, док влажни, тешкопокретљиви и ситни материјали (влажан песак, брашно), имају велики степен сабијања [6].

Класификација материјала у зависности од густине:

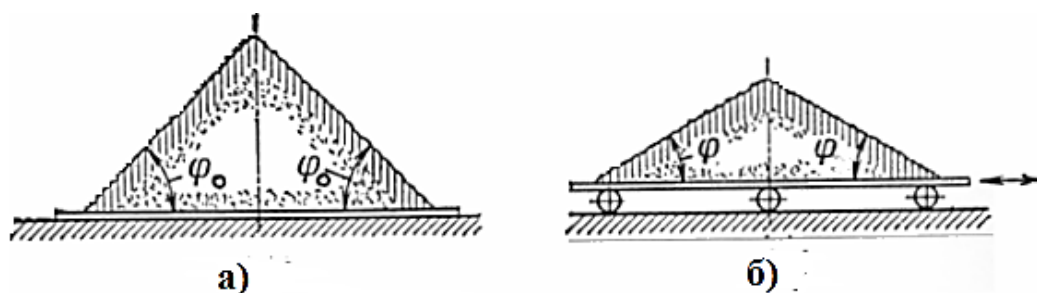
- лаки - $\rho_m < 0,6$,
- средњи - $0,6 < \rho_m < 1,1$,
- тешки - $1,1 < \rho_m < 2$,
- веома тешки - $\rho_m > 2$.

3.4.3. Угао природног пада

Угао нагиба пада материјала φ , дефинише се као највећи угао нагиба конуса према хоризонталу, кога образује слободна површина насипног материјала. А са друге стране може се рећи следеће: ако се насипни материјал слободно сипа на хоризонталну површину због трења између честица, које се назива унутрашњим трењем, формираће се запремина облика купе са бочним изводницама под углом (φ_0) у односу на хоризонталну раван. Овај угао се назива угао природног пада материјала или угао унутрашњег трења [6].

Овај угао дефинише се за случај када се материјал налази у стању мировања, при слободном насипању (другачије се назива статички φ_0 , а код неких аутора овај угао је означен као φ_1) или у стању кретања (динамички φ или φ_2), који се формира ако се материјал изложи вибрацијама, што је приказано на слици 3.7.

Овај угао је меродаван за прорачун транспортних уређаја, јер су елементи ових уређаја који служе за пренос насutih материјала изложени вибрацијама које се јављају при њиховом кретању.



Слика 3.7. Одређивање угла природног пада
а) статички (у миру), б) динамички (при кретању) [6]

Вредности угла природног пада за одређене материјале, приликом прорачуна усвајају се из одговарајућих табела. Такође, приликом прорачуна неопходан је угао природног пада приликом рада транспортера, који се означава на следећи начин φ_3 , а чије се вредности читавају из одређених табела.

Приликом транспортовања материјала могу се јавити одређене осцилације носећих елемената уређаја непрекидног транспорта, због чега може доћи до додатног „разливања“ материјала. Због тога се дефинише рачунски угао насипања материјала:

$$\varphi_3 \approx 0,5 \cdot \varphi_2 = (0,35 \div 0,40) \cdot \varphi_1 \quad (3.7)$$

3.4.4. Абразивност, лепљивост, слегање материјала и отпор трења

Код насипних материјала који у току кретања долазе у додир са носећом површином уређаја непрекидног транспорта, може доћи до хабања носеће површине а и самог материјала. Ово својство се дефинише као абразивност, и у зависности од степена абразивности, насипни материјали се деле на:

- неабразивне,
- малоабразивне,
- средње абразивне,
- веома абразивне.

Вредности степена абразивности за одговарајуће материјале могу се пронаћи у одређеним табелама, приликом прорачуна.

Слегање представља особину материјала да губи покретљивост својих честица при дужем слегању [7].

Што се тиче лепљивости, она представља својство материјала да се при премештању по неком другом тлу, лепи тј. пријања за његову површину, при чему то задржавање може бити краће или дуже.

При премештању насипних материјала по површини другог, долази до појаве отпора. Отпор који се тада јавља зависи од коефицијента отпора μ , и овај коефицијент се дефинише за случај када се материјал налази у стању мировања μ_1 или долази до његовог кретања μ_2 , па самим тим имамо две вредности коефицијента трења, између којих постоји следећа веза:

$$\mu_2 \approx (0,7 \div 0,9) \cdot \mu_1 \quad (3.8)$$

$$\mu_1 = \tan(\rho_1) \quad (3.9)$$

где је ρ_1 - угао трења.

3.5. Режи́ми рада

Ради бољег прилагођавања радним условима, као и због прецизнијег прорачуна, уређаји непрекидног транспорта се разврставају у погонске класе, односно у одговарајуће режиме рада. Приликом дефинисање режима рада, највећу улогу играју параметри који ближе одређују радно стање уређаја, и притом се врши усвајање одговарајућих коефицијената који утичу на димензионисање елемената уређаја.

Уређаји непрекидног транспорта сврстани су у пет режима рада, у зависности од временског искоришћења, дефинисаног преко коефицијента k_V , и релативног капацитета који је дефинисан коефицијентом k_Q :

- веома лаки режим рада,
- лаки режим рада,
- средњи режим рада,
- тешки режим рада,
- врло тешки режим рада.

Режими рада уређаја непрекидног транспорта имају знатан утицај на радни век, који се креће у границама:

- за тракасте транспортере – од 5 до 8 година,
- за плочасте транспортере – до 10 година,
- за пужне транспортере – до 8 година,
- за ваљкасте транспортере – до 16 година.

4. Унутрашњи транспорт

Под транспортом у ширем смислу подразумевају се све активности неопходне за обављање превоза и других превозних радњи, чувања и обезбеђивања ствари и документације током транспортног процеса. Транспорт у ужем смислу представља превоз ствари са једног места на друго. Врло ретко се дешава да се место производње и потрошње поклапају, а транспорт материјала и робе служи за савладавање просторних дистанци између добављача, произвођача и потрошача.

Транспорт се може посматрати као:

- **спољашњи (спољни) транспорт** (улазни и излазни) који се обавља од добављача до наручиоца и од произвођача до његових купаца, као и
- **унутрашњи транспорт**, који служи за превоз материјала унутар предузећа.

Транспортом се обављају различите функције: превоз, претовар, утовар, истовар и чување материјала, полупроизвода и производа у току наведених радњи. Везе транспорта и складиштења су директне а складиштење је ефикасније уколико се:

- обједине испоруке,
- адекватно користи простор у превозном средству,
- одаберу адекватне руте.

Транспорт ослобађа складишни простор и подиже фреквенцију залиха, доприноси задовољству потрошача, помаже развијању односа са добављачима и дистрибутерима. Активности транспорта су узрочно - последично везане са другим логистичким активностима [8].

За обављање транспортних активности неопходно је имати следеће:

- транспортна средства,
- транспортне инфраструктуре,
- опреме за манипулацију у транспорту, и
- обучене кадрове.

Полазиште за планирање транспортних система морају да буду тржишни захтеви из којих произилази роба за превоз. На основу робе за превоз утврђују се помоћна транспортна средства.

Под унутрашњим транспортом подразумевају се све делатности у оквиру предузећа које су у вези са транспортом и премештањем сировина, помоћног материјала, полупроизвода, производа и отпадака [8]. Задатак унутрашњег транспорта је да у оквиру производног или прометног предузећа, омогући одвијање технолошког процеса.

Управљање унутрашњим транспортом спроводи се на основу посебног плана транспорта, који се заснива на оперативном плану производње. За обављање унутрашњег транспорта користе се одговарајућа техничка средства, зависно од технологије која се примењује у изради производа, као и од вида организационе производње. Средства унутрашњег транспорта могу се груписати по облику, чиме се одређује и начин њихове примене.

Фактори који утичу на унутрашњи транспорт су:

- асортиман производа и набавка одговарајућих транспортних средстава,
- карактеристике производа,
- технолошки поступак,
- размештај и величина просторија и
- врста, број и стање транспортних средстава.

Унутрашњи транспорт се одвија између:

- складишта и производних организационих јединица;
- између производних организационих јединица;
- и између производних организационих јединица и складишта.

Значај унутрашњег транспорта постаје све већи, како за економију самог процеса унутрашњег транспорта, тако и за економичност процеса производње.

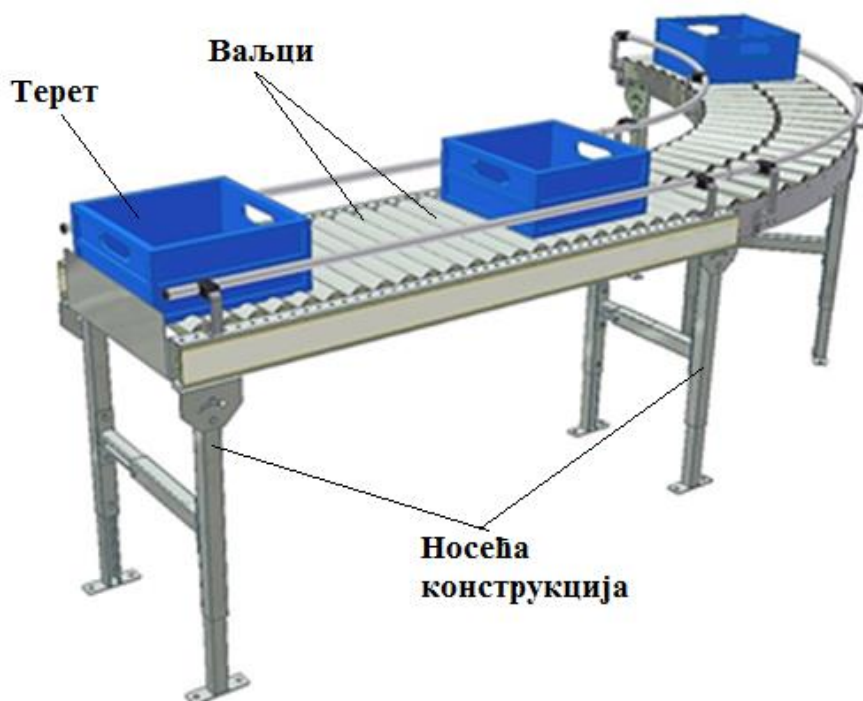
5. Ваљкасти транспортери

5.1. Улога и област примене

Ваљкасти транспортери примењују се за хоризонтално премештање или под незнатним углом нагиба, пре свега комадних терета већих маса (одливака, кутија, калупа, ваљаних профила, цеви, табли лима, сандука, палета, контејнера итд.). Користе се при операцијама претовара и складиштења у производном процесу за транспорт (у дрвно - прерађивачкој индустрији – за транспорт балвана, затим у металној индустрији при транспорту полуфабриката за даљу обраду), монтажу, за повезивање појединих производних сегмената како у класичној тако и у аутоматизованој флексибилној производњи транспорта материјала на растојањима (5 до 50 m) [4].

Састоје се из низа ваљака распоређених на малом растојању један од другог који су улежиштени у рамове, где се на тај начин формирају секције одређених дужина и облика. Приликом преношења материјала транспортером терет се котрља преко стационарних ваљака, чије се осовине окрећу у раму транспортера.

Корак између ваљака треба да буде такав да се терет при његовом кретању ослања на најмање два ваљка. Због мирног кретања терета у пракси се корак ваљака не узима већи од $\frac{1}{3}$ дужине терета [8]. На слици 5.1. приказан је изглед дела трасе ваљкастог транспортера са својим деловима.



Слика 5.1. Изглед дела трасе ваљкастог транспортера са својим деловима [10]

5.2. Подела ваљкастих транспортера

Постоји више подела ваљкастих транспортера, у зависности да ли имају погон или не, према врсти котрљајућих елемената, према облику стазе, итд..

Основна подела ваљкастих транспортера, према начину транспортваног терета јесте на:

- погоњене и
- непогоњене (могу бити ручни и гравитациони).

Према врсти котрљајућег елемента који користе разликујемо транспортере са:

- цилиндричним ваљцима,
- ваљцима облика диска,

Према облику трасе:

- равне,
- закривљене.

Према нагибу трасе на:

- хоризонталне,
- косе.

5.2.1. Ваљкасти транспортери без сопственог погона – непогоњени

Код ове врсте транспортера погон се остварује гурањем (ручно) или се траса нагиње у правцу кретања. Могућност самосталног кретања терета захтева нагнутост транспортера па се ови транспортери чешће конструишу са малим углом нагиба $1^\circ \div 6^\circ$, а најчешће до 3° . Терет се у овом случају креће под дејством сопствене тежине, где под утицајем силе тежине кретања долази до кретања терета због чега се ови транспортери сврставају у гравитационе уређаје.

Угао нагиба гравитационих транспортера зависи од:

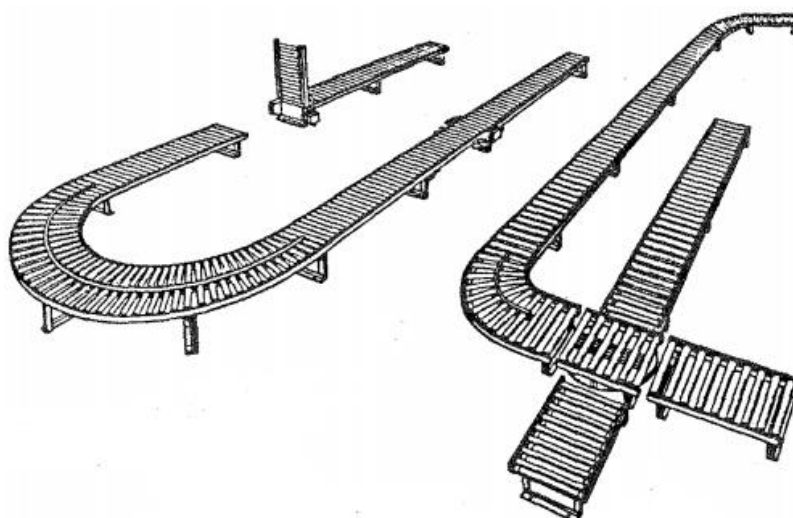
- масе и
- врсте транспортваног материјала.

У табели 5.1. приказани су подаци о транспортваном материјалу и маси терета, од којих зависи нагиб транспортера, а све ове вредности се узимају у обзир приликом прорачуна.

Табела 5.1. Вредности нагиба транспортера од масе и врсте терета [10]

Транспортовани материјали	Маса терата (kg)	Нагиб транспортера %
Челични лим:		
- исправљени	30	1,0...1,5
- неисправљени	30	2,0...3,0
- рецкани	30	2,0
Обрађени, глатки одливци	30	0,5...1,5
Дрвене гредице	100...400	0,5...1,5
Даске:		
- резане	30	3,0...4,0
- стругане	15	4,0
Лимени контејнери-метални	10...30	2,0...3,0
	30...150	2,0...2,5
	150...500	1,5...2,0
	500...1000	1,0...1,5
Сандуци:		
- од струганих дасака	10...25	2,0...2,5
- са дрвеним дном	25...125	1,5...2,0
	500...1200	0,5...1,5
Картонске кутије	1,5...3	6...7
	3...8	5...6
	8...25	4...5

Трасе ових транспортера могу бити сложене криве линије у хоризонталној равни које у комбинацији са тракастим транспортерима, за транспорт под већим угловима нагиба (до 20°), омогућују формирање аутоматизованих транспортних линија које се у последње време све више примењују. Трасе се формирају комбинацијом праволинијских и криволинијских секција са скретницама, које имају улогу да промене правац кретања терета [2].



Слика 5.2. Трасе ваљкастих транспортера без сопственог погона (праволинијске и криволинијске) [6]

Терет треба да се ослања на најмање два ваљка при чему корак треба да буде $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{4}$ дужине терета. Ширине ваљака, према томе морају бити за $50 \div 100 \text{ mm}$ веће од димензија терета који се преноси транспортерима. Што се тиче брзине кретања терета, она се креће у границама од $0,35 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ до $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

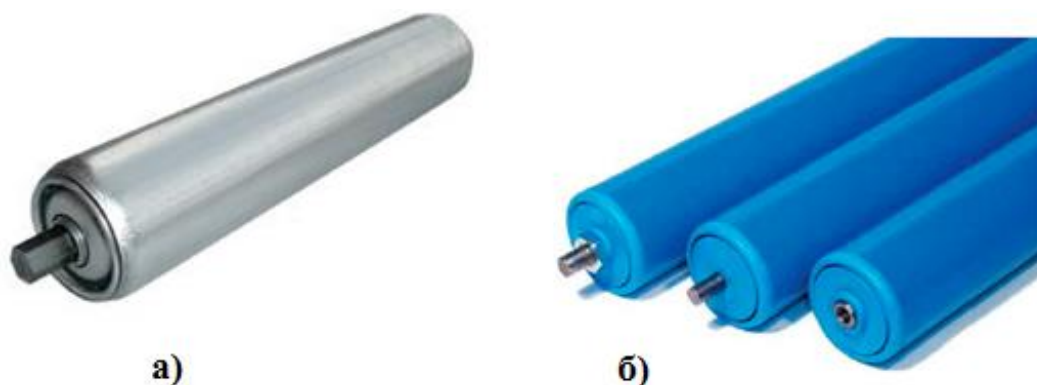
Ваљци су, по правилу, цилиндричног облика, а улежиштени су преко кугличних лежаја, са непокретним осовинама, а обично се израђују од челичних цеви. За преношење терета цилиндричног облика, нпр. цеви, примењују се ваљци конусног облика.

Основни параметри и димензије ваљака без погона усвајају се према препорукама из табеле 5.2. Дужина цилиндричног ваљка усваја се из стандардног низа бројева: 160, 200, 250, 320, 400, 500, 650, 800, 1000, 1200 mm, а корак ваљка из стандардног реда: 50, 60, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630.

Табела 5.2. Димензије ваљака у зависности од оптерећења [6]

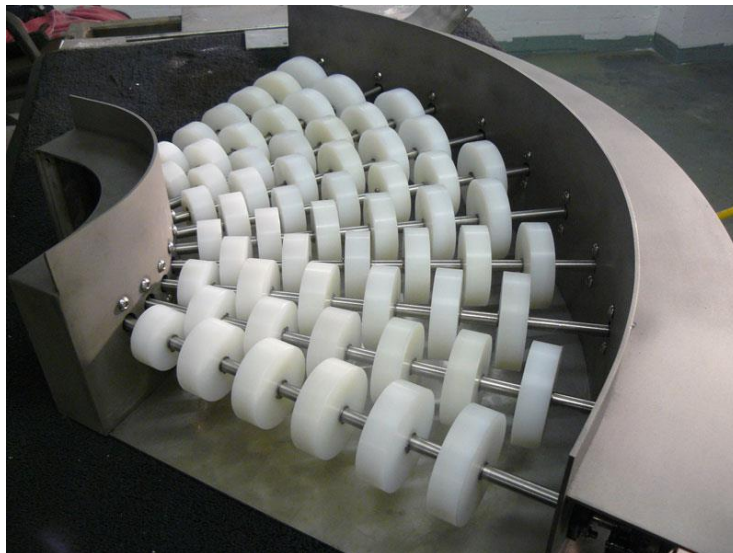
Пречник ваљака (mm)		Оптерећење ваљака (N) при дужини ваљака (mm)									
Обрађени	Необрађени	160	200	250	320	400	500	650	800	1000	1200
40	42	980	930	980	980	980	784	588	-	-	-
57	60	-	2940	2940	1960	1960	1568	980	980	-	-
73	76	-	4900	4900	4900	4900	4900	3920	3920	2940	-
105	108	-	-	-	9800	9800	9800	9800	9800	7840	7840
155	159	-	-	-	19600	19600	19600	19600	19600	19600	15680

Када услови рада нису тешки, ваљци се израђују од синтетичких материјала. Овакви ваљци су мање масе, имају повећану отпорност на дејство киселине, а отпорни су на корозију. При кретању терета преко њих, транспорт терета остварује се бешумно, а поседују и одговарајућа еластична својства. На слици 5.3. приказани су ваљци израђени од челичних цеви (а) као и синтетичких материјала (б).



Слика 5.3. Ваљци код ваљкастих транспортера а) челични ваљак, б) синтетички ваљак [9]

У многим случајевима, уместо цилиндричних ваљака примењују се ваљци облика диска, који су улежиштени преко специјалних кугличних лежаја са непокретним осовинама. Овакви ваљци су различитих конструкција, нпр. са спољним и унутрашњим прстенима од пластичне масе, са једноредним или дворедним лежајима, са челичним главчинама и уграђеним прстенима (слика 5.4.). Овакви ваљци најчешће се користе приликом израде скретница.

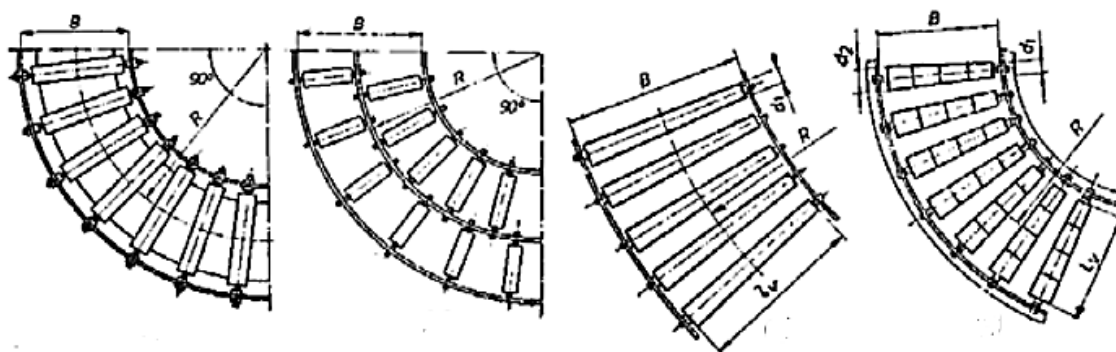


Слика 5.4. Ваљци облика диска [10]

Ваљци облика диска остварују одређену предност у односу на цилиндричне, тако нпр. код криволинијских траса транспортера, преласком терета преко дискова са радијално постављеним осовинама наступа обртање дискова неједнаким угаоним брзинама (брзина са спољне стране кривине већа је него са унутрашње), такође не постоји практично клизање терета преко дискова. Када су транспортовани материјали мањих димензија, осовине ваљака у облику дискова постављају се у шаховском распореду, а то значи, могу да се поставе ближе једна другој, што омогућује мирније кретање терета.

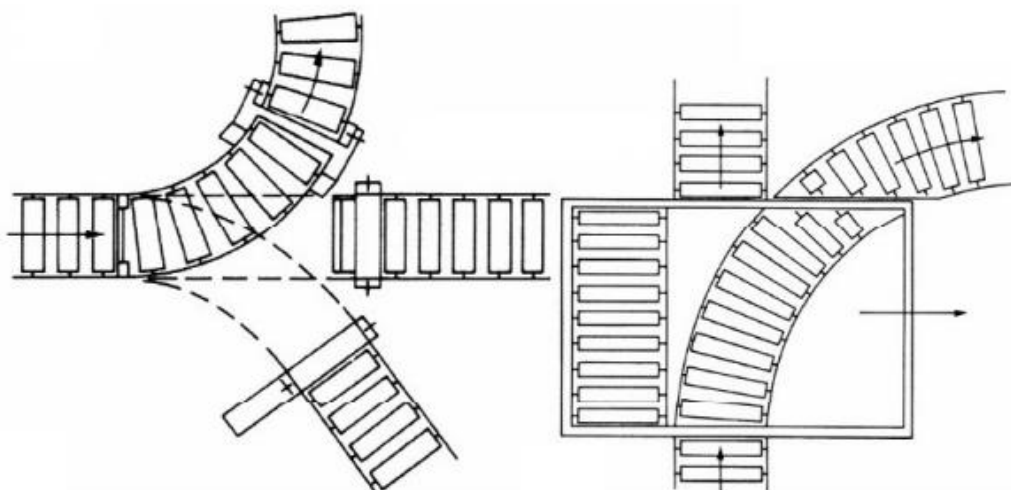
Што се тиче ваљака, у примени су и конусни ваљци, код којих долази до преклапања обимне брзине ваљака са брзином кретања терета. Међутим, примена ових ваљака код транспортера је релативно ретка, јер се за њихову израду не могу користити стандардне цеви, па се тиме знатно поскупљује производња транспортера, што би требало избећи [6].

Конусни ваљци се формирају од посебних елемената добијених ливењем од алиминијума или од пластичне масе. Приликом конструкције оваквих делова транспортера, узима се у обзир да је средњи полупречник кривине обично $R = (3 \div 4) \cdot B$, где је B - ширина транспортера. На слици 5.5. приказане су криволинијске секције које су израђене од конусних ваљака.



Слика 5.5. Криволинијске секције ваљкастих транспортера [6]

Овакве секције користе се приликом скретања терета, а поред њих постоји још неколико типова скретница које су приказане на слици 5.6. Постављање скретница са ваљцима у жељени положај може се обавити ручно или механички, при чему се цео процес мора аутоматизовати [6].

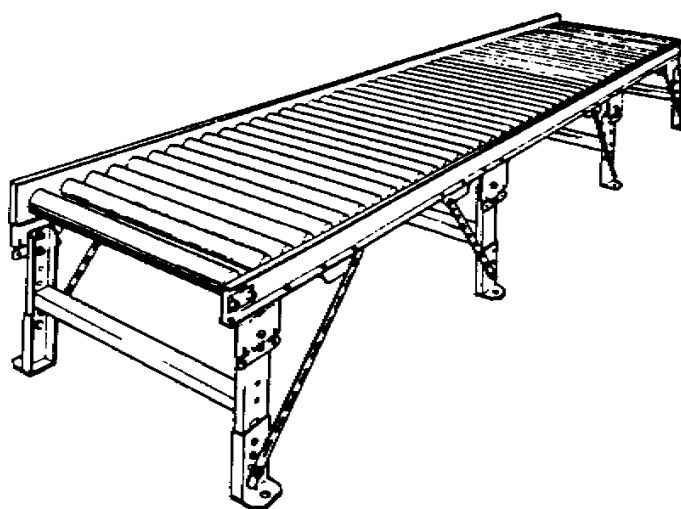


Слика 5.6. Скретнице код ваљкастих транспортера [8]

Непогођени ваљкасти транспортери могу бити:

- **стационарни** и
- **преносни.**

Код стационарних ваљкастих транспортера, најчешће се носећа конструкција преко завртњева монтира директно на под хале, и не постоји могућност да се помера. Њено померање могуће је једино уколико је потребно извршити ремонт појединих делова, или пребацити целу конструкцију на неку другу позицију. На слици 5.7. приказан је изглед једног стационарног ваљкастог транспортера са цилиндричним ваљцима.



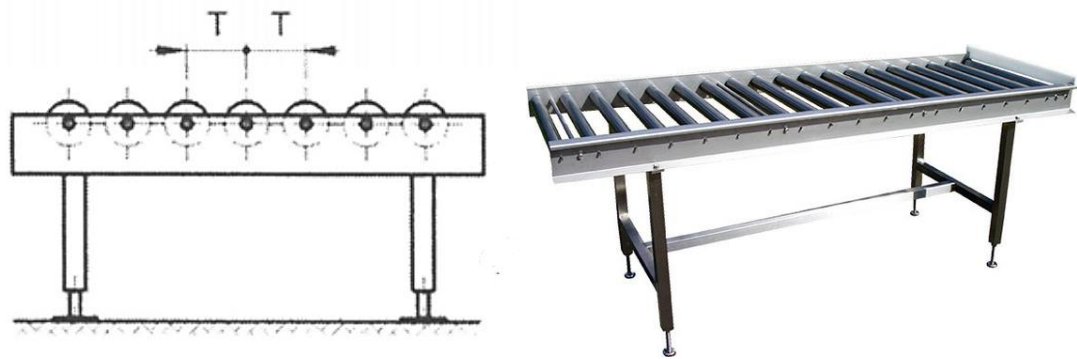
Слика 5.7. *Непогоњени ваљкасти транспортер – стационарни [11]*

Преносни ваљкасти транспортери у склопу своје конструкције, поред стандардних делова имају точкиће, помоћу кога могу да се преносе са једног места на друго, уколико је то потребно у току процеса. Један овакав транспортер са цилиндричним ваљцима приказан је на слици 5.8.



Слика 5.8. *Непогоњени ваљкасти транспортер – преносни [12]*

Конструкција ваљкастих непогоњених транспортера, базира се на конструкцији носећег (ослоног) рама који је постављен на висећим стубовима, а у самом раму транспортера уграђене су осовине ваљака. Транспортери се могу израђивати из више секција, при чему се носећи стубови израђују као покретни, чиме се постиже регулација угла нагиб транспортера, у зависности од потребе. На слици 5.9. приказани су ваљкасти транспортери који се користе за транспорт већих комадних терета.



Слика 5.9. Конструкција непогођених ваљкастих транспортера за транспорт већих комадних терета [8][13]

Што се тиче транспортера који преносе лакше терета, код њих се јављају носећи стубови који се могу регулисати по висини (слика 5.10.).



Слика 5.10. Конструкција ваљкастог транспортера за транспорт лакших терета [14]

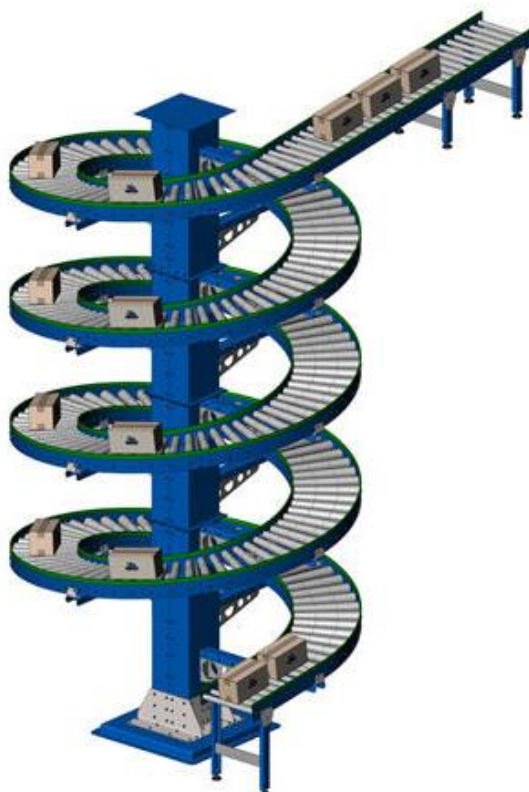
Постоје и варијанте ваљкастих транспортера код којих се може регулисати висина али и дужина конструкције (слика 5.11.).



Слика 5.11. Конструкција ваљкастог транспортера код кога се може регулисати висина као и ширина [15]

Уколико је потребно транспортовати коадни терет са већих висина у вертикалном правцу (одозго на доле) у ограниченим просторима, користе се гравитациони транспортери завојног типа. Један овакав транспортер приказан је на слици 5.12.

Коади терета се котрљају по завојим површинама, које настају спајањем више секција, а те секције сачињавају ваљци тако повезани да цела конструкција има изглед спирале. Ваљци се израђују са конусом према унутрашњости транспортера, да не би дошло до искакања терета вам транспортера. Угао нагиба завојне површине се одређује тако да задовољи услов да терет услед сопствене тежине клизи наниже [5].



Слика 5.12. Конструкција гравитационог транспортера завојног типа са ваљцима [16]

5.2.2. Прорачун непогоњених транспортера

Прорачуном непогоњеног ваљкастог транспортера добијају се потребне вредности отпора услед трења, котрљања и клизања терета по ваљку и те вредности морају бити у дозвољеним границама да би транспортер функционисао како треба. Најчешће се прорачунавају хоризонтални транспортери, али и гравитациони који су под одређеним углом.

На самом почетку потребно је одредити силу W која је потребна за премештање материјала дуж хоризонталног, непогоњеног транспортера, као и потребан угао нагиба β гравитационог транспортера, за кретање материјала брзином v (m/s) [3].

Премештање терета остварује се окретањем ваљака. Након преласка терета (ако непосредно за њим не наилази нови терет) ваљак се под дејством силе трења у лежајима окреће са успорењем и пре наиласка следећег терета котрљањем може да се у потпуности заустави.

Због тога је потребно одредити укупну силу отпора кретања терета, тежине G , која се састоји из следећих компоненти:

1) Отпора котрљања терета преко ваљка:

$$W_1 = \frac{G \cdot 2 \cdot f}{D} \quad (5.1)$$

где су:

f - коефицијент трења котрљања терета преко ваљака,

D – пречник ваљка.

2) Отпора услед трења у рукавцима ваљка, ако се терет ослања на z' ваљака:

$$W_2 = \frac{(G + F_v \cdot z') \cdot \mu \cdot d}{D} \quad (5.2)$$

где су:

μ – коефицијент трења у рукавцима ваљка,

d – пречник рукавца ваљка.

3) Отпора услед клизања терета по ваљку, као и услед предаје кинетичке енергије ваљку.

Одговарајући рад једног ваљка износи $2A$, а за свих z ваљака једног транспортера је $2 \cdot A \cdot z$, а L (m) представља дужину транспортера (односно, пут премештања терета).

$$W_3 = \frac{2 \cdot A \cdot z}{L} = \frac{K_0 \cdot F_v \cdot z \cdot v^2}{g \cdot L} \quad (5.3)$$

Укупна сила отпора кретању терета или потребна сила за преношење терета дуж хоризонталног, непогођеног ваљкастог транспортера износи:

$$W_1 + W_2 + W_3 = \frac{G \cdot 2 \cdot f}{D} + \frac{(G + F_v \cdot z') \cdot \mu \cdot d}{D} + \frac{K_0 \cdot F_v \cdot z \cdot v^2}{g \cdot L} \quad (5.4)$$

Одавде се налази коефицијент отпора кретања терета w' , који је једнак тангенсу угла нагиба гравитационог транспортера β дуж кога се терет креће константном брзином v :

$$w' = \tan \beta = \frac{G \cdot f}{D} + \left(1 + \frac{F_v \cdot z'}{G} \right) \cdot \frac{\mu \cdot d}{D} + \frac{K_0 \cdot F_v \cdot z \cdot v^2}{g \cdot L \cdot G} \quad (5.5)$$

Подаци о нагибу транспортера у %, као и вредности маса терета у kg дати су у претходном поглављу, у табели 5.1. Код криволинијских секција се одговарајући нагиб повећава за 0,5 - 1,0 %.

5.3. Ваљкасти транспортери са погоном

Ова врста транспортера има веома значајну улогу као савремено средство унутрашњег транспорта са посебно великом применом при складиштењу производа. Своју широку примену нашли су у ваљаоницама, за преношење метала до машина за ваљање метала, до маказа, тестера, уређаја за исправљање и уређаја за хлађење, а такође и до складишта готових производа. Примењују се:

- при производњи лимова,
- при резању и сечењу профила од метала,
- за премештање палета, кутија,
- за премештање челичних лимова,
- у дрвно - прерађивачким центрима при транспорту дрвне грађе, од једне машине до друге за обраду дрвета итд..

Према начину преношења кретања са погонског механизма (електромотора) на ваљак ови се транспортери могу поделити на:

- *ваљкасте транспортере са групним погоном ваљака и*
- *ваљкасте транспортере са индивидуалним погоном ваљака.*

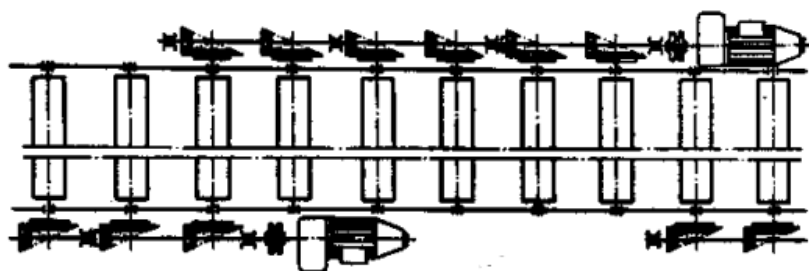
Код групног погона, сила погона (електромотора) се преноси на ваљке преко уздужног вратила, погонским ланцима, клинастим каишевима или траком.

Индивидуални погон, код којих се погони сваки ваљак, примену налази код најтежих ваљкастих транспортера и то најчешће у металургији за транспорт тешких полуфабриката на повишеним температурама. Ови транспортери су веома погодни за аутоматизацију па се веома често користе у склопу аутоматизованих транспортно - производних линија.

На слици 5.13. приказана је шема погона преко уздужног вратила и конусних зупчастих преносника, који се уграђују на конзолном препусту вратила ваљка.

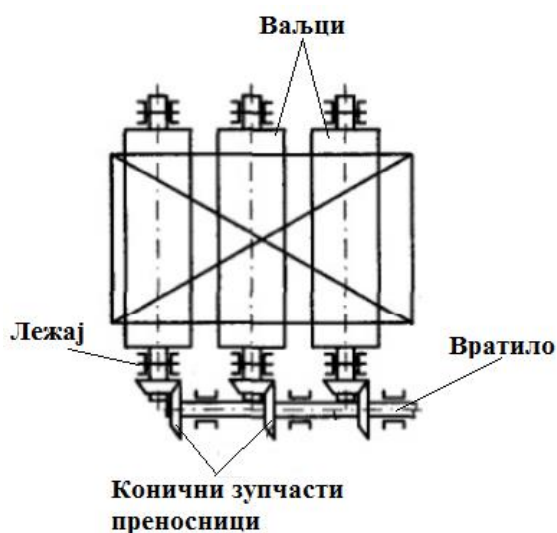
Вратила су улежиштена преко спољних лежаја. Транспортери овога типа оспособљени су за средње и теже услове рада; често се конструктивно изводе као

реверзибилни; промена смера обртања остварује се променом смера обртања мотора или преносног механизма [6].



Слика 5.13. Шема погона са уздужним вратилом и коничним зупчастим паровима [4]

На слици 5.14. приказан је овај тип погона са означеним позицијама, а на слици 5.15. дати су транспортери овог типа који се користе данас у разним секторима.



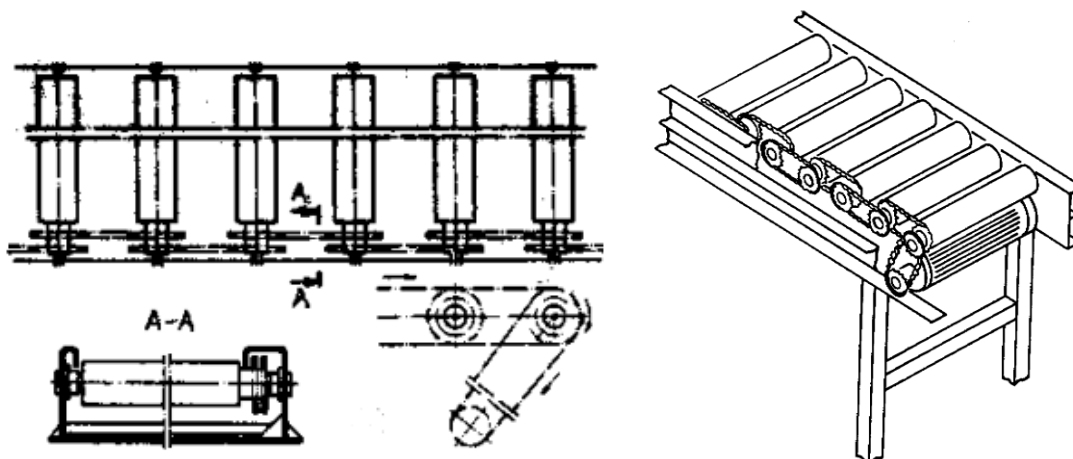
Слика 5.14. Шема погона са уздужним вратилом и коничним зупчастим преносницима [9]

Код ових транспортера делови где се налазе конични зупчати преносници и вратила, заштићени су одговарајућим лимом, како не би прашина и разни продукти из ваздуха доспевали унутар зупчаника, чиме се повећава век трајања транспортера.



Слика 5.15. Изглед транспортера који користе погон са уздужним вратилом и коничним зупчастим преносницима [17][18]

На слици 5.16. приказана је шема погона преко кратких погонских ланаца, тако што сваки ланац повезује два ваљка, па се због тога, на крају вратила постављају по два ланчаника.



Слика 5.16. Шема погона са ланчаним преносником који погони сваки пар ваљака [3][19]

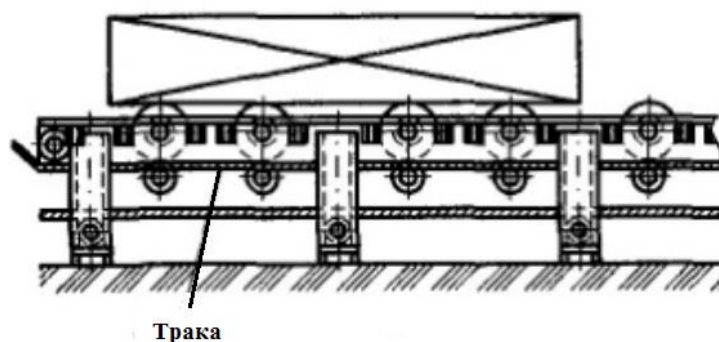
Данашњи изглед овог типа погона код ваљкастих транспортера, приказан је на слици 5.17.



Слика 5.17. Изглед транспортера са ланчаним преносником који погони сваки пар ваљака [20]

Када је у питању погон траком код ваљкастих транспортера, он се користи за транспорт лакших терета, тј. примењује се при лакшим условима рада, када су потребне веће брзине кретања терета. Транспортер оваквог типа одликује се равномерним и бешумним радом.

Трака је положена испод радних ваљака и притиска се уз ваљке додатним ваљцима. Такви ваљци служе за придржавање супротне гране траке. Шема овог типа транспортера приказана је на слици 5.18.



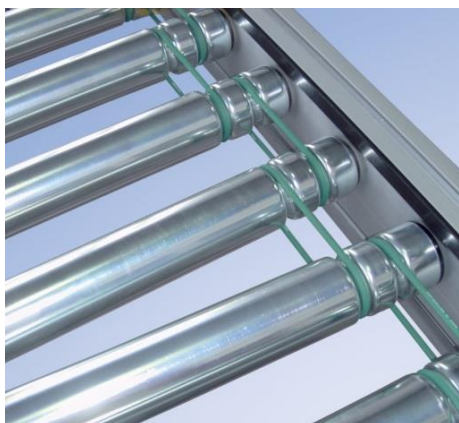
Слика 5.18. Изглед транспортера са траком као погон [6]

На слици 5.19. приказан је изглед дела транспортера који користи траку као погон, са објашњеним позицијама.



Слика 5.19. Изглед дела транспортера са траком као погон [21]

Што се тиче ваљкастих транспортера који погон добијају применом каишних преносника, користе се када је потребно пренети неки лакши терет. Принцип монтирања каишних преносника, сличан је као код транспортера који користе ланчани пренос као погон – сваки каиш повезује два ваљка. Повезивање ваљака уз помоћ каишних преносника приказано је на слици 5.20.



Слика 5.20. Изглед транспортера са траком као погон [22] [23]

5.3.1. Прорачун погоњених транспортера

Што се тиче ваљкастог транспортера овог типа, све ваљке покреће електромотор, независно од тога да ли у сваком тренутку преко свих ваљака транспортера прелазе транспортовани терет.

Суштина прорачуна је да се изврши:

- Прорачун капацитета $Q(t/h)$, (узимајући у обзир неравномерно пристизање транспортованог материјала на транспортер),
- Усвајање параметара транспортера као што су:
 - дужина транспортера $L(m)$,
 - дужина хоризонталне пројекције $L_h(m)$,
 - висина дизања терета $H(m)$,
 - сила тежине обртних делова сваког ваљка $F_v(N)$,
 - број ваљака транспортера z ,
 - брзина кретања терета $v(m/s)$,

Након израчунатог капацитета и усвојених параметара транспортера, може се приступити одређивању потребне снаге мотора $P(kW)$ помоћу следећег израза:

$$P = \left(\frac{Q \cdot H}{360} + \frac{Q \cdot L_h \cdot w'}{360} + \frac{z \cdot F_v \cdot w'_1 \cdot v}{1000} \right) \cdot \frac{1}{\eta} \quad (5.6)$$

где су :

w' - коефицијент отпора премештању терета преко ваљака,

w'_1 – коефицијент отпора обртању ваљка [8].

У наредном поглављу биће приказан детаљан прорачун једног ваљкастог погоњеног транспортера, са задатим улазим подацима, као и појашњењима за усвајање одговарајућих параметара.

6. Прорачун погоњеног ваљкастог транспортера

Поставка задатка:

Потребно је прорачунати погоњени ваљкасти транспортер дужине $L = 20 \text{ m}$, који се монтира под углом $\beta = 3^\circ$, и чији комадни капацитет износи $Z = 180 \frac{\text{kom}}{\text{h}}$. Транспортер служи за транспортовање комадног терета димензија $a \times b \times h = 1500 \times 500 \times 500 \text{ mm}$, тежине $G_{\text{ter}} = 25 \text{ kN}$, а растојање дуж транспортера између два терета је (корак терета) $t_{\text{ter}} = 10,1 \text{ m}$. Транспортер ради у 2 смене.

Прорачун и усвајање одговарајућих утицајних параметара извршен је према литератури [6].

Полазни подаци:

Дужина трасе транспортера: $L = 20 \text{ m}$

Угао нагиба: $\beta = 3^\circ$

Комадни капацитет: $Z = 180 \frac{\text{kom}}{\text{h}}$

Комадни терет димензија: $a \times b \times h = 1500 \times 500 \times 500 \text{ mm}$

Тежина терета: $G_{\text{ter}} = 25 \text{ kN}$, одакле следи маса терета: $m_{\text{ter}} = 25000 \text{ kg}$

Корак терета: $t_{\text{ter}} = 10,1 \text{ m}$

Решење:

Прорачуном се врши одређивање следећих параметара:

1) Временски интервал пристизања терета на транспортер

Поставком је дат комадни капацитет (колико се комада пренесе за 1h тј. 3600 s), одакле је потребно одредити у ком временском интервалу пристиже терет на ваљкасти транспортер:

$$Z = \frac{3600}{t} \quad (6.1)$$

Одакле следи: $t = \frac{3600}{180} = 20 \text{ s}$

2) Коефицијент временског искоришћења рада

Пошто транспортер ради у две осмочасовне смене усваја се да је стварно радно време у току једне смене 7 h због разних врста пауза.

$T_{sm} = 8 \text{ h}$ - радно време у једној смени.

$t_m = 7$ - стварно радно време уређаја непрекидног транспорта у оквиру једне смене.

Коефицијент временског искоришћења рада израчунава се из израза:

$$k_v = \frac{t_m}{T_{sm}} = \frac{7}{8} = \mathbf{0,875} \quad (6.2)$$

3) Брзина кретања комада терета

Познавајући коадни капацитет транспортера, може се одредити брзина кретања комада терета дуж транспортера, како би се задовољио задати интервал између терета, односно корак терета $t_{ter} = 10,1$ m.

На основу израза за број комада који се преместе за један сат:

$$Z = 3600 \frac{v}{t} \text{ (kom/h)} \quad (6.3)$$

може се одредити брзина кретања комада:

$$\begin{aligned} 180 &= 3600 \cdot \frac{v}{t} \\ 180 \cdot t_{ter} &= 3600 \cdot v \\ v &= \frac{180 \cdot t_{ter}}{3600} = \frac{180 \cdot 10,1}{3600} = \mathbf{0,505 \frac{m}{s}} \end{aligned}$$

4) Број комада терета

Број комада терета који се једновременно налазе на ваљкастом транспортеру, израчунава се преко следећег израза:

$$\begin{aligned} z_0 &= \frac{Z \cdot L}{3600 \cdot v} \text{ (kom)} \\ z_0 &= \frac{180 \cdot 20}{3600 \cdot 0,505} = 2,46 \approx \mathbf{3 \text{ kom.}} \end{aligned} \quad (6.4)$$

5) Димензије ваљака

Усвојени су следећи параметри ваљака:

- **дужина ваљка** – Усваја се вредност за $50 \div 100$ mm већа од димензија комада, мерене нормално на правац кретања:

$$l_v = b + (50 \div 100) \text{ mm} \quad (6.5)$$

$$l_v = 500 + 100 = 600 \text{ mm}$$

Из табеле 6.1., усвајају се пречници ваљака, као и масе и дужине ваљака.

Усвојена је стандардна дужина ваљака - $l_v = \mathbf{650 \text{ mm.}}$

Табела 6.1. Вредности пречника ваљака у зависности од масе и дужине ваљака [6]

Пречник ваљака (mm)	Маса ваљака (kg) при дужини ваљака (mm)									
	100	200	250	320	400	500	650	800	1000	1200
42	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,7	3,5	-	-	-
60	-	2,1	2,4	2,8	3,2	4,3	4,8	5,3	-	-
76	-	3,2	3,7	4,5	5,2	6,0	7,5	9,0	11,0	-
108	-	-	8,0	10,2	13,2	14,2	18,0	21,0	25,0	30,0
159	-	-	-	19,2	22,0	25,0	30,0	34,0	40,0	46,0

- корак ваљка – усвојен на основу дужине терета l_t из услова

$$0,2 \cdot l_t \leq t_v \leq 0,45 \cdot l_t \quad (6.6)$$

$$0,2 \cdot 1500 \leq t_v \leq 0,45 \cdot 1500$$

$$300 \leq t_v \leq 675$$

На основу препоруке, усвојена је прва вредност из следећег реда: 50, 60, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630.

Усвојен је корак ваљка $t_v = 400 \text{ mm}$.

- средње оптерећење на један ваљак – одређује се на основу односа корака ваљка и дужине терета који су дати у табели 6.2.

Табела 6.2. Средње оптерећење на ваљак $F_v(N)$ [6]

Однос корака ваљка и дужине терета	Средње оптерећење на ваљак $F_v(N)$
$2 \cdot t_v \leq l_t \leq 3 \cdot t_v$	$0,5 m \cdot g$
$3 \cdot t_v \leq l_t \leq 4 \cdot t_v$	$0,33 m \cdot g$
$4 \cdot t_v \leq l_t \leq 5 \cdot t_v$	$0,25 m \cdot g$

У изразу m представља масу комада, док је поставком дата тежина која износи $G_{ter} = m \cdot g = 25 \text{ kN} = 25000 \text{ N} = 250 \text{ kg}$

Из табеле 6.2. усвојен је однос $3 \cdot t_v \leq l_t \leq 4 \cdot t_v$, који приликом замене вредности гласи:

$$3 \cdot 400 \leq 1500 \leq 4 \cdot 400$$

$$1200 \leq 1500 \leq 1600$$

одакле следи средње оптерећење на ваљак које износи:

$$F_v = 0,33 m \cdot g = 0,33 \cdot 25000 = 8250 \text{ N.}$$

• **Пречник ваљка**

На основу табеле 5.2. где су приказане димензије ваљака у зависности од оптерећења, која је дата у поглављу 5.3., у функцији од дужине ваљака $l_v = 650 \text{ mm}$ и средњег оптерећења $F_v = 8250 \text{ N}$, усваја се прва већа вредност оптерећења које износи $F_v = 9800 \text{ N}$ и пречник ваљка $D = 108 \text{ mm}$.

6) Сила отпора кретању свих комада терета који се налазе на транспортеру

$$W = m \cdot g \cdot z_0 \cdot \left[\left(2 \cdot \frac{f}{D} + \mu \cdot \frac{d}{D} \right) \cdot \cos \beta \pm \sin \beta \right] + m_v \cdot g \cdot z \cdot \frac{\mu \cdot d}{D} \text{ (N)} \quad (6.7)$$

Из једначине (6.7) непознате вредности усвајају се на следећи начин:

- f - коефицијент трења котрљања терета по ваљцима $\rightarrow f = 0,0005$ m - за металне терете
- μ – коефицијент трења у рукавцу ваљка (бира се из табеле 6.3., на основу услова рада, као и типа коришћења лежаја)

Табела 6.3. Вредности коефицијента трења у зависности од услова рада [6]

Услови рада транспортера	Тип лежаја	
	котрљајни	клизни
Добри	0,03	0,15
Средњи	0,04	0,20
Тешки	0,06	0,25

Усваја се да транспортер ради у средњим условима рада, затим се усвајају котрљајне лежаје па према томе коефицијент трења биће $\mu = 0,04$

- d – пречник рукавца ваљка $\rightarrow d \approx (0,2 \div 0,25) \cdot D$ (6.8)

$$d \approx (0,2 \cdot 108 \div 0,25 \cdot 108)$$

$$d \approx (21,6 \div 27) = 22 \text{ m}$$

- број ваљака транспортера израчунати преко корака ваљка:

$$z = \frac{L}{t_v} = \frac{20 \text{ m}}{0,4 \text{ m}} = 50 \quad (6.9)$$

- број ваљака на којима лежи терет:

$$z' = \frac{l_t}{t_v} = \frac{1500}{400} = 3,75 \approx 4 \quad (6.10)$$

- маса ваљака m_v усваја се из табеле 6.1., у зависности од дужине ваљка $l_v = 650 \text{ mm}$ и пречника ваљка $D = 108 \text{ mm} \rightarrow m_v = 18 \text{ kg}$

Заменом усвојених вредности у једначину (6.7) добија се следећи израз:

$$W = 25000 \cdot 3 \cdot \left[\left(2 \cdot \frac{0,0005}{0,108} + 0,04 \cdot \frac{0,022}{0,108} \right) \cdot \cos 3^\circ + \sin 3^\circ \right] + 18 \cdot 9,81 \cdot 50 \cdot \frac{0,04 \cdot 0,022}{0,108}$$

$$W = 75000 \text{ N} \cdot [(9,259 \cdot 10^{-3} + 8,148 \cdot 10^{-3}) \cdot \cos 3^\circ + \sin 3^\circ] + 8829 \cdot 0,0082$$

$$W = 75000 \text{ N} \cdot [(0,017407) \cdot \cos 3^\circ + \sin 3^\circ] + 8829 \cdot 0,0082$$

$$W = 3925,21 + 72,397 = 3999,607 \text{ N}$$

7) Рачунска снага електромотора (радне машине)

Одређује се из израза:

$$P_o = \frac{W \cdot v}{10^3 \cdot \eta} = \frac{3999,607 \cdot 0,505}{1000 \cdot 0,95} = 2,1261 \text{ kW} \quad (6.11)$$

η – коефицијент корисности погона од електромотора до ваљака креће се у границама $0,94 \div 0,96 \rightarrow$ усваја се $\eta = 0,95$

Снага електромотора добија се из следећег израза:

$$P_{EM} = \frac{P_o}{\eta_{meh}} = \frac{2,1261}{0,80} = 2,6576 \text{ kW} \quad (6.12)$$

η_{meh} - коефицијент корисности електромотора креће се у границама од $0,75 \div 0,85 \rightarrow$ усваја се $\eta = 0,80$

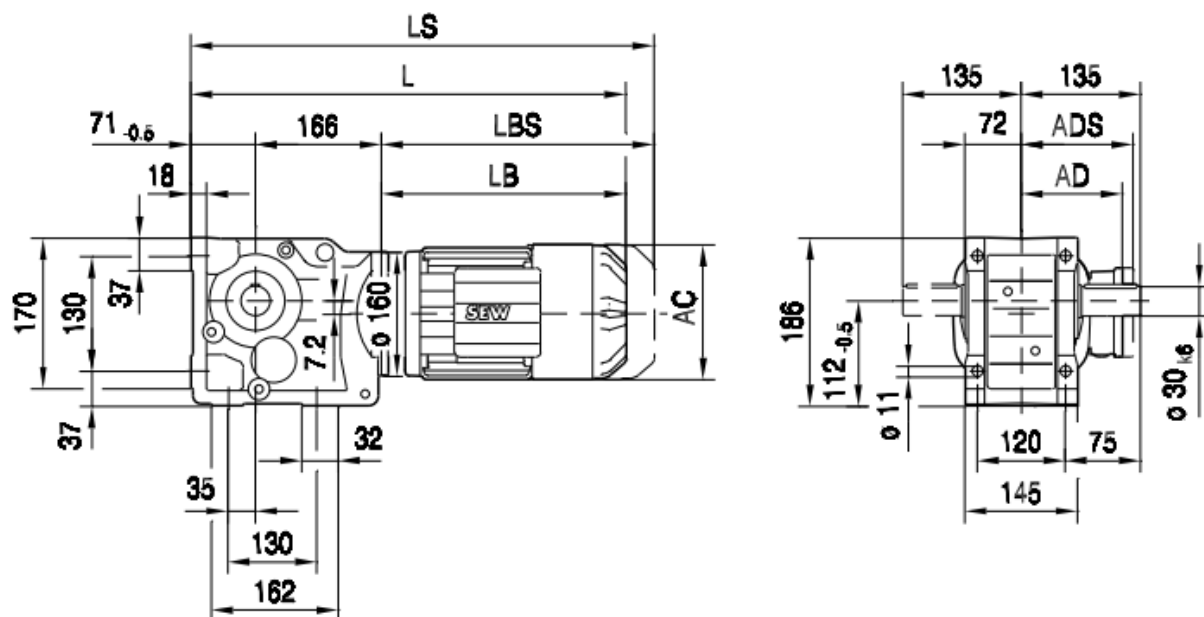
8) Потребан број обртаја ваљака транспортера износи:

$$n_v = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D_v} \text{ (min}^{-1}\text{)} \quad (6.13)$$

$$n_v = \frac{60 \cdot 0,505}{\pi \cdot 0,108} = 89,306 \text{ min}^{-1}$$

Из каталога произвођача „SEW” - Немачка, усваја се електромотор са конично – завојним и цилиндрично косим редуктором ознаке *K 47 DRL 112M4*, снаге $P_{EM} = 3,88 \text{ kW}$, са бројем обртаја на радуктору $n_{red} = 93 \text{ min}^{-1}$, преносним односом редуктора $i_{red} = 35,39$, масе склопа редуктора и електромотора $m = 35 \text{ kg}$, моментом на излазном вратилу редуктора $M_{red} = 400 \text{ Nm}$, највећем дозвољеном оптерећењу $F_{max} = 10000 \text{ N}$ при претходно наведеном моменту, максималном моменту на излазу редуктора $M_{max} = 680 \text{ Nm}$ [24].

K47..



Слика 6.1. Изглед електромотора са редуктором типа тип K 47 DRL 112M4 [24]

9) Прорачун вратила

Број обртаја вратила на основу усвојеног електромотора једнак је броју обртаја редуктора и износи: $n_{red} = n_v = 93 \text{ min}^{-1}$

Потребно је одредити пречник вратила које се налази у склопу ваљака, и то на основу података о броју обртаја на редуктору, затим моменту на излазном вратилу. За материјал вратила усвојен је конструкциони челик E 295, са следећим карактеристикама:

Савојна издржљивост: $\sigma_{D(-1)} = 220 \div 270 \text{ MPa} = 250 \text{ MPa}$

Затезна чврстоћа: $R_m = 500 \div 600 \text{ MPa} = 550 \text{ MPa}$

Препоручене вредности степена сигурности су: $S = 1.5 \div 2.5 = 2$

Фактор К: $K = 2,4 \div 3 = 2,8$

Прорачун и усвајање одговарајућих карактеристике материјала извршен је према литератури [25].

Дозвољени напон:

$$\sigma_{doz} = \frac{250}{2,8 \cdot 2} = 44,643 \text{ MPa} \quad (6.14)$$

Пречник вратила се рачуна на следећи начин:

$$d_i = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot M_i}{\sigma_{doz}}} = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 400000}{44,643}} = 29,42 \text{ mm} \quad (6.15)$$

Стандардни пречник вратила усваја се из табеле 6.5.7. [25] и износи $d_i = 30 \text{ mm}$.

10) Прорачун ланчаног преносника

На основу снаге $P_{EM} = 3,88 \text{ kW}$ и броја обртаја на радуктору $n_{red} = 93 \text{ min}^{-1}$, потребно је усвојити одговарајући ланац. Полазни параметри су убачени у дијалог за прорачун у програмском пакету Autodesk Inventor где су добијени следећи резултати: за преносни однос 1 одговарајући број зуба ланчаника износи $z_1 = z_2 = 25$, па се усваја ланац ознаке 08 MC - 88 који има следеће карактеристике:

- корак ланца $p = 12,7$,
- пречник ваљка ланца $d_1 = 8,511 \text{ mm}$,
- најмања прекидна сила $F_u = 20,600 \text{ N}$,
- унутрашња ширина унутрашњег чланка $b_1 = 7,750 \text{ mm}$,
- масе $m = 0,820 \text{ kg/m}$

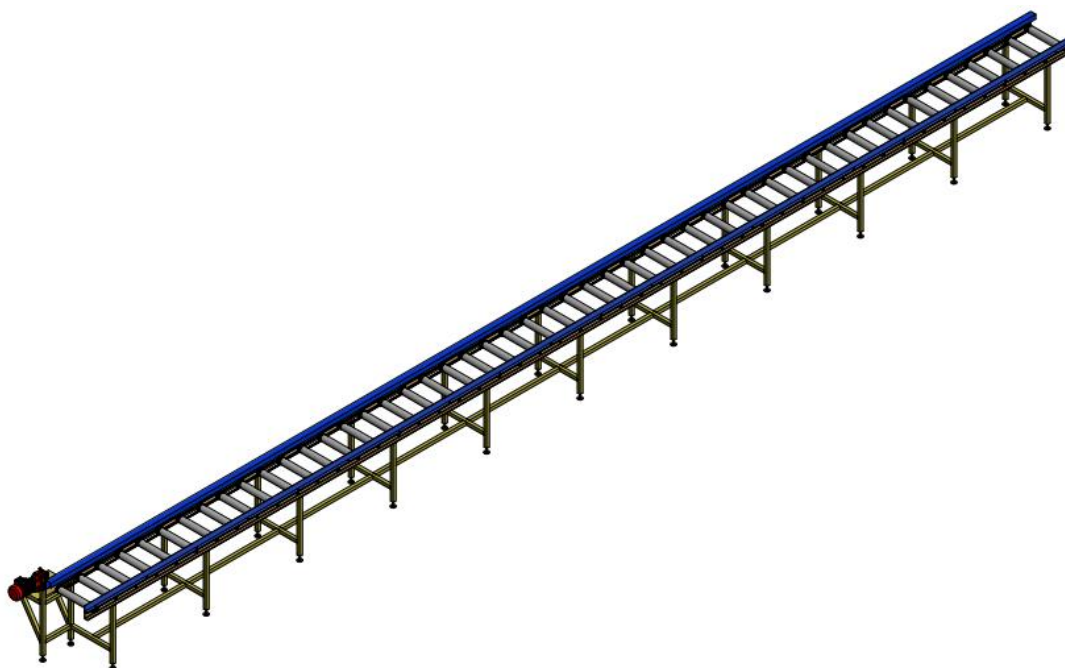
7. Моделирање прорачунатог погоњеног ваљкастог транспортера

Моделирање се дефинише као комплетно представљање неког објекта или система визуалним путем – путем слике. На основу улазних податке објекта или система, добија се слика објекта или система на графичком екрану у 2D или 3D простору. Данашња употреба CAD софтвера омогућава велике погодности при конструисању, где се од почетне идеје, затим концепта, добија готови модел као и анимација уколико је потребно. Поред свега тога, може се извршити одговарајући прорачун стандардних делова (вратила, ланчаника, зупчаника, каишника), који се користе приликом прављења модела.

Моделирање ваљкастог погоњеног транспортера извршено је у програмском пакету Autodesk Inventor Professional 2016. Приликом моделирања коришћено је доста стандардних делова, – вратила, навртке, лежајеви, профили, ланчани преносник, итд..

Конструкцију ваљкастих транспортера могуће је извести на више начина у зависности од врсте погона, врсте терета који преноси, услова монтаже. Најбитније је да конструкција не наруши функционалност система и безбедност људи који њоме рукују. Извршен је прорачун ваљкастог транспортера, а затим је изабран одговарајући електромотор са редуктором. Усвојен је ланчани пренос снаге, где су два ваљка у спрези са једним ланчаним преносником.

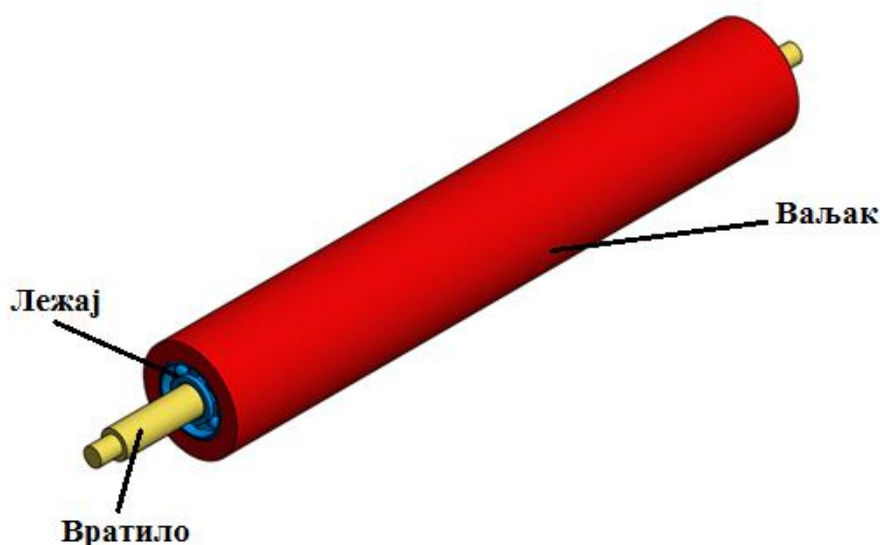
Коначан изглед моделираног ваљкастог транспортера дат је на слици 7.1., док ће у наставку бити више речи о његовим најбитнијим деловима.



Слика 7.1. Изглед моделираног ваљкастог транспортера

7.1. Конструкција ваљка

На слици 7.2. приказан је склоп ваљка са вратилом. Прорачуном који је извршен добијене су вредности за пречник и дужину ваљка, а затим су усвојене стандардне вредности, где је пречник ваљка $D = 108 \text{ mm}$, а дужина ваљка $l_v = 650 \text{ mm}$. Пречник вратила такође има стандардну вредност и износи $d = 30 \text{ mm}$. За пречник вратила од 30 mm , усвојен је куглични лежај серије $7306B \rightarrow d = 30 \text{ mm}, D = 72 \text{ mm}, B = 19 \text{ mm}$.

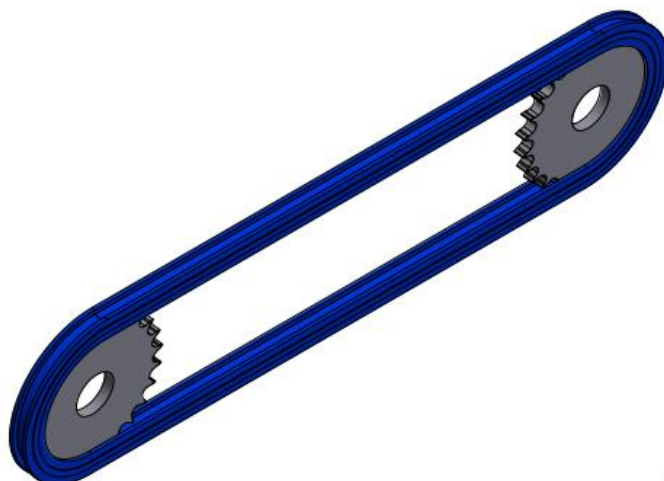


Слика 7.2. Изглед ваљка са вратилом и монтираним лежајима

Ваљци се по препоруци израђују од челичних цеви, јер преносе теже терета (металне). Кроз шупљину ваљка пролази вратило на које се монтирају два стандардна лежаја. Чаура димензија $30 \times 55 \times 20$ поставља се између лежаја и првог ланчаника, а такође и између два ланчаника који се монтирају на вратило преко клинова. Погон се добија преко кратких погонских ланаца, тако што сваки ланац повезује два ваљка.

7.2. Ланчани преносник

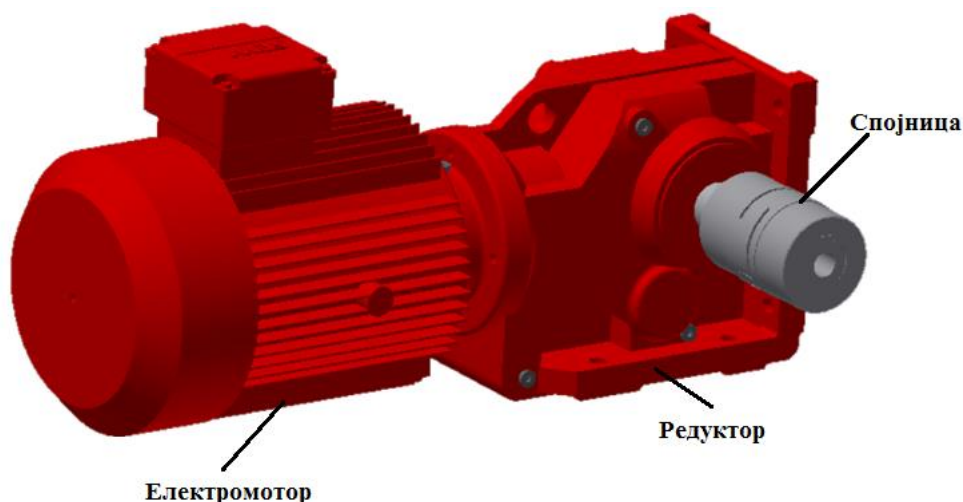
Електормотор са редуктором даје погон ланчаном преноснику који затим погони ваљке и на тај начин се врши њихово окретање. Прорачуном је добијен корак ваљка који износи $t_v = 400 \text{ mm}$, па се управо ова вредност узима за растојање између вратила на која се монтирају ланчаници. Ланчани преносник који је коришћен у овом случају, приказан је на слици 7.3. Број зуба ланчаника износи $z_1 = z_2 = 25$, а ланац који је изабран има ознаку 08 MC-88, са следећим карактеристикама: корак ланца $p = 12,7$, пречник ваљка ланца $d_1 = 8,511 \text{ mm}$, најмања прекидна сила $F_u = 20,600 \text{ N}$, унутрашња ширина унутрашњег чланка $b_1 = 7,750 \text{ mm}$, масе $m = 0,820 \text{ kg/m}$.



Слика 7.3. Изглед ланчаног преносника

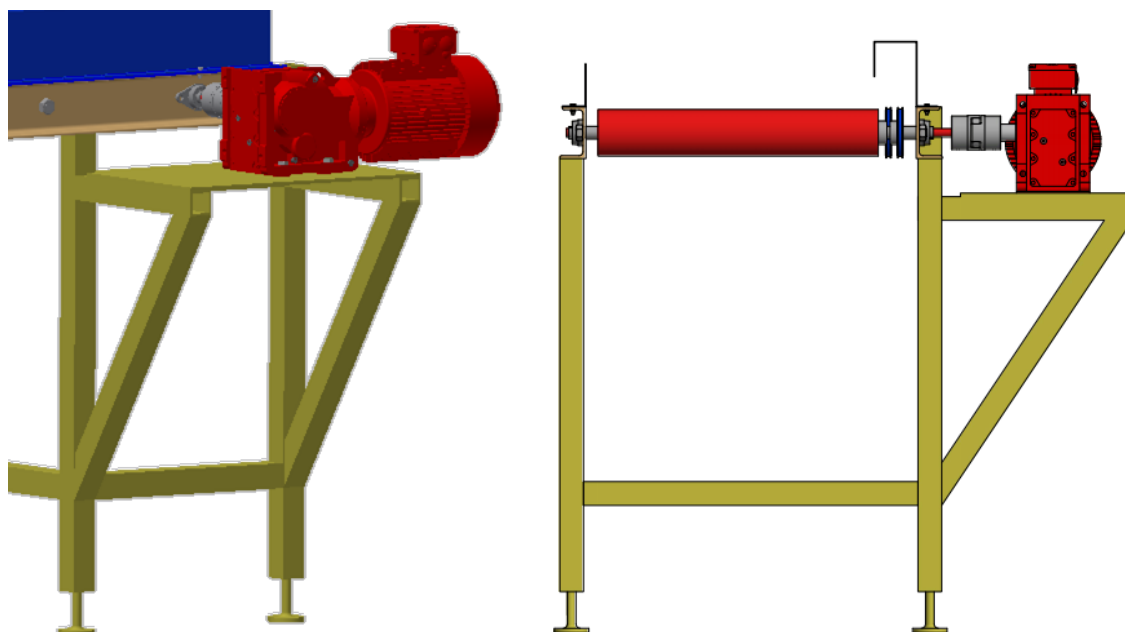
7.3. Електромотор са редуктором

Што се тиче електромотора са редуктором, који је приказан на слици 7.4., његове основне карактеристике дате су у поглављу 6, као и приказ габаритних мера потребних за уградњу. 3D модел електромотор са редуктором је преузет са сајта произвођача, а затим је увезен у програмски пакет Autodesk Inventor, где је склопљен са целом конструкцијом ваљкастог транспортера. На излазном вратилу редуктора, постављена је спојница, што је приказано на слици, где се затим монтира погонско вратило са ваљком. Монтирање електромотора за постоље остварује се помоћу четири завртања.



Слика 7.4. Изглед електромотора са редуктором и спојницом произвођача „SEW“

Електромотор се монтира на одговарајуће постоље направљено од стандардних профила 50x50 mm. За постоље је монтиран стандардним завртњевима DIN 6914 - M12x45.



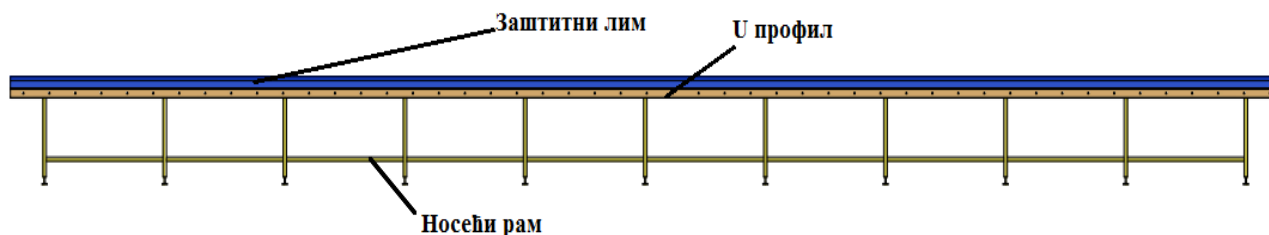
Слика 7.5. Монтирање електромотора на постоље

7.4. Носећа конструкција

Што се тиче носеће конструкције, она је сачињена из више стандардних профила димензија 50x50 mm, а материјал који је примењен јесте конструкциони челик. Профили или стопице су постављени вертикално, у два реда, по 11 са сваке стране, на размаку од 1,8 m а између њих су постављени попречни профили истих димензија, ради стабилније конструкције, и ови профили чине носећи рам. Спајање ових профила врши се заваривањем, и на тај начин добија се носећи рам тј. постоље.

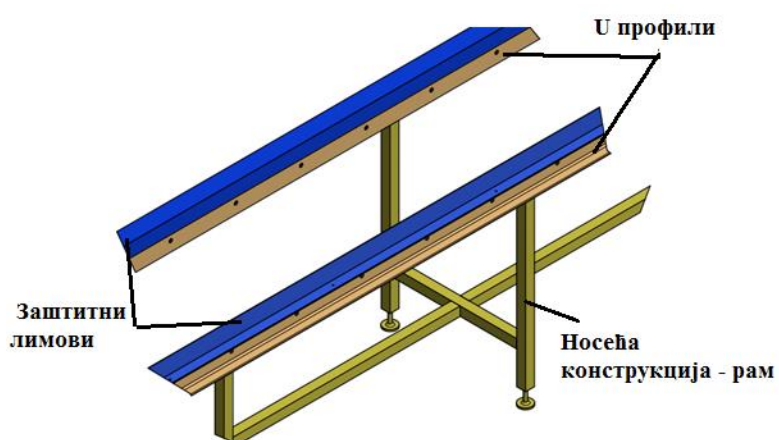
На горњи део постоља постављена су два U профила (или шине) на које се монтирају ваљци, и који служе као граничници да не би дошло до испадања терета. Ови профили су преко стандардних завртњева DIN 933 - M6x20 причвршћени за постоље тј. носећи рам. Такође, постављени су и заштитни лимови дуж целог транспортера, који првенствено имају улогу да заштите ланчане преноснике од прашине, али и да заштите човека када се нађе у близини како не би дошло до повреда.

На слици 7.6. приказана је носећа конструкција са монтираним профилима (шина), као и заштитним лимовима.

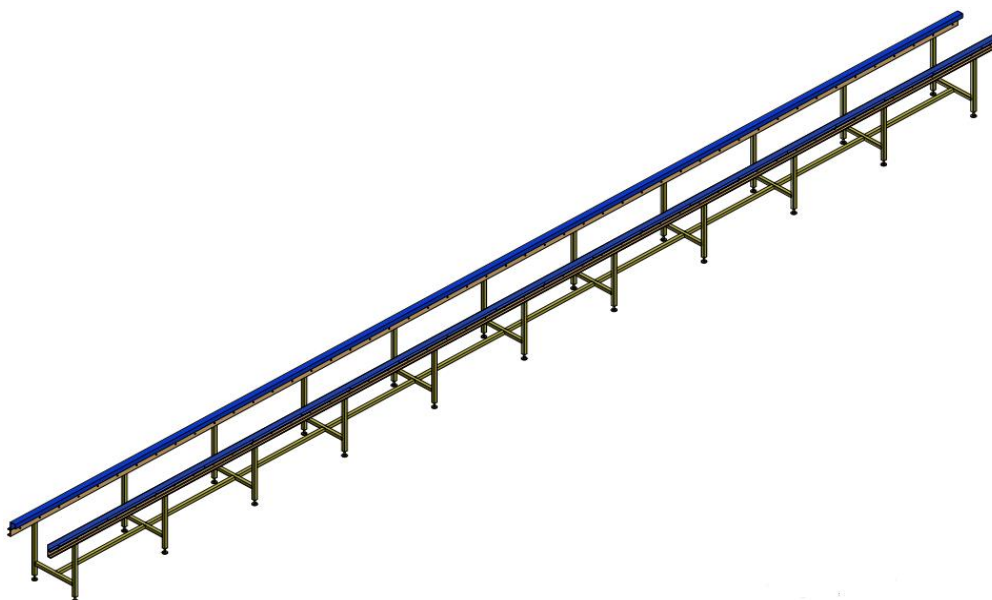


Слика 7.6. Изглед носеће конструкције транспортера

На слици 7.7. дат је увећан приказ спајања носећег раама, U профила и заштитног лима, а на слици 7.8. је коначан изглед носеће конструкције.



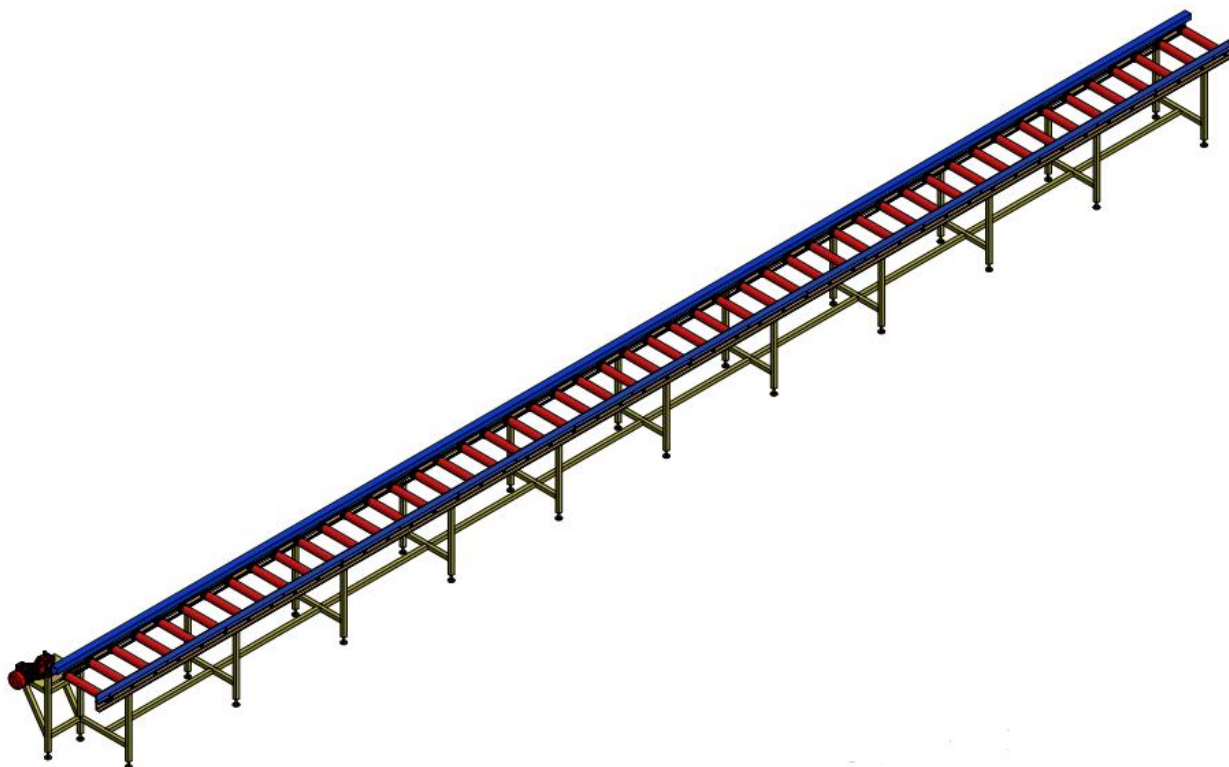
Слика 7.7. Увећани изглед спајања носеће конструкције, U профила (шине) и заштитног лима



Слика 7.8. Изглед носеће конструкције транспортера

Коначан изглед моделираног погоњеног ваљкастог транспортера, са свим деловима који су претходно описани, приказан је на слици 7.9.. Одржавање ваљкастог транспортера своди се пре свега на одржавање ланчаних преносника, тј ланчаног

погона, и то на његово редовно подмазивање, а затим и на проверавање уља у редуктору. Потребно је одрадити сервисирање транспортера на одређени временски период, како би транспортер функционисао на најбољи могући начин и како би се повећао његов век трајања. Транспортер овог типа своју примену налази пре свега у складиштима који су заштићени од спољашњих временских услова, и на тај начин заштићени су ланчани преносници, чиме се повећава њихов век трајања.



Слика 7.9. *Коначан изглед моделираног ваљкастог транспортера*

8. Закључак

Историја транспортних уређаја, руковања материјалом сеже у далеку прошлост и сматра се да се транспортни уређаји примењују већ 5000. година. Различите технике руковања материјалом, различити облици механичких направа, коришћени су током развоја људског друштва. Када је реч о средствима са континуалним радом, која се данас масовно користе, треба нагласити да се тракасти транспортери развијају почетком Индустријске револуције и то прво у млинарству. Прве конструкције ваљкастог гравитационог транспортера срећу се 1902. године, а индустријски трактор са бензинским мотором 1913. године.

Унутрашњи транспорт, који се обавља транспортним машинама примењује се приликом процеса добијања сировина, у производњи и складиштењу комадних или насипних материјала, затим делова и готових производа. Ове транспортне машине одликују се прекидним радом, за пренос комадних терете, (јавља се код виљушкара, дизалица) и непрекидним радом, преносе се насипни терети (јавља се код разних транспортера, жичара), али се преносе и комадни или паковани терети. У машине са непрекидним радом спадају ваљкасти транспортери, о којим је било више речи у претходним поглављима. Ови уређаји могу бити са вучним елементом и без вучног елемента.

Ваљкасти транспортери примењују се за хоризонтално премештање или под незнатним углом нагиба и то комадних терета већих маса (одливака, кутија, калупа, ваљаних профила, цеви, табли лима, сандука, палета, контејнера итд.). Приликом избора уређаја непрекидног транспорта, неопходно је извршити одређени прорачун, који се састоји у одређивању основних параметара, прорачуну и избору вучног елемента, одређивање погонске снаге мотора, као и избору и прорачуну елемената за пренос снаге. Неопходно је познавати капацитет транспорта, погонску масу, шеме траса, карактеристике материјала и режиме рада.

Након извршеног прорачуна, следи моделирање једног ваљкастог погоњеног транспортера са одређеним параметрима. Моделирање је извршено у програмском пакету Autodesk Inventor Professional 2016, чији ток моделирања је приказан у раду. Коришћено је што више стандардних делова који се могу наћи у продаји. На самом крају приказан је модел овог транспортера, и мора се само напоменути да је редовно и адекватно одржавање транспортера веома важно у правилном и дуготрајном раду транспортера.

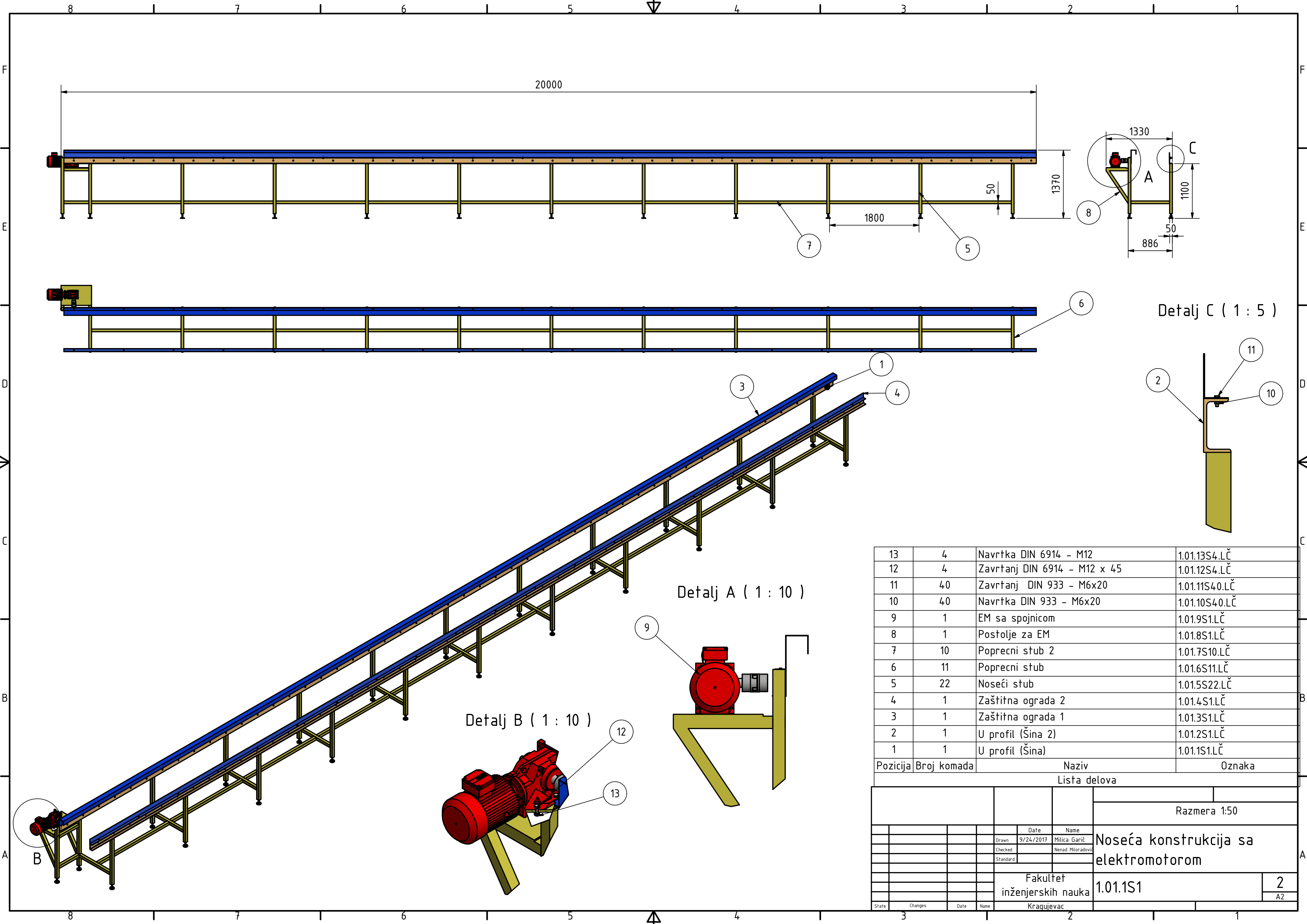
Литература

- [1] Јевтић, В., Транспортне машине - за насипне и комадне терете са непрекидним начином рада, Ниш, 2001.
- [2] Владић, Ј., Непрекидни и аутоматизовани транспорт први део (скрипта), Факултет техничких наука, Нови Сад, 1999.
- [3] Видовић М., Основи механизације претовара, а предавања бр.6, Саобраћајни факултет Београд
- [4] Тошић, С., Транспортни уређаји - Механизација транспорта, Машински факултет, Београд, 1999.
- [5] Цветковић, Б., Механизација претовара, предавање бр.7, Висока техничка школа струковних студија, Ниш, 2010-2011.
- [6] Гашић, М., Транспортни уређаји – непрекидни транспорт, Машински факултет, Краљево, 1997.
- [7] Владић, Ј., Непрекидни и аутоматизовани транспорт други део (скрипта), Факултет техничких наука, Нови Сад, 1999.
- [8] Дидијер С., Основи транспортних уређаја, Машински факултет, Београд, 1975.
- [9] Interroll,
https://www.interroll.com/fileadmin/user_upload/PDF/FR_TH_2011_WEB.pdf,
приступљено дана 10.08.2017.
- [10] Милорадовић, Н., Вујанац Р., Транспортни уређаји и машине, предавање бр. 7, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2015-2016.
- [11] МНЕ Tahonomy, <http://www4.ncsu.edu/~kay/mhetax/TransEq/Conv/>,
приступљено дана 10.08.2017.
- [12] Materials handling, <http://www.materials-handling.co.uk/rollers> ,приступљено дана 12.08.2017.
- [13] Mecalux logis market, https://www.logismarket.co.uk/roller-conveyors/gravity-roller-conveyor_schweyer_p , приступљено дана 12.08.2017.
- [14] Vande Berg Scales, <http://vbssys.com/gravity-roller-conveyor/>, приступљено дана 25.08.2017.
- [15] Indiamart, <https://dir.indiamart.com/impcat/expandable-conveyors.html> ,
приступљено дана 25.08.2017.
- [16] Vistamotion, <https://vistamotion.com/conveyor> , приступљено дана 25.08.2017.

- [17] Direct Industry, <http://www.directindustry.com/pt/prod/fergacom-conveyor-sl/product-117987-1232989.html> , приступљено дана 25.08.2017.
- [18] Emi corp, <http://www.emicorp.com/conveyor/roller-belt-driven.php>, приступљено дана 25.08.2017.
- [19] Material flow & conveyor systems inc., <https://materialflow.com/p/192cdlr-medium-duty-roll-to-roll-chain-drive-live-roller-conveyors>, приступљено дана 25.08.2017.
- [20] Shmula, <http://www.shmula.com/roller-conveyor/8411/>, приступљено дана 25.08.2017.
- [21] Central Conveyours Ltd, <https://www.central-conveyors.co.uk/conveyors/powered-roller-conveyors-chain-drive/> , приступљено дана 07.09.2017.
- [22] Omni Metalcraft Corp, <http://www.omni.com/mypage.asp?home=/home/product&template=page.htm&page=/products/ProductDirectory.htm> , приступљено дана 07.09.2017.
- [23] MK Technology Group, <https://www.mk-group.com/en/products/conveyor-technology/roller-conveyors.html>, приступљено дана 07.09.2017.
- [24] Sew eurodrive, <http://www.seweurodrive.com/produkt/helical-bevel-gearmotor-k-series.htm>, приступљено дана 07.09.2017.
- [25] Николић, В., Машински елементи, Машински факултет, Крагујевац, 2004.

Прилог

Техничка документација



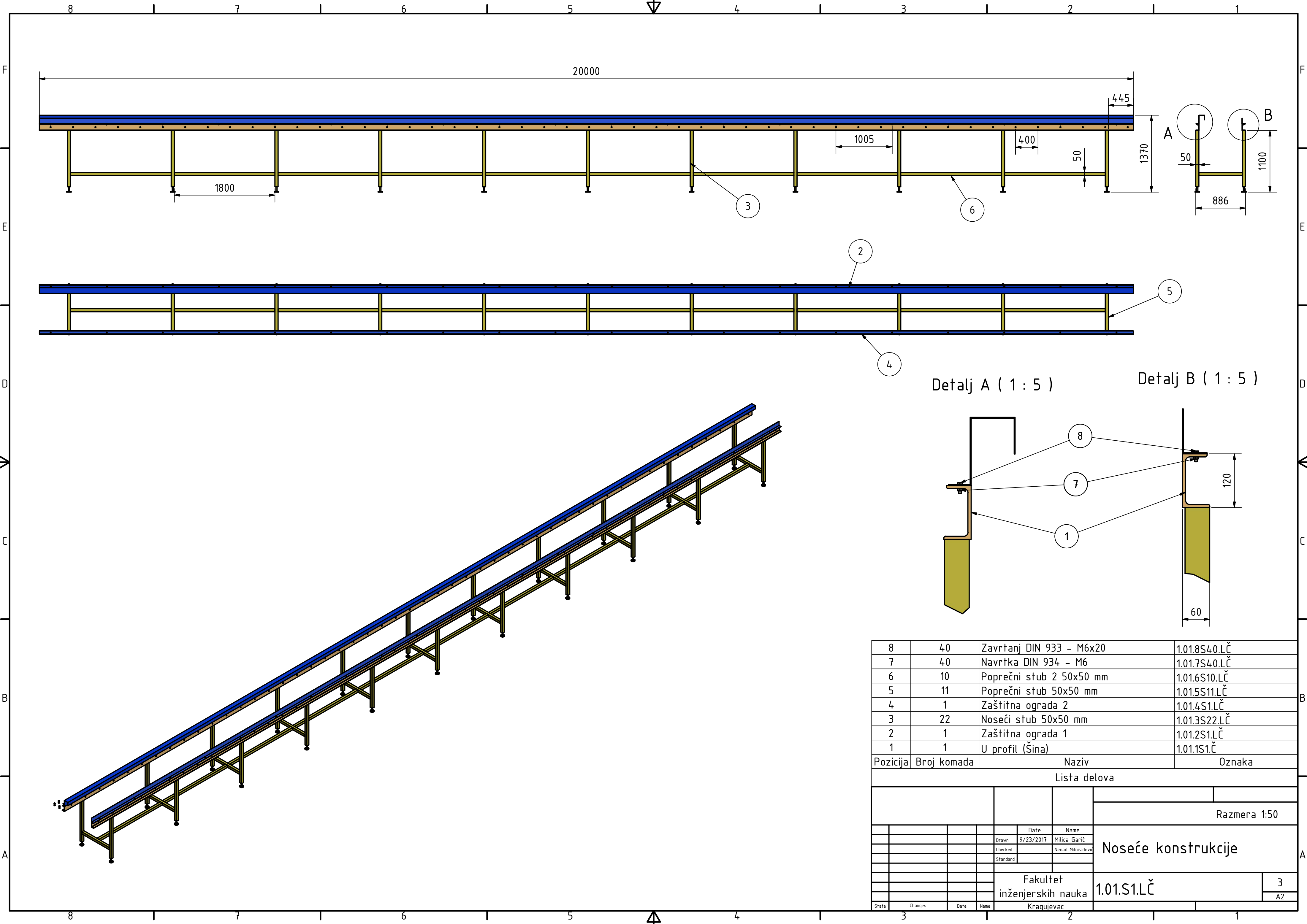
Detalj A (1 : 10)

Detalj B (1 : 10)

Detalj C (1 : 5)

13	4	Navrtka DIN 6914 – M12	1.01.13S4.LČ
12	4	Zavrtnanj DIN 6914 – M12 x 45	1.01.12S4.LČ
11	40	Zavrtnanj DIN 933 – M6x20	1.01.11S40.LČ
10	40	Navrtka DIN 933 – M6x20	1.01.10S40.LČ
9	1	EM sa spojnicom	1.01.9S1.LČ
8	1	Postolje za EM	1.01.8S1.LČ
7	10	Poprečni stub 2	1.01.7S10.LČ
6	11	Poprečni stub	1.01.6S11.LČ
5	22	Noseći stub	1.01.5S22.LČ
4	1	Zaštitna ograda 2	1.01.4S1.LČ
3	1	Zaštitna ograda 1	1.01.3S1.LČ
2	1	U profil (Šina 2)	1.01.2S1.LČ
1	1	U profil (Šina)	1.01.1S1.LČ
Pozicija	Broj komada	Naziv	Oznaka
Lista delova			

			Razmera 1:50	
			Noseća konstrukcija sa elektromotorom	
			1.01.1S1	
			2	
			A2	
State	Changes	Date	Name	Kraqujevac



8	40	Zavrtnaj DIN 933 – M6x20	1.01.8S40.LČ
7	40	Navrtka DIN 934 – M6	1.01.7S40.LČ
6	10	Poprečni stub 2 50x50 mm	1.01.6S10.LČ
5	11	Poprečni stub 50x50 mm	1.01.5S11.LČ
4	1	Zaštitna ograda 2	1.01.4S1.LČ
3	22	Noseći stub 50x50 mm	1.01.3S22.LČ
2	1	Zaštitna ograda 1	1.01.2S1.LČ
1	1	U profil (Šina)	1.01.1S1.LČ
Pozicija	Broj komada	Naziv	Oznaka
Lista delova			
			Razmera 1:50
			Noseće konstrukcije

