



TALLINNA TEHNICAÜLIKOO  
INSENERITEADUSKOND  
Virumaa kolledž

**Lintkonveieri rekonstrueerimine ja sellega seotud  
probleemide lahendamine**  
**Reconstruction of a belt conveyor and solving related  
problems**

MASINAEHITUSTEHNOLÓGIA ÖPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Ruslan Džukajev

Üliõpilaskood: 165089RDER

Juhendaja: Tatjana Baraškova

## AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

"...." ..... 20.....

Autor: .....

/ allkiri /

Töö vastab rakenduskõrgharidusõppe lõputööle/magistritööle esitatud nõuetele

"...." ..... 20.....

Juhendaja: .....

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"...." ..... 20.....

Kaitsmiskomisjoni esimees .....

/ nimi ja allkiri /

# **LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS JA REPRODUTSEERIMISEKS**

Mina Ruslan Džukajev (sünnikuupäev: 21.08.1989)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Lintkonveieri rekonstrueerimine ja sellega seotud probleemide lahendamine, mille juhendaja on Tatjana Baraškova,

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja elektroonilise avaldamise eesmärgil, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta kolmandate isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ja teistest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

# TalTech Inseneriteaduskond Virumaa kolledž

## LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

**Üliõpilane:** Ruslan Džukajev, 165089RDER

Õppekava, peeriala: RDER02/12 - Masinaehitustehnoloogia

Juhendaja(d): Vanemlektor, Tatjana Baraškova, Tatjana.baraskova@taltech.ee

Konsultant: Jegor Rudomin, Projektijuht Elme Metall OÜ, 56488034,

Jegor.rudomin@gmail.com

### Lõputöö teema:

Lintkonveieri rekonstrueerimine ja sellega seotud probleemide lahendamine

Reconstruction of a belt conveyor and solving related problems

### Lõputöö põhieesmärgid:

1. Lahendatakse konveieri rekonstrueerimisega seotud probleemid;
2. Lintkonveieri projekteerimise probleemid lahendatakse SOLIDWORKSi abil;
3. Konveieri optimeerimise probleemid lahendatakse tellija nõuete lähtudes.

### Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Lõpputöö plaani koostamine	10.03.2021
2.	Teoreetilise ja arvutuslik töö osa tegemine	30.03.2021
3.	Graafilise ja projekteerimise töö otsa tegemine	07.04.2021
4.	Lõplik töö vormistamine	07.05.2021

**Töö keel:** eesti keel      **Lõputöö esitamise tähtaeg:** "....."..... 20.....a

**Üliõpilane:** Ruslan Džukajev      "....."..... 20.....a  
/allkiri/

**Juhendaja:** Tatjana Baraškova      "....."..... 20.....a  
/allkiri/

**Konsultant:** Jegor Rudomin      "....."..... 20.....a  
/allkiri/

**Programmijuht:** Veronika Shirokova      "....."..... 20.....a  
/allkiri/

# SISUKORD

EESSÕNA .....	6
SISSEJUHATUS .....	7
<b>1. KONVEIERI EESMÄRK, KASUTUSALA JA TEHNILISED OMADUSED .....</b>	<b>8</b>
1.1. EESMÄRK JA KASUTUSALA .....	8
1.2. EKSPLOTATSIOONITINGIMUSED .....	8
1.3. KONVEIERI TEHNILISED OMADUSED .....	8
<b>2. KONVEIERI ARVESTUS .....</b>	<b>9</b>
2.1. LINDI LAIUSE JA KONVEIERI KIIRUSE KONTROLL ANTUD VÕIMSUSE OSAS .....	9
2.2. KONVEIERI AJAMI VÕIMSUSE EELRAVESTUS .....	12
2.3. KONVEIERI AJAMI VÕIMSUSE DETAILNE ARVESTUS .....	15
<b>3. PÕHI SEADMETE VALIK ARVUTSTE JÄRGI .....</b>	<b>17</b>
3.1. KONVEIERI LINT .....	17
3.2. ELEKTRIMOOTORI JA AJAMI VALIK .....	18
3.3. TRUMMLIDE VALIK .....	19
<b>4. KONVEIERI KOOSTISOSAD .....</b>	<b>20</b>
4.1. AJAMISEKTSIOON .....	21
4.2. LINEARSEKTSIOON .....	23
4.3. LAADIMISSEKTSIOON .....	24
4.4. PINGUTUSSEKTSIOON .....	25
<b>5. KONVEIERI OMAHINNA ARVESTUS .....</b>	<b>26</b>
5.1. OSTUTOODE HIND .....	26
5.2. KONVEIERI TOOTMISE MAKSUMUS .....	32
5.3. PROJEKTEERIMISE HIND .....	34
5.4. KONVEIERI OMAHIND .....	37
<b>KOKKUVÕTTE .....</b>	<b>38</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>39</b>
<b>KASUTATUD KIRJANDUS .....</b>	<b>40</b>

## **EESSÕNA**

Käesoleva lõputöö teema on „ Lintkoneieiri rekonstrueerimine ja sellega seotud probleemide lahendamine “. Seda teemat pakkus minu tööandja Elme Metall OÜ. See teema oli valitud, kuna ta on otseselt seotud minu tööga. Kogemus ja oskused, milliseid ma saan selle lõputöö kirjutamise ajal, lähevad mulle ka vaja edaspidises töös.

Siinkohal soovin avaldada tänu Tatjana Baraškova, kelle pidev juhendamine ning asjakohased märkused aitasid uute lahenduste otsimisel ja selle töö kirjutamisel. Eraldi soovin tänu avaldada firma Elme Metall OÜ nendele töötajale, kes andsid nõu lõputöö koostamisel.

## **SISSEJUHATUS**

Lõputöö põhieesmärgiks on konveieri rekonstrueerimisega seotud probleemide lahendamine ja SOLIDWORKSi programmi abil optimaalse konstruktsiooni projekteerimine.

Konveieri optimeerimise probleemid lahendatakse tellija nõuete lähtudes. Töö käigus on tehtud lintkonveieri arvutamine ning raua kontsentraadi olemasoleva etteande tee rekonstrueerimine.

Antud lõpputöö käigus:

- Arvutatakse lintkonveieri tehnilised põhinäitajad, niisugused nagu lindi kiirus, konveieri võimsus, lindi laius;
- Arvutuste järgi valitakse konveieri põhikomponendid – ostutooded;
- Töö autor viib läbi erinevate ostetud esemete võrdleva analüüsi nende maksumuse ja tarneaja osas;
- Solidworks programmis töötatakse välja 3D mudel;
- 3D-mudeli põhjal koostatakse montaaži- ja valmistamisjoonised;
- Koostatakse veodokumentatsioon;
- Konveieri ja valitud varustuse põhjal arvutatakse konveieri maksumus.

# 1. KONVEIERI EESMÄRK, KASUTUSALA JA TEHNILISED OMADUSED

## 1.1. EESMÄRK JA KASUTUSALA

Lintkonveier nr. 27 on paigaldatud rauamaagi kontsentraadi kaevandamise ja tootmise tehases, mis asub Koola poolsaarel, Venemaa Föderatsioonis.

Konveier on mõeldud raua kontsentraadi transportimiseks.

- Materjali mahumass, t/m<sup>3</sup> 2,9
- Tüki suurus, mm <0,5
- Lasti nõlvnurk, ° 15

## 1.2. EKSPLOTATSIOONITINGIMUSED

Konveierit kasutatakse köetavas ruumis.

- Temperatuur vähemalt, °C +5°
- Õhutolm, mg/m<sup>3</sup>, mitte rohkem kui 200
- Toitepinge, V 380

## 1.3. KONVEIERI TEHNILISED OMADUSED

- Tootlikkus, t/h 1000
- Konveieri pikkus, m 13,1
- Trummide telgede kõrgus, m 2,2
- Lindi laius, mm 1200
- Lindikiirus, m/s 1,6
- Külgmiste rullide kaldenurk, ° 30



## 2. KONVEIERI ARVESTUS

Esialgused andmed konveieri arvutamiseks on konveieri tehnilised omadused:

Tootlikkus, t/h	1000
Konveieri pikkus, m	13,1
Trummide telgede kõrgus, m	2,2
Lindi laius, mm	1200
Lindikiirus, m/s	1,6
Külgmiste rullide kaldenurk, °	30

### 2.1. LINDI LAIUSE JA KONVEIERI KIIRUSE KONTROLL ANTUD VÕIMSUSE OSAS

Konveieri tootmisvõime arvutatakse valemi järgi 2.1

$$Q_m = Q_v \times \rho \left(\frac{t}{h}\right) \quad (2.1)$$

Kus,  $Q_v$  – konveieri transpordivõime t/h;

$\rho$  – materjali puistetihedus t/ m<sup>3</sup>

Konveieri transpordivõime arvutatakse valemi järgi 2.2

$$Q_v = A \times v \times 3600 \times \varphi \text{ (m}^3\text{/h)} \quad (2.2)$$

Kus,  $A$  – materjali ristlõikepind lindil (valem 2.3) m<sup>2</sup>;

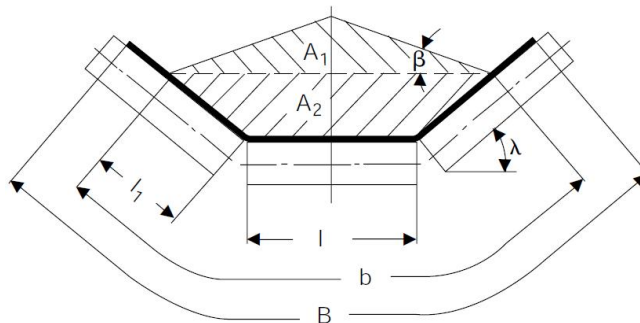
$v$  – lindikiirus (m/s);

$\varphi$  – lindi täitekoefitsient (valem 2.8);

$$A = A_1 + A_2 \text{ (m}^2\text{)} \quad (2.3)$$

$A_1$  – pindala 1(valem 2.4);

$A_2$  – pindala 2(valem 2.6).



Joonis 1 Lindi laius [1]

$$A_1 = 0.25 \times \tan \beta \times [l + (b - l) \times \cos \lambda]^2 \quad (2.4)$$

$l$  - keskmine rulliku pikkus, (m);

$b$  - kasulik lindi laius, (m). Arvutatakse valemi järgi (2.5);

$\lambda$  - külgrulliku kalde nurk, °;

$\beta$  - materaljale varikalde nurk, °;

Antud juhul:

$$l = 0,465 \text{ m}$$

$$\lambda = 30^\circ$$

$$\beta = 15^\circ$$

$$b = 0.9 \times B - z \quad (2.5)$$

Kus,  $B$  - lindi laius, m;

$z$  - 0,05m lindi alla 2000mm laiusega jaoks ja 0,25m lindi üle 2000mm laiusega jaoks.

$$b = 0.9 \times 1,2 - 0,05 = 1,03 \text{ m}$$

$$A_1 = 0.25 \times \tan 15^\circ \times [0,465 + (1,03 - 0,465) \times \cos 30^\circ]^2 = 0,0553 \text{ m}^2$$

$$A_2 = l_1 \times \sin \lambda \times [l + l_1 \times \cos \lambda] \quad (2.6)$$

$l_1$  - külgmiste rullide koormatud pikkus on valemis (2.7), m

$$l_1 = 0.5 \times (b - l) \quad (2.7)$$

$$l_1 = 0,5 \times (1,03 - 0,465) = 0,283 \text{ m}$$

$$A_2 = 0,283 \times \sin 30^\circ \times [0,465 + 0,283 \times \cos 15^\circ] = 0,1005 \text{ m}^2$$

Kasutame valem 2.3:

$$A = 0,0553 + 0,1005 = 0,1615 \text{ m}^2$$

$$\varphi = \varphi_1 \times \varphi_2 \quad (2.8)$$

$\varphi_1$  – 1 normaalsete töötingimuste korral, 0.8 - 0.95 rasketes töötingimustes;

$\varphi_2$  – vähenustegur 0.7384

$$\varphi = 1 \times 0,7384 = 0,7384$$

Arvutame konveieri transpordivõime valemi 2.2 järgi:

$$Q_v = 0,168 \times 1,6 \times 3600 \times 0,7384 = 686,8130 \text{ m}^3/\text{h}$$

Arvutame maksimaalne konveieri tootlikus valemi 2.1 järgi:

$$Q_m = 714 \times 2,9 = 1,9918 \cdot 10^3 \text{ t/h}$$

Arvestuse lähtudes, näeme, et lindi 1200 mm laiuse ning lindikiiruse 1,6 m/s kasutades, konveieri maksimaalne läbilaskevõime on 1992 t/h. Edaspidi, konveieri ajami võimsuse arvestusel kasutame  $Q_m = 1992 \text{ t/h}$ .

## 2.2. KONVEIERI AJAMI VÕIMSUSE EELARVESTUS

Konveieri ajami võimsuse eelarvestus tehakse, et tuvastada konveierilindi kasutava margi.

Pärast konveierilindi margi tuvastamist on soovitatav läbi viia konveieri ajami võimsuse täpne arvutamine valitud konveierilindi kaalu põhjal.

Konveieri ajami võimsuse eelarvestus tehakse valemi järgi

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 \text{ (kW)} \quad (2.6)$$

Kus,  $P_1$  – materjali horisontaalselt transporteerimiseks vajalik võimsus;

$P_2$  - materjali vertikaalselt transporteerimiseks vajalik võimsus;

$P_3$  – lisavõimsus vastupanu ületamiseks lisavarustustest, nagu vastuvõtulaud, mahalaadimiskäru, mahalaadimis sahk ja muud;

Materjali transporteerimiseks vajalik võimsus arvestatakse valemi 2.7 järgi:

$$P_1 = \frac{C_B \times v + Q_m}{C_L \times k_f} \text{ (kW)} \quad (2.7)$$

Kus,  $C_B$  – lindi laiuse koefitsient ;

$C_L$  – konveieri pikkuse koefitsient;

$k_f$  – varukoefitsient;

Antud juhul (tabelite 11.7 и 11.8 alusel):

$$C_B = 360$$

$$C_L = 370$$

$$k_f = 1$$

$$P_1 = \frac{360 \times 1,6 + 1992}{370 \times 1} = 6,94 \text{ (kW)}$$

Materjali vertikaalselt transporteerimiseks vajalik võimsus arvestatakse valemi 2.8 järgi

$$P_2 = \frac{H \times Q_m \times 10000}{367} \text{ (kW)} \quad (2.8)$$

Kus,  $H$  – koorma tõstekõrgus;

Antud juhul  $H = 2,2$  m.

$$P_2 = \frac{2,2 \times 1992}{367} = 11,94 \text{ kW}$$

Lisavõimsus vastupanu ületamiseks lisavarustustest, nagu vastuvõtulaad, mahalaadimiskäru, mahalaadimis sahk ja muud käesolevas töös on 0, sest konveieril puudub lisavarustus.

Kasutades valemi 2.7 töö autor arvestab konveieri eelvõimsust

$$P_T = 6,94 + 11,94 = 18,88 \text{ kW}$$

Mootori võimsus arvestatakse valemi 2.9 järgi

$$P_M = \frac{P_T}{k_{pd}} \text{ kW} \quad (2.9)$$

Kus,  $k_{pd}$  – kasutegur (näidatud tabelis lk 12.9) = 0,94 [1]

$$P_M = \frac{18,88}{0,94} = 20,085 \text{ kW}$$

Standardvaliku elektrimootorite hulgast saab valida mootori võimsusega 22 kW, aga tellija soov on optimeerida kasutuses oleva konveierivarustust. Optimiseerimiseks on vaja unifitseerida kõik seadmed mida kasutatakse ettevõttes. Sellest tellija nõuest tuleb välja, et on vaja kasutada elektrimootorit võimsusega 30 kW.

Töö autor arvestab konveierilindi tugevus valemi 2.10 järgi

$$k = \frac{C_R}{C_v} \times \frac{P_T}{v} \text{ (N/mm)} \quad (2.10)$$

Kus,  $C_R$  – sõltuv koefitsient lindi ja trumli hõõrdumise tugevusest;

$C_v$  – tõmbetugevuse kaotus liigesteguri juures;

Antud juhul (tabelite alusel lk 11.9) [1]:

$C_R$  – 14;

$C_v$  – 0,67;

$$k = \frac{14}{0,67} \times \frac{18,88}{1,6} = 20,89 \times 11,8 = 246,5 \text{ N/mm}$$

Lähim standartne väärtus on 315 N/mm

Töö autor määrab ajamitrumli läbimõõt valemi 2.11 järgi

$$D_{Tr} = C_{Tr} \times d \text{ (mm)} \quad (2.11)$$

Kus,  $C_{Tr}$  – konveieri lindi koefitsient tabel lk 11.10);

$d$  – lindi raami paksus (Lisa C) [1].

Antud juhul:

$C_{Tr} - 108;$

$d - 2,7 \text{ mm}$

Tööautor arvutab veotrumli läbimõõt [1]

$$D_{Tr} = 108 \times 2,7 = 291,6 \text{ mm}$$

Peale eelarvestust varustuse valik oleks järgnev:

Ajami trumli läbimõõt, mm	315;
Ajami trumli vooder	kummikeraamika;
Ajami võimsus, kW	22;
Lindi vastupidavus, kN/mm	315.

## 2.3. KONVEIERI AJAMI VÕIMSUSE DETAILNE ARVESTUS

Konveieri ajami võimsuse arvestuse jaoks on vaja arvutada ringipingitus veotrumli peale valemi 2.12 järgi

$$F_U = C \times f \times L \times g \times [m'_R + (2 \times m'_G + m'_L) \times \cos\delta] + H \times g \times m'_L + F_S, (N) \quad (2.12)$$

Kus,  $C$  – tegur mis sõltub konveieri pikkusest;

$f$  – lindi liikumise takistustegur;

$L$  – konveieri projektsiooni pikkus, (m);

$g$  – vaba langemise kiirendus, (m/s<sup>2</sup>);

$m'_R$  – lineaarne koormus rullikute pöörlevate osade massist (kg/m), arvutatakse valemi 2.13 järgi;

$m'_G$  – lindi lineaarkoormus (kg/m), arvutatakse valemi 2.14 järgi;

$m'_L$  – Koorma lineaarne koormus (kg/m), arvutatakse valemi 2.15 järgi;

$\cos\delta$  – konveieri tõstenurka tegur;

$H$  – materjali tõste kõrgus, (m);

$F_S$  – lisad koormused, (N).

Antud töö:  $C = 4$ ;

$f = 0,025$ ;

$L = 13,1$  m;

$g = 9,8$  m/s<sup>2</sup>;

$\cos\delta = 0,9816$ ;

$H = 2,2$  m;

$F_S = 0$  N.

$$m'_R = \frac{3 \times m_{R0}}{l_0} + \frac{m_{Ru}}{l_u}, \left(\frac{kg}{m}\right) \quad (2.13)$$

Kus,  $m_{R0}$  – ülemiste rullikute pöörlevate osade mass, (kg);

$l_0$  – rulltugide vahi, (m);

$m_{Ru}$  – alumiste rullikute pöörlevate osade mass, (kg);

$l_u$  – rullitugide vahi, (m);

Antud töö:

$m_{R0}$  – 10 kg [2];

$l_0$  – 1 m;

$m_{Ru}$  – 26 kg [2];

$l_u$  – 3 m;

$$m'_R = \frac{3 \times 10}{1} + \frac{26}{3} = 38,66 \text{ kg/m}$$

$$m'_G = m''_G \times B, \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}}\right) \quad (2.14)$$

Kus,  $m''_G$  - lindi mass, (kg/m<sup>2</sup>);

$B$  – lindi laius, (m);

Antud töö:

$m''_G$  – 12,7 kg/m<sup>2</sup>;

$B$  – 1,2 m;

$$m'_G = 12,7 \times 1,2 = 15,24 \text{ kg/m}$$

$$m'_L = \frac{Q_m}{3,6 \times v}, \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}}\right) \quad (2.15)$$

$$m'_L = \frac{1992}{3,6 \times 1,6} = 345,8 \text{ kg/m}$$

Arvutame ringipingitus veotrumli peale 2.12 valemi järgi [1]:

$$\begin{aligned} F_U &= 4 \times 0,025 \times 13,1 \times 9,8 \times [38,66 + (2 \times 15,24 + 345,8) \times 0,9816] + 2,2 \times 9,8 \times 345,8 + 0 = \\ &= 5238,16 + 7455,45 = 12694 \text{ N} \end{aligned}$$

Konveieri ajami võimsus lähtavasti ringipingutust veotrumli peale arvutatakse 2.16 valemi järgi.

$$P_T = \frac{F_U \times v}{1000}, (\text{kW}) \quad (2.16)$$

$$P_T = \frac{12694 \times 1,6}{1000} = 20,3 \text{ kW}$$

Elektrimootori võimsus arvutatakse valemi 2.9 järgi.



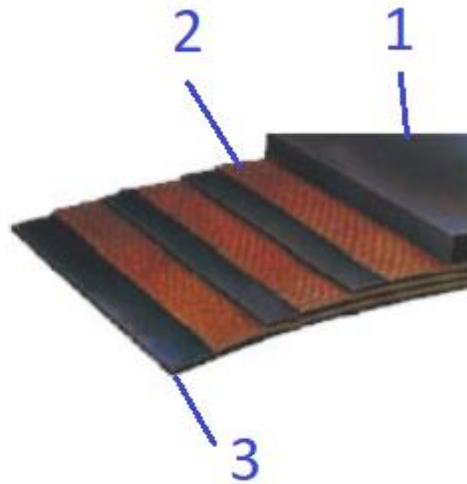
$$P_M = \frac{P_T}{\eta_{kpd}} = \frac{20,3}{0,94} = 21,59 \text{ kW [1]}$$

### 3. PÕHI SEADMETE VALIK ARVUTUSTE JÄRGI

#### 3.1. KONVEIERI LINT

Konveierilindi tõmbetugevus peab olema mitte vähemalt kui 246,5 N/mm. Kõige rohkem on leevinud kummikangaste lindid. Lähim surim standartne lindi tüüp on 1200 EP 315/3-4+2. Kus on näidatud et

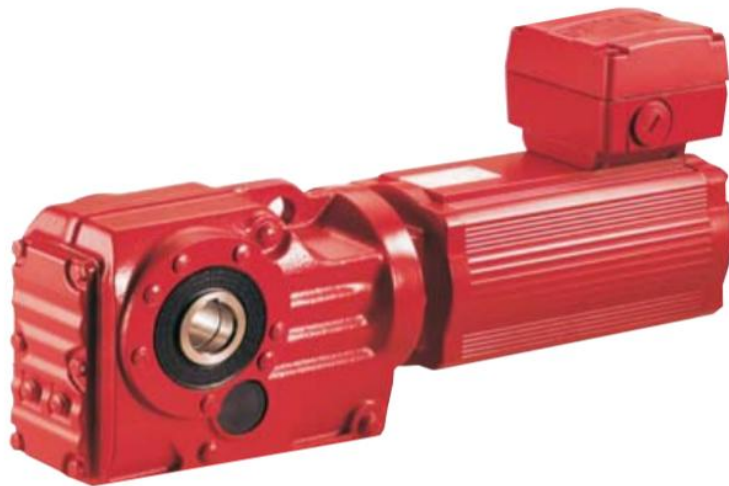
- 1200 - lindi laius, mm;
- EP - kummikangaste lindi tähistus;
- 315 - lindi tõmbetugevus, N/mm;
- 3 - kangaste tihendite arv;
- 4 - ülemine lindi katte kummist, mm;
- 2 - alumine lindi katte kummist, mm.



Joonis 2 Kummikangaste lint. 1 - ülemine lindi katte kummist, 2 - tihendid kangast, 3 - alumine lindi katte kummist [3]

### 3.2. ELEKTRIMOOTORI JA AJAMI VALIK

Arvutuste järgi ajami võimsus peab olema mitte väiksem kui 21,59 kW. Lähim surim standartne väärtus on 22 kW. Tellija soov on kasutada motor-reduktoorit võimsusega 30 kW kuna temal on veel viis konveierit sama motor-reduktooriga. Tänu sellele laos on piisavalt hoida ainult üks mootor-reduktor kõikidele viiele konveieritele, aga mitte igale mootor reduktoori tüüpile.

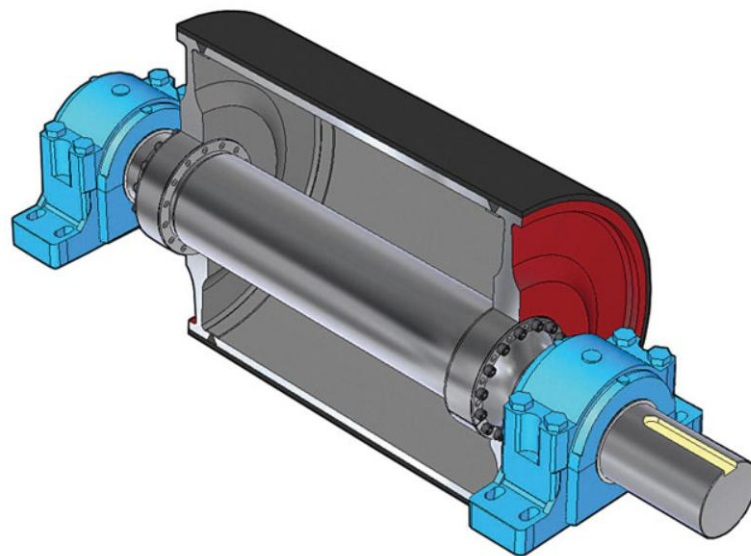


Joonis 3 Mootor-reduktor [4]

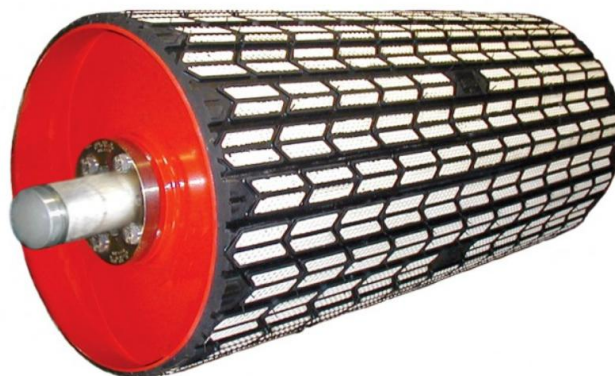
### 3.3. TRUMMLIDE VALIK

Arvutuste järgi veotrumli läbimõõt peab olema mitte väiksem kui 292 mm. Lähim suurem standartne väärtus 315 mm. Tellija soov on kasutada veotrumli 630 mm läbimõõduga kuna temal on veel viis konveierit sama veotrummliga. Tänu sellele laos on piisavalt hoida ainult üks veotrummel kõikidele viiele konveieritele, aga mitte igale veotrummeli tüüpile.

Pingutus ja kallatus trummlid töö autor võttab 500 mm ja 315 mm läbimõõduga. Neid mõõdud on toodud standardil DIN 22101 [5]. Selles standartis on antud eeldatavad trummlite suurused.



Joonis 4 Veotrummel [6]



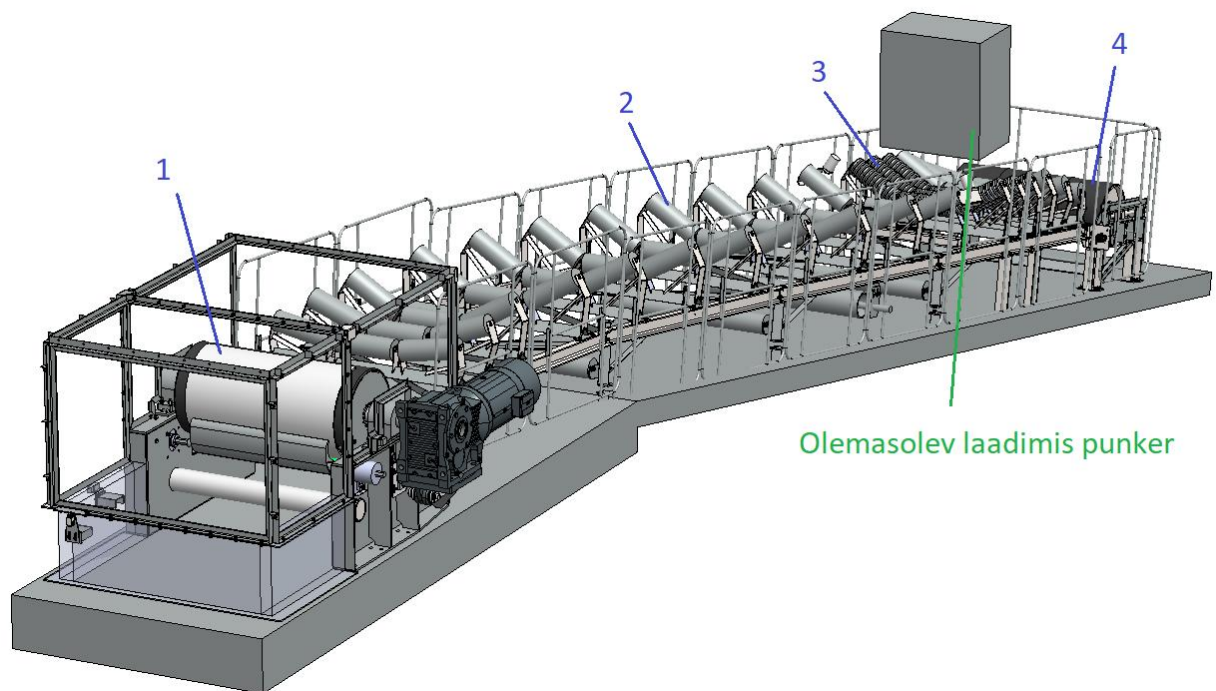
Joonis 5 Pingutus trummel. Laagri sõlmed on ehitatud trummlu korpuse sisse [7]

## 4. KONVEIERI KOOSTISOSAD

Konveier sisaldab montaažiüksusi, detaile, ostutooded ja tehnilist dokumentatsiooni.

Konveiri koostisosad on näidatud joonises 1:

- 1 - ajami sektsioon;
- 2 - linear sektsioon;
- 3 - laadimis sektsioon;
- 4 - pingutus sektsioon.



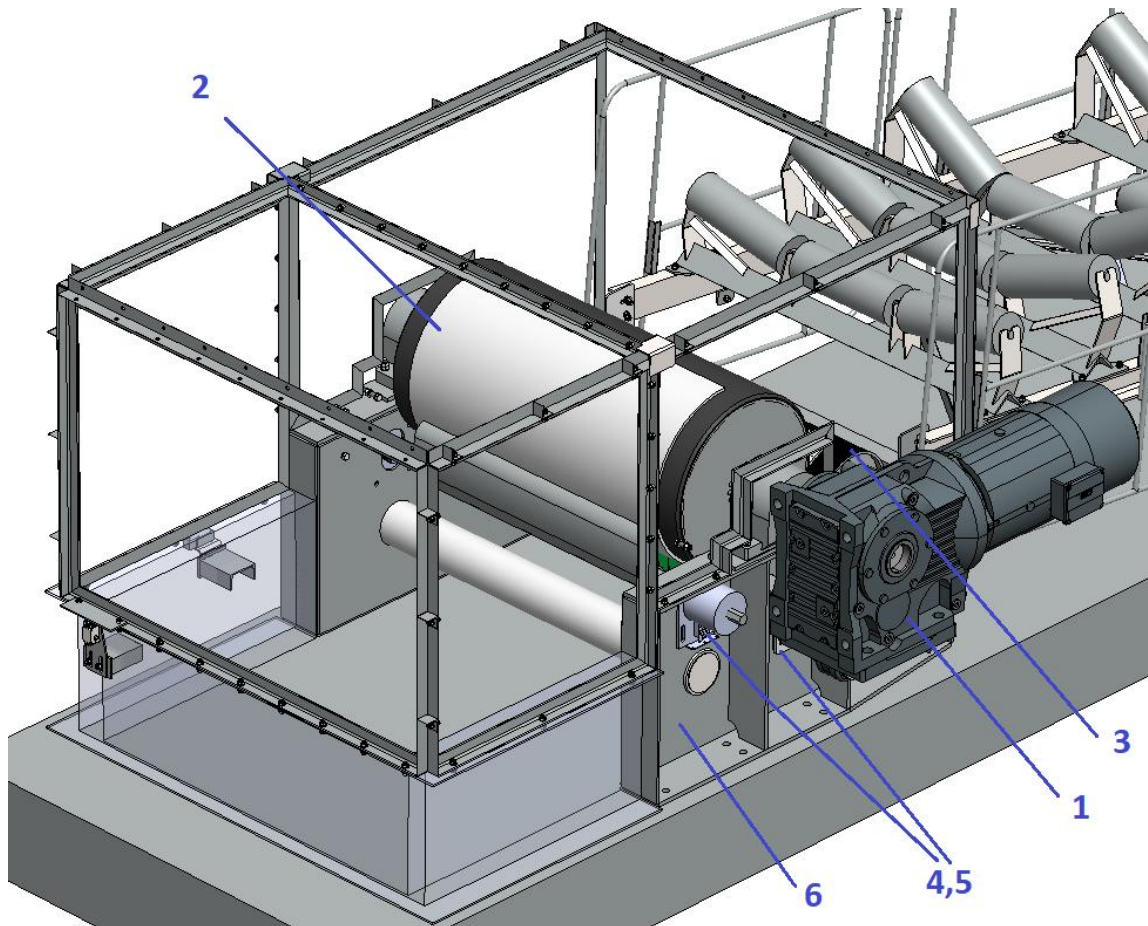
Joonis 6 Lintkonveier.

## 4.1. AJAMISEKTSIOON

Konveieri ajamiseks on mootor-reduktor, mis on õõnesvõlli abil paigaldatud veotrumli võllile ja annab veotrumlile pöördemoment. Veotrummel on paigaldatud ajamisektsiooni raami peale. Ajamisektsioon paigaldatakse olemasolevate ehitus konstruktsiooni peale.

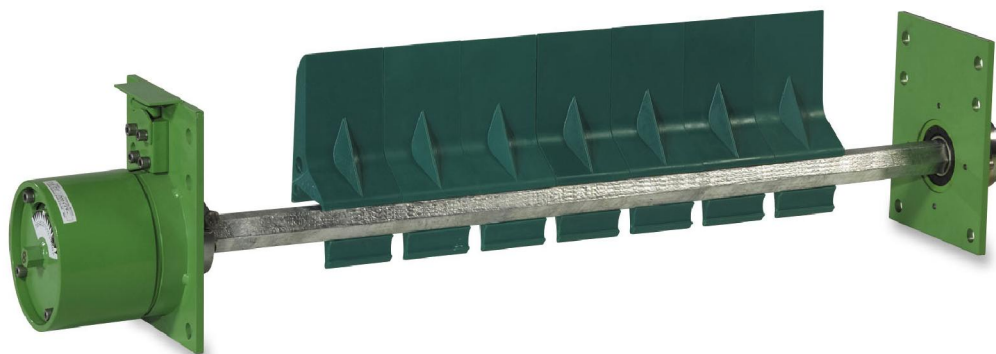
Ajamisektsiooni koostisosas on näidatud joonises 7:

- 1 - motor-reduktor;
- 2 - veotrummel;
- 3 - kallatus tummel;
- 4 - eelpuhastaja;
- 5 - täispuhastaja;
- 6 - metallkonstruktsioonid.



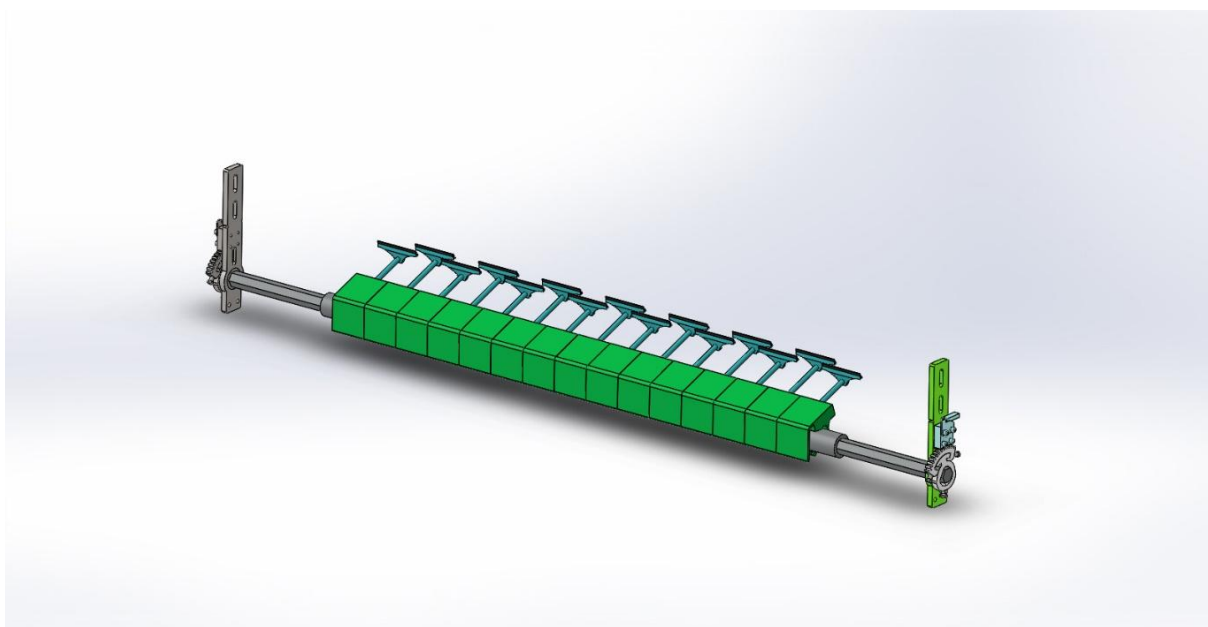
Joonis 7 Ajami sektsioon.

Ajamiseksiooni peale on paigaldatud eelpuhastaja ja täispuhastaja selleks et puhastada konveieri lint. Konveieri lindi puhastamine aitab vältida materjali puistangud konveieri läbi ja ümber laadimis seksioonis. Konveieri lindi eelpuhastaja firmast Schulte Strathous on näidatud joonises 8.



Joonis 8 Eelpuhastaja [8]

Konveieri lindi täispuhastaja koosneb eraldiseisvatest osadest tehtud moodulitest. Puhastaja on näidatud joonises 9.



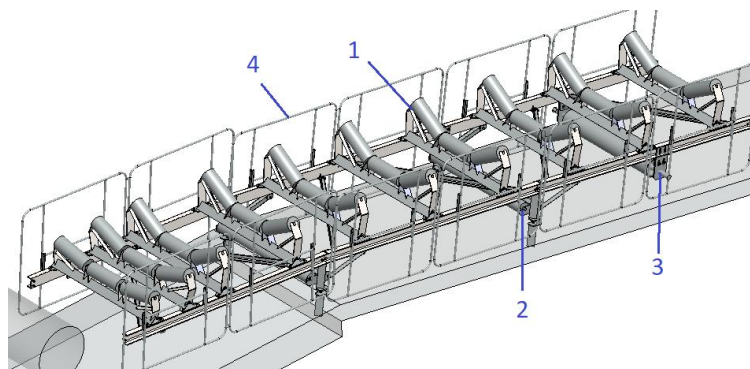
Joonis 9 Täispuhastaja

## 4.2. LINEARSEKTSIOON

Konveieri linearsektsioon paigaldatakse veo- ja pingutus trumpli vahel. Linear sektsiooni eesmärk on konveieri lindi toetamine.

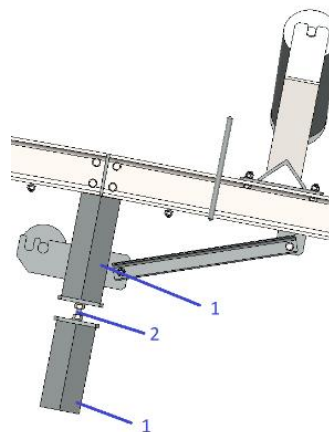
Linearsektsioon koostisosad on näidatud joonises 10:

- 1 - ülemine rulltugi;
- 2 - alumine rulltugi;
- 3 - tsentreeremis rull;
- 4 - kaitsevõrk.



Joonis 10 Linearsektsioon

Konveier paigaldatakse olemasoleva ehituskonstruktsioonide peale. Konveieri vertikaalse reguleerimise võimaluse tagamiseks valmistatakse konveierijalad reguleeriva keermelattiga. See annab võimalus reguleerida konveieri kõrgus peale paildamist. Reguleeremis konveierijalad on näidatud joonises 11.



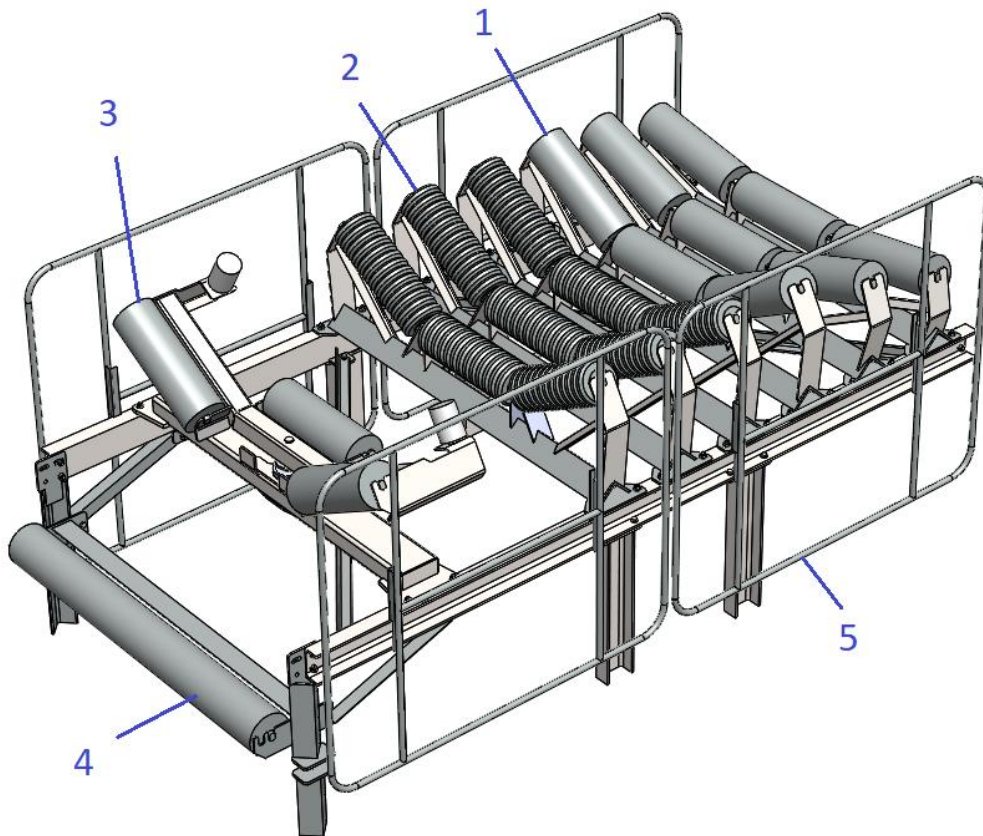
Joonis 11 Reguleeremis konveierijalg: 1 – konveierijalg; 2 – keermelatt;

### 4.3. LAADIMISSEKTSIOON

Laadimise sektsioon on ettenähtud selleks et vastuvõtta sisselaaditav materjal konveieri peale. Materjali suurus, mis laaditatakse konveierile, on mitte suurem kui 0,5 mm. Laadimis sektsiooni peale on paigaldatud amortiseeriv rullid. Amortiseeriv rull – see on tavaline konveieri rull mis on kattud kummiringidega.

Laadimissektsiooni koostisosad on näidatud joonises 12:

- 1 - rulltugi teras rullidega;
- 2 - rulltugi amorisatsioon rullidega;
- 3 - ise tsentreeriv rulltugi;
- 4 - alumine rulltugi;
- 5 - kaitsevõrk.



Joonis 12 Laadimis sektsioon.

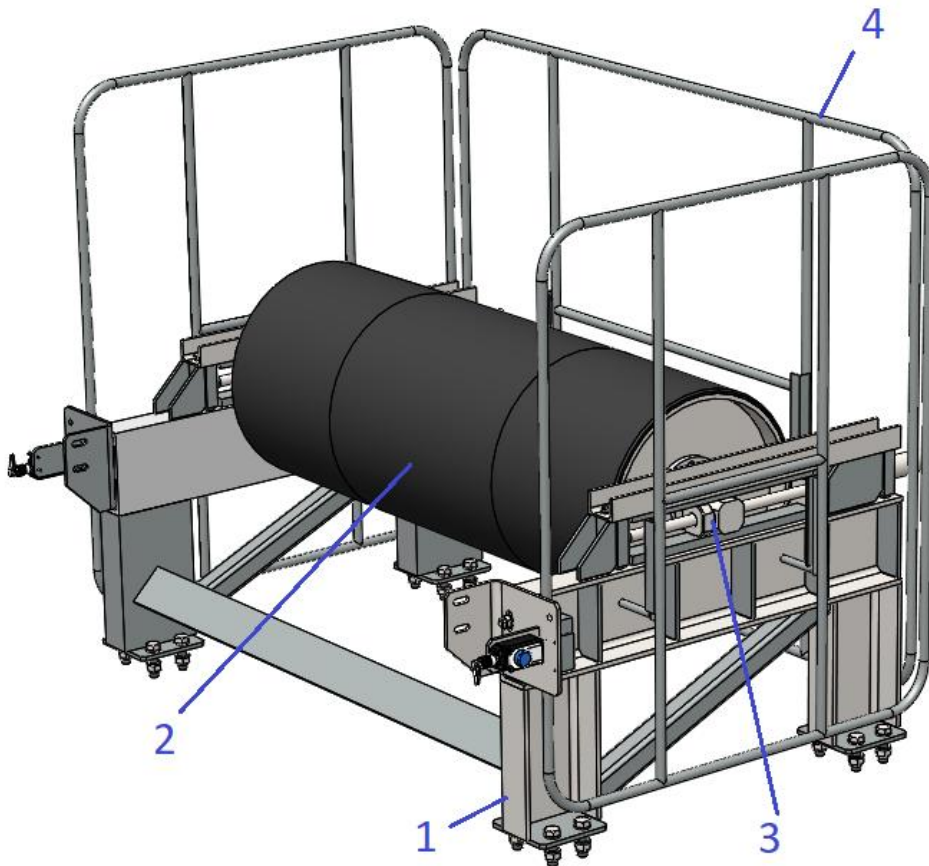


## 4.4. PINGUTUSSEKTSIOON

Pingutusseksioon on loodud vajaliku tööpinge tekitamiseks konveierilindis. Pingutusseksioon koosneb juhtraamist koos pingustrummiga, mis liigub seda mööda pingutus kruvidega.

Pingutusseksiooni koostisosad on näidatud joonises 13:

- 1 - pingutusseksiooni raam;
- 2 - pingutus trummel;
- 3 - pingutus seade;
- 4 - kaitsevõrk.



Joonis 13 Pingutus seksioon.

## 5. KONVEIERI OMAHINNA ARVESTUS

Konveieri omahinna arvestus koosneb:

- ostutoode hind;
- metallkonstruktsioonide tootmiskulud;
- projekteerimiskulud;

### 5.1. OSTUTOODE HIND

#### 5.1.1. Trumlid

- Veotrummel 630x1400-1700-SNL524TS

Tabel 1 Veotrumli hinnad

Tootja	Kogus, tk	Hind, eur	Tarneaeg, kalendripäevad
HSD Schäfer GmbH	1	8 235	70
ROXON	1	7 560	105
Gurtec GmbH	1	10 170	60

- Pingutustrummel 500x1400-d70

Tabel 2 Pingutustumli hinnad

Tootja	Kogus, tk	Hind, eur	Tarneaeg, kalendripäevad
HSD Schäfer GmbH	1	3 075	70
ROXON	1	2 505	105
Gurtec GmbH	1	2 855	60

- Kallutustrummel 320x1400-1650-SNL513TS

Tabel 3 Kallutustrumli hinnad

Tootja	Kogus, tk	Hind, eur	Tarneaeg, kalendripäevad
HSD Schäfer GmbH	1	2 290	70
ROXON	1	1 850	105
Gurtec GmbH	1	2 370	60

- Trumli hindade koondtabel

Tabel 4 Koondtabel

Tootja	Hind kokku, eur	Tarneaeg, kalendripäevad
HSD Schäfer GmbH	13 600	70
ROXON	11 915	105
Gurtec GmbH	15 395	60

Valiti HSD Schäfer GmbH, kuna nende poolt pakutud hind ja tarneaeg on keskmised. Lisaks sellele meil on pikaajaline kogemus selle tootjaga koostööst ning tarnitavate toodete kvaliteedi üle ei olnud kaebusi.

### 5.1.2. Motor-reduktor

Tehnilised nõuded milliste järgi valitatakse täpne motor-reduktori mudel on toodud tabelis 5 ja on arvestatud antud töös teises osas.

Tabel 5 Motor-reduktori tehnilised omadused arvutuste järgi

Nimetus	Zna4enije
Võimsus, kW	30
Kiirus väljumis võllis, 1/min	49
Varutegur	>1,2

Tehniliste omaduste alusel on valitud erinevad motor-reduktorid ja toodud tabelis 6 koos hinnaga.

Tabel 6 Motor-reduktori mudelid ja hinnad

	SIMOGEAR K149- LES200ZLU4P	SIMOGEAR K169- LES200ZLU4P	Sew Eurodrive KA127T DRN200L4
Võimsus, kW	30	30	30
Kiirus väljumis võllis, 1/min	51	50	47
Varutegur	1.37	2.27	2.12
Tarneaeg, kalendripäevad	56	56	63
Hind, EUR	11 250	13 400	13 150

Valiti Sew Eurodrive KA127T DRN200L4 kuna kõik tehnilised omadused sobivad. Lisaks sellele lõpptarbija nõuab Sew Eurodrive'i motor-reduktorite tarnimist, kuna tal on ettevõttes sarnaseid mootoreid ja ta on kvaliteediga väga rahul.

Motor-reduktori hind on 13 150 EUR ja tarnega on 63 kalendripäeva, ehk 9 nädalad.

### 5.1.3. Konveieri lint

Lindi tüüp on valitud antud töös kolmasosas

Lindi tüüp - 1200 EP 315/3-4+2;

Lindi pikkus – 30 m.

Tabel 7 Konveierilindi hinnad

Tootja	Hind kokku, eur	Tarneaeg, kalendripäevad
ContiTech AG	1 140	84
Sempertrans Conveyor Belt Solutions GmbH	1 350	70
Dunlop Conveyor Belting	960	84

Valiti ContiTech AG, kuna nende poolt pakutud hind ja tarneaeg sobivad. Lisaks sellele on meil pikaajaline kogemus selle tootjaga koostööst ning tarnitavate toodete kvaliteedi üle ei olnud kaebusi.

Lindi hind on 1 140 EUR ja tarnega on 84 kalendripäeva, ehk 12 nädalad.

#### 5.1.4. Rullikud

Tabelis 8 on toodud rullikute hinnad ja tarneajad konveieri number 27 jaoks.

Komplektis on:

- Ülemine rullid
- Ammort. rullid
- Alumine rull
- Deflekt rullid

Tabel 8 Rullikude hinnad

Tootja	Hind, eur	Tarneaeg, kalendripäevad
Rulmeca Holding S.p.A	2 560	70
ROXON	2 140	105
Gurtec GmbH	2 270	60

Valiti Gurtec GmbH, kuna nende poolt pakutud hind ja tarneaeg on kõige paremad.

Rullikude hind on 2 270 EUR ja tarnega on 60 kalendripäeva, ehk umbes 9 nädalad.

### 5.1.5. Lindipuhastajad

Tabelis 9 on toodud lindipuhastajate hinnad ja tarneajad konveieri number 27 jaoks.

Komplektis on:

- Eelpuhastaja;
- Täispuhastaja;

Tabel 9 Lindipuhasti hinnad

Tootja	Hind, eur	Tarneaeg, kalendripäevad
REMA TIP TOP	5 140	28
ROXON	3 720	56
Schulte Strathaus GmbH & Co. KG	4 890	28

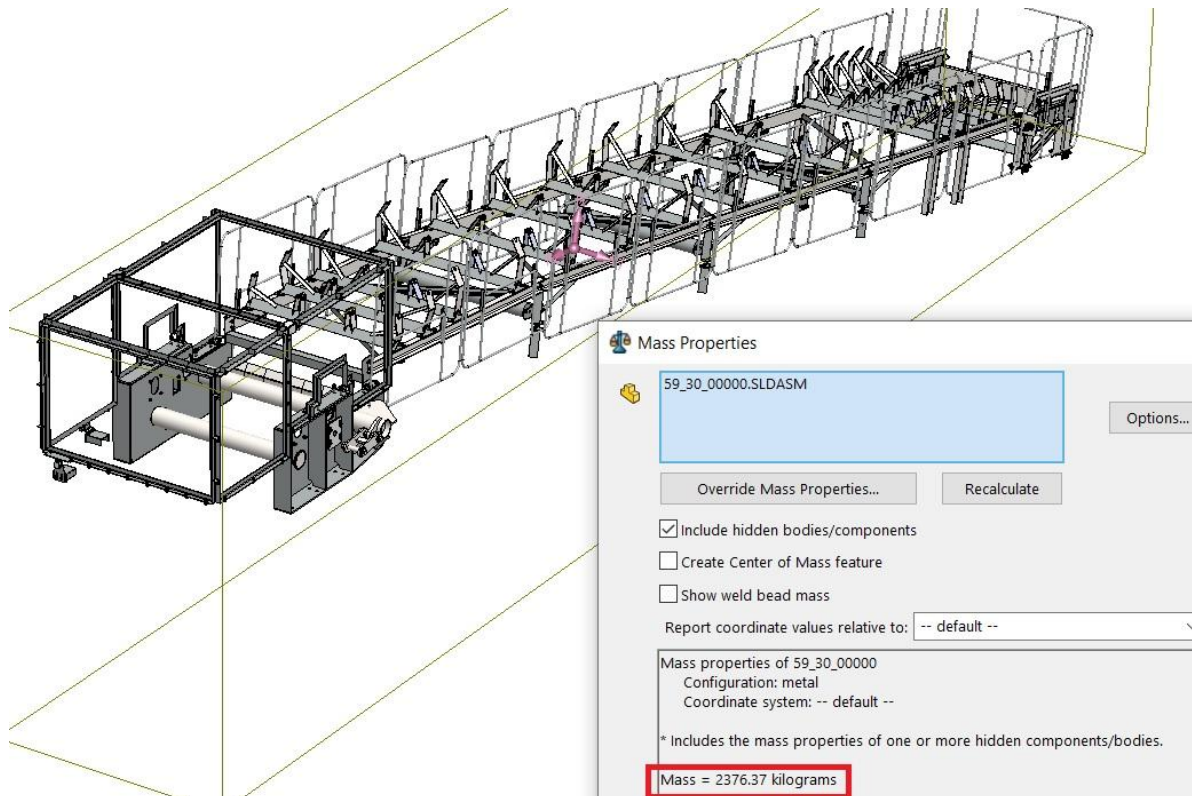
Valiti Schulte Strathaus GmbH & Co. KG puhastajad, kuna nende poolt pakutud hind on keskmine ja tarneaeg meile sobib. Lindipuhastajad on väga oluline konveieri osa. Nende tööst sõltub lindi tööiga ja konveieri töökindlus.

Lindipuhasti hind on 4 890 EUR ja tarnega on 28 kalendripäeva, ehk 4 nädalad.

## 5.2. KONVEIERI TOOTMISE MAKSUMUS

### 5.2.1. Metalli massi avrutus

Projekteeritud konveieri põhjal saame teada metalli kogumassist tootmiseks. Selleks lülitame konveieri 3D-mudelis kõik ostetud komponendid välja ja saame metallkonstruktsioonide kaalu 2376 kg. Vaata joonis 14.



Joonis 14 Konveieri metalli mass



### 5.2.2 Tootmise hinna arvestus

Projekteerimisetöö lõppus saadeti hinnapakkumiste taotlused mitmele ettevõttele metallkonstruktsiooni tootmiseks. Tulemused on toodud tabelis 10

Tabel 10 Metallkonstruktsioonide tootmise hinnad

Tootja	Hind, eur	Tarneaeg, kalendripäevad
FOREX METAL PLUS OÜ	7 350	70
Stako Diler OÜ	8 434	56
Axis Tech Estonia AS	7 603	56

Kõige odavam hind pakkuti FOREX METAL PLUS OÜ, aga nende tarneaeg on kõige pikkem. Lisaks sellele see on väga väike ettevõtte võrreldes Axis Tech Estonia AS ja Stako Diler OÜ seetõttu võivad tekkida ettenägematud riskid. Selle põhjal valisime metallkonstruktsioonide tootjaks Axis Tech Estonia ASi, kes pakkus keskmist hind ja kõige parem tarneaeg.

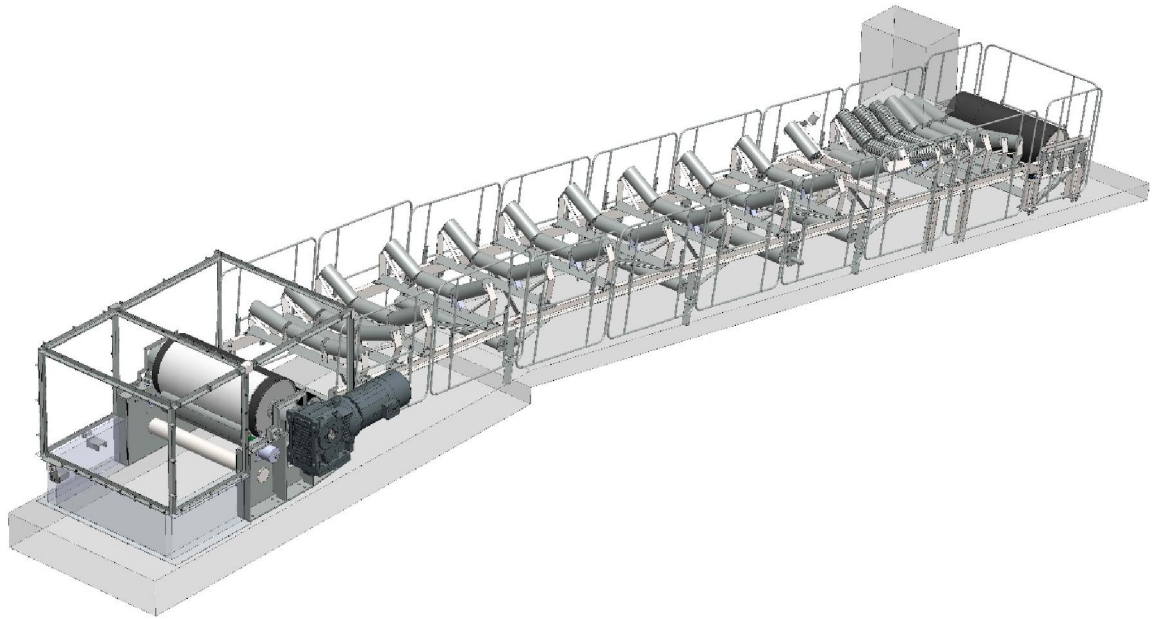
Metallkonstruktsioonide tootmise hind on 7 603 EUR ja tarneaeg on 56 kalendripäeva, ehk 8 nädalad.

## 5.3. PROJEKTEERIMISE HIND

### 5.3.1. Projekteerimistöõde töömaht

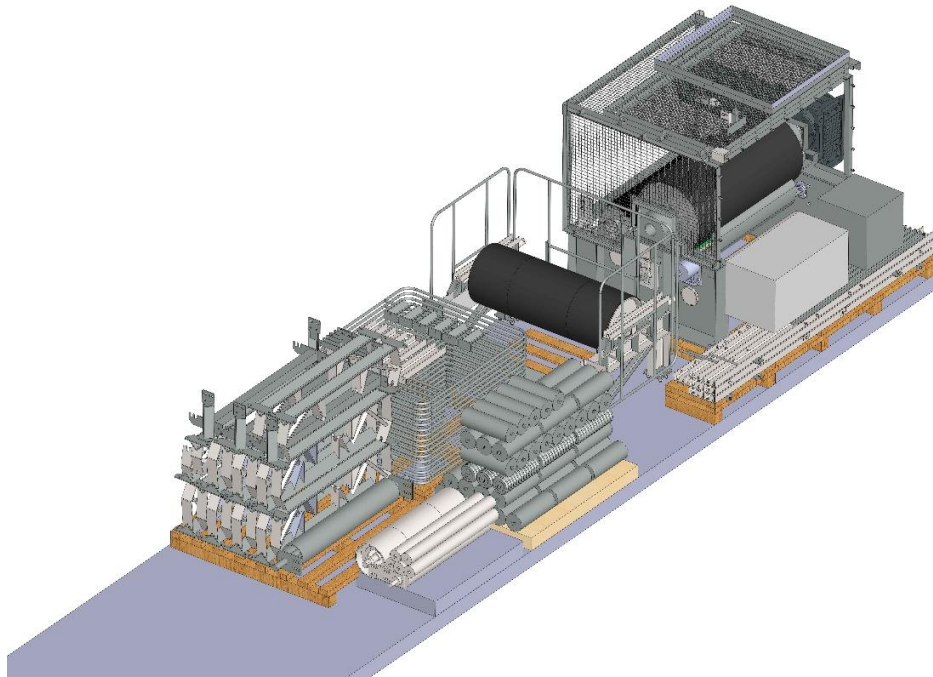
Konveieri mudeli, jooniste ja dokumentatsiooni koostamine võttis aega 400 tundi. Projekteerimise käigus oli tehtud:

- Konveieri 3d mudel programmis Solidworks. 3d mudeli pilt on näidatud joonise 15 peale;

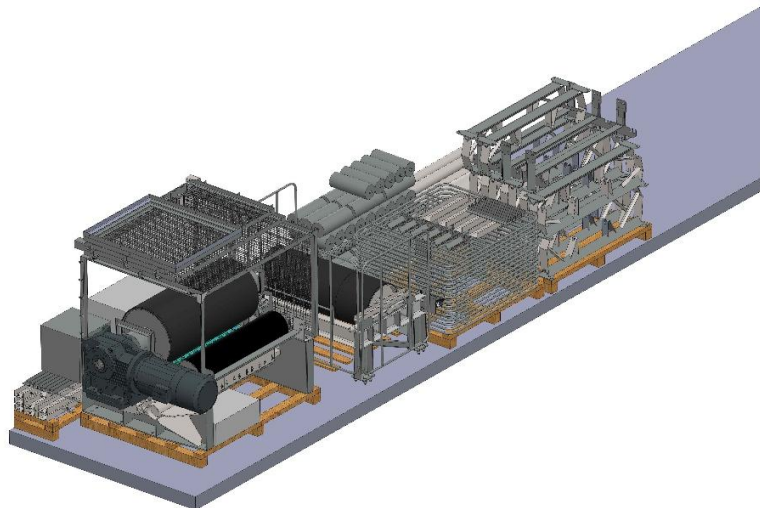


Joonis 15 Konveieri mudel Soliworkis.

- Konveieri ja tema sõlmede koostis ja tootmis joonised;
- Kasutus ja paigaldusjuhendid;
- Transpordi dokumentatsioon. Vaata joonised 16 ja 17;



Joonis 16 Pakkitud konveier auto peale.



Joonis 17 Pakkitud konveier auto peale.

### 5.3.2. Konveieri projekteerimise omahinna arvestus

Konveieri projekteerimistööde omahinna arvestus on näidatud tabelis 11.

Tabel 11 Projekteerimise hind

Töö nimetus	Tunnid	Tunnihind, eur	Hind, eur
3d mudel	160	22	3 520
Koostis ja tootmisjoonised	160	22	3 520
Juhendid	40	22	880
Transpordi dokumentatsioon	40	22	880
KOKKU	400	22	8 800

## 5.4. KONVEIERI OMAHIND

Tööautor arvutab konveieri omahind tabelis 12. Konveieri omahind koosneb:

- ostutoode hinnast;
- tootmise hinnast;
- projekteerimise omahinnast.

Tabel 12 Konveieri omahind

Nimetus	Hind, EUR
Ostutooded	35 050
Tootmine	7 603
Projekteerimine	8 800
KOKKU	51 453

## KOKKUVÕTTE

Käesoleva lõpputöö eesmärgiks on lintkonveieri arvestsused ja projekteerimine. Töö käigus on arendatud kooste ja tootmis joonised, kasutus ja paigaldus juhendid, transpordi dokumentatsioon. Konveieri projekteerimiseks oli kasutatud tänapäevane tarkvara CAD modelleerimis valdkonnas - Solidworks 2019.

Konveieri arvustuse järgi oli valitud konveieri põhikomponendid (ostutoodet) ja nende tarnijad. Valitud komponendid oli kooskõlastatud lõpptellijaga selleks et maksimaalselt unifitseerida konveieri seaded kohapeal.

Käesoleva lõpputöö käigus tehtud konveieri nr 27 majanduslike arvutuste tulemusena leiti, et:

- ostutoode hind on 35 050 €
- konveieri tootmine hind on 7 603 €
- konveieiri projekteerimine omahind on 8800 €.

Tulemuseks konveieri nr 27 omahind on 51453 €. Omahinna arvutuset on näha et kõige kallimad on ostutoodet. See tähendab et nende kvaliteet ja töökindlus peavad olema väga kõrgel tasemel. Autori poolt valitud konveieri komponendid on maailma tundlikut ja tagavad kõrgemaid töökindlust.

## **SUMMARY**

The aim of this final work is the calculations and design of the belt conveyor. In the process of work, assembly and production drawings, operating and maintenance manuals, transport documentation have been developed. Modern software in the field of CAD modeling was used to design the conveyor - Solidworks 2019.

According to the calculations of the conveyor, the main components of the conveyor (purchased product) and their suppliers were selected. The selected components were agreed with the end customer in order to unify the conveyor equipment on site.

As a result of the economic calculations of the conveyor number 27 carried out during this final work, it was found that:

- The price of the purchased products is 35 050 €
- The production price of the conveyor is 7 603 €
- Conveyor design cost is 8800 €.

As a result, the cost price of the conveyor number 27 is 51 453 €. The cost price calculation shows that the most expensive is the purchased products. This means that their quality and reliability must be of a very high standard. The components of the conveyor chosen by the author are the world known manufacturers and ensure the highest reliability and quality.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Kataloog Dunlon (1994) „Conveyor belt technique design and calculation“
2. Kataloog Sandvik (2015) „Conveyor components“
3. CBC India [WWW] <http://www.cbc.in/cbcindia-products/nylon-ep-conveyor-belt.htm>
4. Kataloog SEW-EURODRIVE (2018) „Gear Units and Gearmotors. Manual.“
5. Standard DIN 22101 (2011) „Continuous conveyors - Belt conveyors for loose bulk materials - Basis for calculation and dimensioning“
6. Komatsu Mining Corp koduleht [WWW] [https://mining.komatsu/product-details/pulleys-\(surface---components\)](https://mining.komatsu/product-details/pulleys-(surface---components))]
7. Hoverdale koduleht [WWW] <https://www.hoverdale.com/conveyor-belt-equipment/conveyor-belt-rollers/conveyor-drive-drums/arrowhead-ceramic-pulley-lagging/>
8. Schulte Strathaus GmbH & Co. KG kataloog (2020) “STARCLEAN. Heroes of spillage control”



