

Mehaanika ja tööstustehnika instituut

Torukonveieri rakendamine Narva Balti Elektrijaamas  
Pipeline conveyor integration at Narva Baltic Power Plant

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Jevgeni Stepanov  
Üliõpilasekood: 191813MATM  
Juhendaja: Toivo Tähemaa, teadur  
/nimi, amet/

Tallinn

2021

## **AUTORIDEKLARATSIOON**

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Kõik koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad,

kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“.....” ..... 2021

Autor: Jevgeni Stepanov

/ allkiri /

Töö vastab bakalauresetöö/magistritööle esitatud nõuetele

“.....” ..... 2021

Juhendaja: Toivo Tähemaa

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....” ..... 2021

Kaitsmiskomisjoni

esimees

.....

/ nimi ja allkiri /

# TalTech Mehaanika ja tööstustehnika instituut

## Lõputöö ülesanne

Üliõpilane: Jevgeni Stepanov 191813MATM

Õppekava: MATM02/18 –Tootearendus ja tootmistehnika

Spetsialiseerumine: Robotika

Juhendaja: Toivo Tähemaa , Teadur

Konsultandid: Sergey Jurkov , Pavel Muravjov.

### MAGISTRITÖÖ TEEMA:

Torukonveieri rakendamine Narva Balti Elektriijaamas.

Pipeline conveyor integration at Narva Baltic Power Plant.

Magistritöö etapid ja ajakava.

Nr	Ülesande kirjeldus	Täitmise tähtaeg
1.	Magistritöö plaani koostamine	25.02.2021
2.	Teoreetilise töö tegemine	10.03.2021
3.	Modelleerimine ja inseneriarvutused	10.04.2021
4.	Konveieri LEM raami analüüs	25.04.2021
5.	Lõplik vormistamine	24.05.2021

Lahendavad insenertehnilised ja majanduslikud probleemid: Lõputöö eesmärgiks on torukonveieri projekteerimine, mida saab kasutada Balti Eelektriijaama projektis.

Täiendavad märkused ja nõuded: -

Töö keel: eesti keel

Kaitsemistaotlus esitada hiljemalt..... Töö esitamise tähtaeg:.....

Üliõpilane: Jevgeni Stepanov /allkiri / ..... kuupäev.....

Juhendaja: Toivo Tähemaa / allkiri / ..... kuupäev.....

## Sisukord:

Selete ja tabelite loetelu .....	5
Tabelid .....	7
EESSÕNA.....	8
Sissejuhatus.....	9
1. PÕHIOSA.....	10
1.1. Protsessi kirjeldus.....	10
1.2. Konveieri kirjeldus ja selle tüübid projekti lahenduse jaoks.....	11
2. Konveieritüüpide võrdlus- ja analüüsitabel .....	19
2.1 Konveieri tehnilised nõuded.....	21
2.2 Torukonveieri tehnilised arvutused .....	23
3. Torukonveieri komponentide valik ja analüüs.....	29
3.1 Trumlite ja rullide üldinfo, valik ja analüüs.....	29
3.2 Rullikute üldinfo ja valik .....	32
3.3 Torulindi valik ja analüüs .....	36
3.4 Rulltugede valik ja analüüs.....	43
3.5 Ajami üldinfo ja analüüs.....	43
3.6 Ankrupoltide üldinfo ja valik.....	47
3.7 Torulindi puhastaja üldinfo ja valik .....	50
4. Projekteerimine ja rakendamine.....	52
4.1 Torukonveieri laadimissektsioon ja mahalaadimissektsioon.....	52
4.2 Torukonveieri lineaarsektsiooni valik .....	53
4.3 Torukonveieri raami arvutused LEM .....	55
4.4 Torukonveieri pingutussektsiooni valik .....	58
4.5 Torukonveieri rakendamine .....	61
5. Majanduslik analüüs .....	64
Kokkuvõte.....	66
Summary.....	67
Kasutatud kirjandusallikad.....	68

## Selete ja tabelite loetelu

Sele 1—1 Ülevaade .....	10
Sele 1—2 Sicon konveieri kirjeldus[2] .....	11
Sele 1—3 Lintkonveier[3] .....	13
Sele 1—4 Materjali laadimine[7] .....	14
Sele 1—5 Konveieri vaade ülevalt[7] .....	14
Sele 1—6 Lint alt[7] .....	15
Sele 1—7 Toru-lintkonveieri kirjeldus [7] .....	15
Sele 1—8 Vertikaalsed kõverad 0°-50° ja hälbe nurgad horisontaalsuunas 90°[7] .....	16
Sele 1—9 Kruvikonveier[8] .....	17
Sele 1—10 Kraapkonveier[10] .....	17
Sele 3—1 Veotrummel[23] .....	29
Sele 3—2 Pingutustrummel[23] .....	30
Sele 3—3 Pingutustrumli ajam[23] .....	30
Sele 3—4 Veo- ja pingutustrumlid. Arvutuseks on kasutatud valem[24] .....	30
Sele 3—5 Sile rull, projekteeritud SolidWorks2019. ....	32
Sele 3—6 Amortiseerivad rullid .....	32
Sele 3—7 Konveieri laadimisosa , on olemas analoogiline lahendus .....	33
Sele 3—8 Diagrammid.[26] .....	34
Sele 3—9 Torukonveieri lindi sisaldus[25] .....	36
Sele 3—10 Hea (vasakul) ja halb (keskel ja paremal) torulindi konstruktsioon[25] .....	37
Sele 3—11 Lindi piisav (vasakul) ebapiisav (paremal) külmine jäikus.[25] .....	37
Sele 3—12 Rullidevaheline kaugus[25] .....	38
Sele 3—13 Kuumvulkaniseerimine[28] .....	40
Sele 3—14 Külmvulkaniseerimine[29] .....	41
Sele 3—15 Mehaanilise torukonveieri ühendamise[32] .....	41
Sele 3—16 Rulltoed on projekteeritud ja joonistatud Solidworks2019. ....	43
Sele 3—17 Silindriline mootor-reduktor[30] .....	44
Sele 3—18 Tigumootor - reduktor[30] .....	45
Sele 3—19 Koonusmootor – reduktor[31] .....	46
Sele 3—20 Ankrupoltide tüübid[33] .....	47
Sele 3—21 Modelleeritud ankrupoltide kinnitus vundamendile .....	47
Sele 3—22 Prognoositava nihkepindala näide [35] .....	48
Sele 3—23 Kaabitsalane puhastaja[34] .....	50
Sele 3—24 Tehnilised harjad[34] .....	50
Sele 3—25 Rullitüübi lindi puhastaja[34] .....	51
Sele 4—1 Laadimissektsiooni konstruktsioon .....	52
Sele 4—2 Mahalaadimissektsiooni konstruktsioon .....	52
Sele 4—3 Laadimissektsiooni rulltoed ja trummel .....	53
Sele 4—4 Mahalaadimissektsiooni lineaarsektsion .....	54
Sele 4—5 Raami esimene variant .....	55
Sele 4—6 Raami jaoks on tehtud Mesh .....	55
Sele 4—7 Raami static simulatsioon 6621 N/m SolidWorks2019 .....	56
Sele 4—8 Raami alla stress paneme .....	56
Sele 4—9 Raami teine variant .....	57
Sele 4—10 Kruvi pingutusseade[36] .....	58

Sele 4—11 Vintveopingutusseade[36] .....	59
Sele 4—12 Veo pingutusseade[36] .....	60
Sele 4—13 Kogu skeem, kus on joonistatud hooned ja torukonveier SolidWorks2019 .....	61
Sele 4—14 Torukonveieri kinnitus .....	62
Sele 4—15 Torukonveieri korpus .....	62

## Tabelid

Tabel 1 Konveierite võrdlused.....	19
Tabel 2 Konveierite võrdlustabel.....	20
Tabel 3 Tehnilised nõuded .....	21
Tabel 4 Saepuru tehnilised nõuded .....	22
Tabel 5 Toru diameetrisõltuvuse peaparaameetrid[16].....	23
Tabel 6 Trumlite nimetus ja suurused olid valitud kataloogi järgi[26].....	31
Tabel 7 Rullidevaheline kaugus[25]. .....	38
Tabel 8 Torukonveieri seadme maksumus .....	64
Tabel 9 Kogu kulud torukonveieri ehitamiseks .....	65

## **EESSÕNA**

Käesoleva magistritöö teema on „Torukonveieri rakendamine Narva Balti Elektriijaamas“. Seda teemat pakkus töö autorile tema tööandja Enefit Power AS. Autor valis selle teema, kuna see on värske ja antud tehnoloogia pole varem Eesti Energia kontsernis kasutatud. Autori jaoks see on uus kogemus.

Lõputöö teema on valitud saepuru transportimise probleemi lahendamiseks Narva Balti Elektriijaamas DSK 2 – st DSK 1 – ni, kus saepuru lisatakse põlevkivi juurde ja transporditakse põlemiseks elektriijaama 11 ploki katlasse, kus soojusenergia muundub elektriks.

Esialgne info vajaliku konveieri, mis transpordib saepuru väliskeskkonnast isoleeritult, võrdlemiseks ja valimiseks on esitatud Enefit Power AS-i arendusosakonnaga.



## **Sissejuhatus**

Eesti Energia on väga suur kontsern, kus töötavad umbes 5000 inimest. Siia kuuluvad Balti Elektriyaam, Eesti Elektriyaam, Auvere Elektriyaam, Õlitööstused Enefit 140 ja Enefit 280 ja Enefit Kaevandused. Kõikides nendes tööstustes kasutatakse kütuseks põlevkivi ja osaliselt Bio komponenti.

Tootmises on väga oluline toote transportimine ja valmistamine kiirema ja kvaliteetsema protsessi jaoks. Eriti oluline on konveieri katkematu töö, samuti ka personali ja keskkonna ohutus.

Oma töös autor tahab arendada saepuru transportimise protsessi. Narva Balti Elektriyaamas töötab kaks elektrilokki Bio energiablokk №11 ja №12. Üheteistkümnes energiablokk töötab põlevkivil ja saepurul. Kaheteistkümnes energiablokk töötab ainult põlevkivil.

Energiablokkis №11 on Bio kompleks, kus valmistatakse ette saepuru, jaotatakse puitu ja metalli, siis saepuru satub konveieri abil õue, kust buldooser transpordib saepurut põlevkivi ja saepuru segamiskeskusesse ning sealt suunatakse saepuru üheteistkümnenda energiabloki-punkrisse. Elektriyaama pidevaks töötamiseks on vajalik segamiskeskuse pidev varustamine kiirusega 20-30 t / h, selle ülesande täitmiseks tuleb paigaldada 200-meetri-pikkuseline torukonveier.

# 1. PÕHIOOSA

## 1.1. Protsessi kirjeldus

2011. aastal realiseeriti Balti Elektriijaamas purustus-sorteerimiskompleksi DSK-1 ehitusprojekt, mis oli seotud biokütuse ettevalmistamisega ja selle järgneva transportimisega Sicon-konveieri abil energiabloki №11 tehnoloogilisele liinile biokütuse etteandmiseks CFB-kateldesse.

2019. aastal realiseeriti Balti Elektriijaamas purustus-sorteerimiskompleksi DSK-2 ehitusprojekt, mis oli seotud biokütuse ettevalmistamisega ilma selle transportimisega energiablokile №11.

Ettevalmistatud biokütuse transportimine DSK-2 kompleksist DSK-1 kompleksi kütuse transportööridele toimub frontaalsete rataslaaduritega, mis ei ole majanduslikult ratsionaalne ja põhjustab suuri finantskulusid.

Sele 1 – 1 Sinine joon on uue konveieri oletatav asukoht.



Sele 1—1 Ülevaade

## 1.2. Konveieri kirjeldus ja selle tüübid projekti lahenduse jaoks

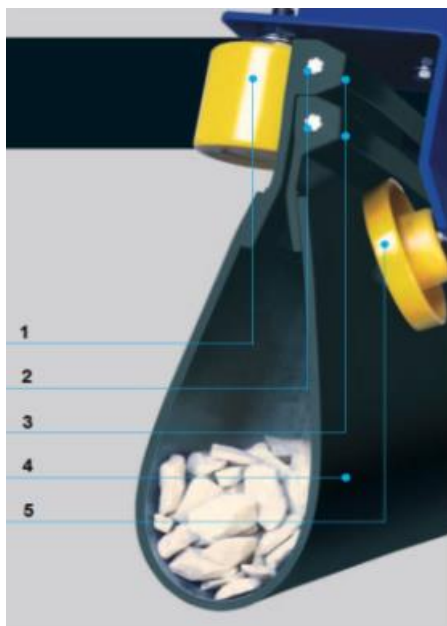
Tänapäeva turul on palju konveierite tüüpe. Oma magistritöös valis autor mitu konveierite tüüpi, mis vastavad püstitatud ülesandele. Autor võrdleb neid ja valib kõige sobivama konveieritüübi oma projekti jaoks. Konveieri tüübid, mida valis autor oma saepuru transportimise projektis:

- Sicon konveier
- Lintkonveier
- Toru-lintkonveier
- Kruvikonveier
- Kraapkonveier

### Sicon konveieri kirjeldus

Lint-sicon konveier on tilgakujuline, see on suletud süsteem pealelaadimisest mahalaadimiseni. See konveier on tehtud painduvast kummist. kandeprofiilid paigaldatakse mõlemasse otsa kuuma vulkaniseerimise teel, nad juhivad linti tugi- ja juhtrullide vahele[1].

Profiilide keskel on vulkaniseeritud teraskaablid, mis neelavad ajamielementide määratud linti pingutusjõu. Profiilid asuvad üksteise kohal, nii et lint on hermeetiliselt kaitstud tolmu tungimise eest. Tänu profiilide sellisele paigutusele saab lint külgmise kalde, mistõttu pöörderaadius ei ulatu 1 meetrini.



1. Vertikaalne juhtrull
2. Kaks ühise teljega vulkaniseeritud teraskaablit väga kitsa raadiusega
3. Kaks profiili, millega saab reguleerida
4. Transporditavat kaupa kandev konveierilindi kausikujuline osa
5. Kalduvad tugirullid, mis suletavad linti

Sele 1—2 Sicon konveieri kirjeldus[2]

Sicon konveieri eelised:

- väldib suuri kõrguste erinevusi kitsastes ruumides
- suletud tagasituleku tõttu puudub koorma saastumine
- linti saab laadida mõlemas suunas
- kerge, hõlpsasti paigaldatav riputamise teel, automaatne tsentreerimine juhikute ja tugirullide vahel
- tõstenurk kuni  $35^\circ$
- isepuhastuv lint
- transport läbi kurvide kuni  $180^\circ$

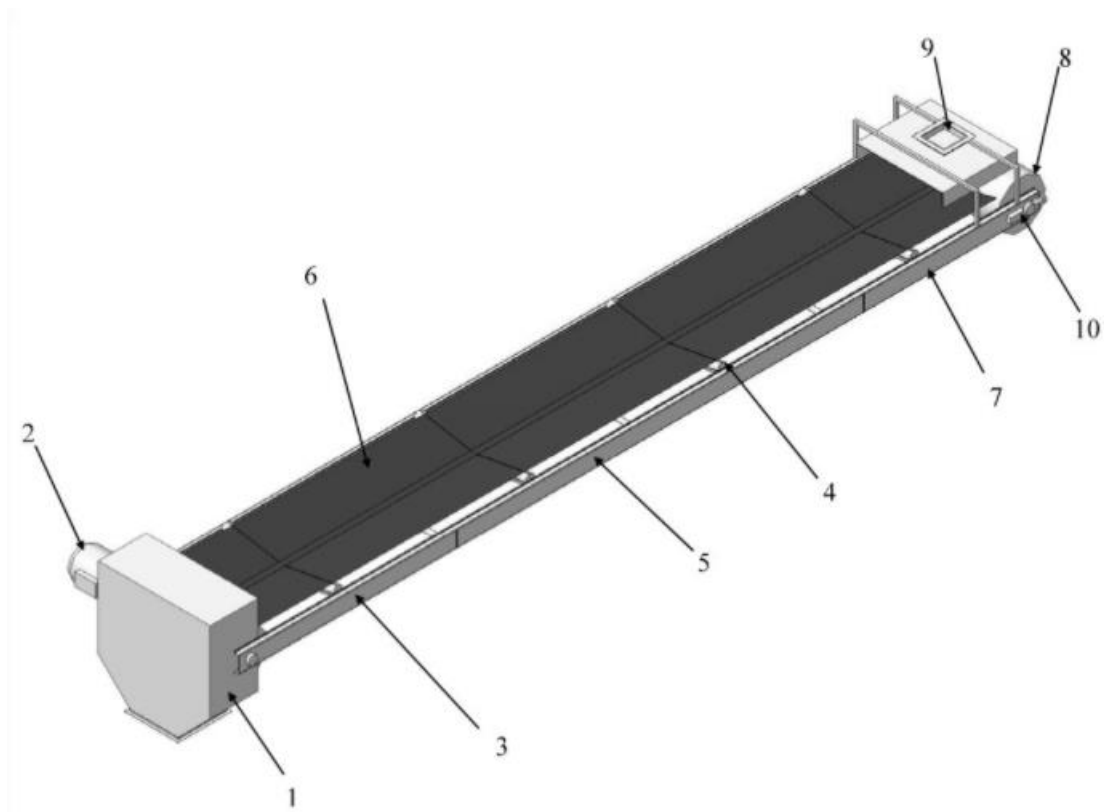
Sicon konveieri puudused [2] on järgmised:

- konveieri kõrge hind
- kõrgem lindi takistuse koefitsient kogu rullide pikkusel, suurenenud energiatarbimine
- kallim lint võrreldes lintkonveieriga
- keerukam konveieril rippuv lint ja selle dokkimine
- torukujulise lindi koormus on 50% võrreldes lintkonveieriga, millel on sama lindi laius.

### **Lintkonveieri kirjeldus**

Lintkonveier – pidev transportimisseade, millel on lindi[3] kujul töötav keha.

Mehhanismi peamised elemendid hõlmavad[4] raami, ajami- ja pingustrumleid, -rulle, samuti konveierlinti. Rullid on raami külge kinnitatud. Lint libiseb neid mööda, nii et koorem liigub. Rihma pingutamiseks on konveieril 2 rulli, mida nimetatakse trumliteks. Üks - pinge - kinnitatakse laagrisõlme külge. Selle eesmärk on reguleerida rihma pinget. Teine trummel - ajam - kinnitatakse rihma teise otsa külge. Sellel rullil on käigukasti kaudu elektrimootoriga ühendatud võll.



Sele 1—3 Lintkonveier[3]

1. Mahalaadimine
2. Ajam
3. Ajami sektsioon
4. Tugirullid
5. Vaheosa
6. Lint
7. Pinge osa
8. Pingutrummel
9. Laadimine
10. Kiirusjuhtimise andurid

Lintkonveieri eelised:

- saab vedada koormat väga pikki vahemaid
- suur jõudlus
- väike energiakulu
- konveier kuulub universaalsestesse transpordiliinidesse
- ekspluatatsiooni ja konstruktsiooni lihtsus [2]

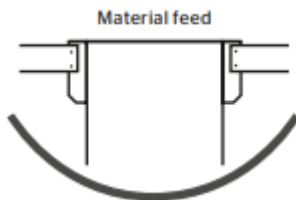
Lintkonveieri puudused:

- kallis lint ja rullid
- lintkonveieri trummel liigutab linti hõõrdumise teel. See piirab tõusunurka, seega ei tohi see ületada 20°.
- tolmulaadse lasti teisaldamine on problemaatiline, mis liikumise käigus võib osaliselt aurustuda ja mureneda
- termiline kokkupuude muudab painduva lindi omadusi ja viib ka hävitamiseni

### Toru-lintkonveieri konstruktsioon ja toimimispõhimõte

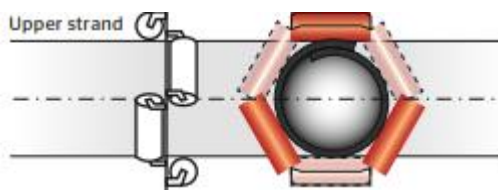
Torukonveieril on spetsiaalselt lint, mis moodustab paikneva ümber tugirulli abil tihendatud tolmukindla toru. Spetsiaalsed juhtosad (kangid) avavad linti laadimis- ja mahalaadimisaladel.

- Torulint töötab vastavalt konkreetsele tööpõhimõttele: materjali etteandepunktis (pärast lindi sabarulli) on konveierilindi küna ja söödetakse sellega punkt nagu tavaline lintkonveier [6].



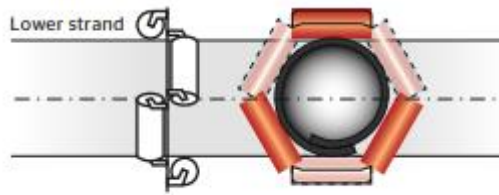
Sele 1—4 Materjali laadimine[7]

- Pärast materjali laadimiseksiooni spetsiaalselt seadistatud sõrmrullikud keeravad konveierilindi kokku suletud toruks[7].
- Konveieri marsruudil on seatud täiendavad tühikäigud, et lint oleks suletud. Selle tulemusena edastatud materjali jäätmed on kaitstud suletud lindi süsteemiga.

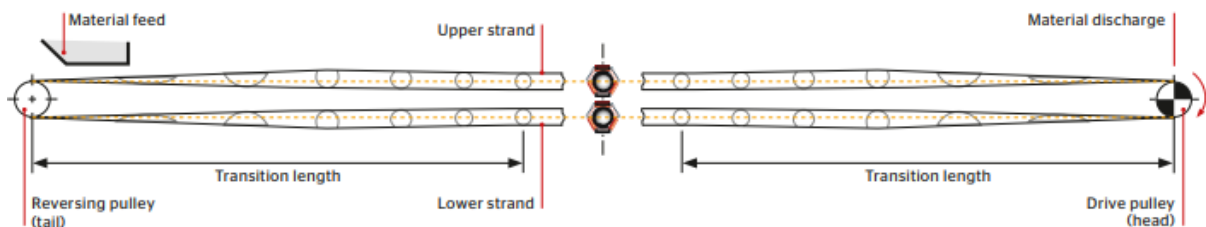


Sele 1—5 Konveieri vaade ülevalt[7]

- Linti jooksu lõpus (enne pearulli) suletud lint avaneb sõrmerullide konfiguratsiooni tõttu ja linti muudab kuju rulli juures lamedaks. Edastatud materjali saab seejärel välja samamoodi nagu tavaliste linti süsteemidega.



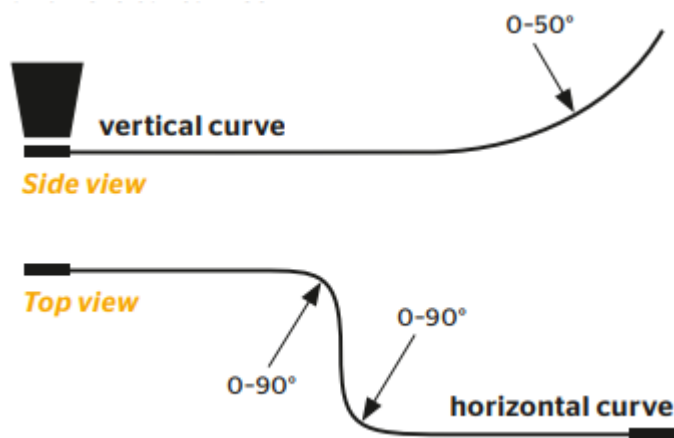
Sele 1—6 Lint alt[7]



Sele 1—7 Toru-lintkonveieri kirjeldus [7]

Toru-lintkonveieri eelised:

- suur transpordikiirus
- väga tihedad kurvid ja võimalik kaldenurg kuni  $50^\circ$ , seega optimaalne kohanemine kohalikeks tunnusteks / maastikuks / süsteemideks
- väike ruumivajadus, kompaktne disain
- lindi tiheda liikumise tõttu on sellel lindil järgmised omadused: horisontaalne kõrvalekalle  $50^\circ$  ja vertikaalne kõrvalekalle  $90^\circ$
- sobib raskete puistematerjalide (tolmuste, poriste või saastunud) transportimiseks
- lindimaterjal ei kulu
- paindlik transpordi marsruut keerulistes topograafilistes tingimustes
- talvisel töötamisel pole probleeme
- püsivam jooks
- võimalik on järsu kaldega transport



Sele 1—8 Vertikaalsed kõverad 0°-50° ja hälbe nurgad horisontaalsuunas 90°[7]

Torukonveieri puudused:

- laadimine on 75%
- kallis
- suurem energiatarve suletud lindi suurema takistuse tõttu
- 1,6-korda suurem, kui tavaline lindi laius sama massivoolu ja sama vöökiiruse korral kui rennliini konveieril, mille sisselaske nurk on 30°
- tundlik ülekoormuse ja liiga suurte koormatükide vastu
- linti raskem remont ja demonteerimine
- rajatis nõuab hoolduse ja ohutuse sagedasemat kontrollimist
- kuuma puistematerjali edastamisel on kinnises lindis tagatud soojus

### Kruvikonveier

Kruvikonveierid on mõeldud saepuru ja jääkide transportimiseks kas silodest, tühjenduskonteineritest või siis materjalide ettesöötmiseks silodesse või konteineritesse. Kruvikonveiereid toodetakse põhiliselt kahes versioonis - rennkonveier (lahtine) või torukonveier (kinnine). Kahesuunalise tööpõhimõttega kruvikonveier võimaldab materjale transportida mõlemas suunas. Muutes kruvi pöörlemissuunda muutub ka materjali liikumissuund.





Sele 1—9 Kruvikonveier[8]

### **Kruvikonveieri eelised:**

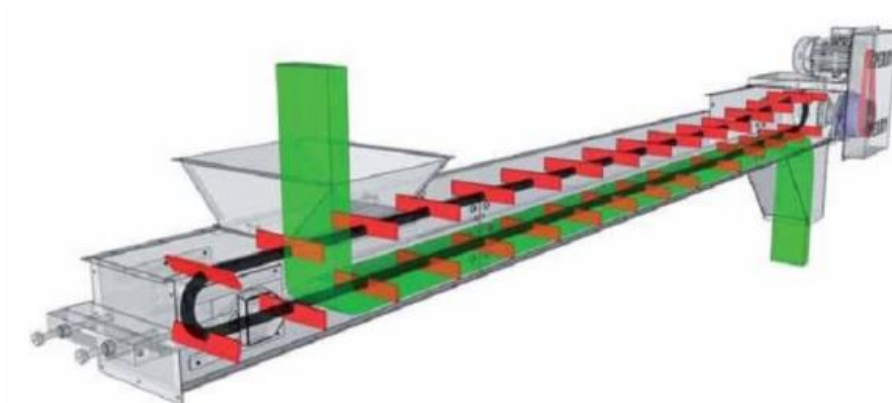
- lihtne struktuur
- seadmete lihtne tihendamine
- mugav mitmepunktiline laadimine ja mitmepunktiline tühjendamine
- lihtne juhtimine ja kasutamine[8]

### **Kruvikonveieri puudused:**

- jooksutakistus on väga suur
- teise konveieri energiatarve on suurem
- osad kuluvad kiiremini
- hoolduskulud on suured[8]

### **Kraapkonveier**

Kraapkonveier - pidev transpordivahend, milles puistekauba liikumine toimub mööda fikseeritud rennilt - pannil, kaabitsate abil, mis on kinnitatud ühele või mitmele veoketile ja sukeldatud puistekauba kihti.



Sele 1—10 Kraapkonveier[10]

## Kraapkonveieri klassifikatsioon

Oluline klassifikatsioonifunktsioon on installitava draivi tüüp. Selle põhjal eristatakse järgmisi kujundusvõimalusi:

1. Elektriline. Seda tüüpi ajamid on tänapäeval väga levinud, kuna seda iseloomustab suurenenud efektiivsus. Lisaks on elektriline ajam sageli kompaktne, mis muudab paigaldamise ja hooldamise lihtsamaks. Kuid sellel võimalusel on märkimisväärne puudus - see on väga vastuvõtlik ülekoormustele, mille tõttu seade üle kuumeneb. Seetõttu peab paigaldatud elektriajam olema varustatud turvaelementidega.
2. Pneumaatiline. See versioon töötab rõhu all oleva suruõhuvarustuse põhjal. Seda iseloomustab asjaolu, et seda saab kasutada märkimisväärsete jõupingutuste ülekandmiseks. Puuduseks on võimsuse kaotus isegi siis, kui õhust tarnitava joone korral ilmneb ebaoluline defekt. Tuleb pidada meeles ka seda, et kompressori töötamise ajal võib tekkida palju müra.
3. Hüdrauliline. Sarnast ajamit esindab süsteem, milles vedelikku transporditakse rõhu all. Kokkusurutuse omaduse tõttu saab edastada suurt jõudu.

Kraapkonveieri eelised [10]:

- suur jõudlus
- saab kaupa pikki vahemaid liigutada
- liigutab koormust keerulistel radadel pööretega
- suudab teisaldada kõrge temperatuuriga materjale kuni 500 kraadi
- tugevus, usaldusväarsus, tihedus

Kraapkonveieri puudused on järgmised[10]:

- skreeperte kiire rike nende kulumise tõttu

## 2. Konveeritüüpide võrdlus- ja analüüsitabel

Tabel 1 Konveierite võrdlused

	Sicon konveier	Lintkonveier	Torukonveier	Kruvikonveier	Kraapkonveier
Laadimise ja mahalaadimise keerukus	keeruline	lihtne	lihtne	keeruline	keeruline
Hooldus kulud	10000-12000 eurot/aastas	14000-15000 eurot/aastas	10000-12000 eurot/aastas	30000< eurot/aastas	20000<eurot/aastas
Tolmukindlus	hea	ei ole	hea	hea	ei ole
Ohutus	hea	keskmine	hea	keskmine	keskmine
Mugavus	mugav	mugav	mugav	ebamugav	ebamugav

Tabel 2 Konveierite võrdlustabel

Konveieri tüüp	Eelised	Puudused	Tootlikus (t/h)	Liikumise kiirus (m/s)	Pikkus (m)	Tõste nurk
Sicon konveier	<ul style="list-style-type: none"> <li>• isepuhastuv lint</li> <li>• laadimine mõlemas suunas</li> <li>• kompaktne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hind</li> <li>• energiakulutus</li> <li>• laadimine 50%</li> </ul>	380t/h	3m/s	12000m	35°
Lintkonveier	<ul style="list-style-type: none"> <li>• koormat saab vedada väga piki vahemaid</li> <li>• suur jõudlus</li> <li>• kaldasendis liigutad lint kaupadega</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kallis lint ja rullid</li> <li>• tolmulaadse lasti teisaldamine on problemaatiline</li> </ul>	45-2450t/h	0,5-4m/s	12000 m	20°
Torukonveier	<ul style="list-style-type: none"> <li>• suur transpordikiirus</li> <li>• kompaktne disain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• laadimine on 75%</li> <li>• linti raskem remont</li> </ul>	1500t/h	6m/s	12000m	50°
Kruvikonveier	<ul style="list-style-type: none"> <li>• väikesed gabariitmõõdud</li> <li>• lihtne struktuur</li> <li>• lihtne juhtimine ja kasutamine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• energiatarve on suur</li> <li>• osad kuluvad kiiremini</li> <li>• hoolduskulud on suured</li> </ul>	84t/h		50m	90°
Kraapkonveier	<ul style="list-style-type: none"> <li>• suur jõudlus</li> <li>• liigutab koormust</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• skreeperite kiire rike nende kulumise tõttu.</li> </ul>	1000t/h	1,5m/s	50m	30°

Ülalmainitud tabelites autor võrdles viis konveierit: lintkonveier, torukonveier, kraapkonveier, sicon konveier ja kruvikonveier. Olid näidatud kõik eelised ja puudused tabelis. Autor valis oma projektis suletud konveierit, sest koorem on tolmukujuline ning seda on vaja veeta 200 meetrit. Samuti konveier ei pea hõivama palju ruumi, seega autor arvab, et torukonveier ja sicon konveier on parimad valikud.

## 2.1 Konveieri tehnilised nõuded

Tabel 3 Tehnilised nõuded

Nimetus	Andmed
Ümbritseva keskkonna temperatuur	-43 °C....+35 °C
Õhu suhteline niiskus antud temperatuuril	+35 °C, mitte üle 98%
Kiirus	3-4 m/s
Voolu maht	20-60t/h
Konveieri pikkus	200 m
Tõstenurk	15°
Tööaeg	24/7
Tööaeg aastas	100-150 päeva

## Transporditud materjali tehnilised andmed[13].

Tabel 4 Saepuru tehnilised nõuded

Nimetus	Andmed
Transporteritud materjal	saepuru
Puistetiheus	420kg/m <sup>3</sup>
Niiskus	30%
Graanuli suurus	5...30mm

**Sicon lintkonveier:** See on lihtsa ülesehitusega ja kitsas konveier, tõstenurk on 35°, projektis on vaja 15°. Autor arvab, et sicon konveier ei sobi, sest konstruktsioon on keeruline ja on vaja õpetada kohaspetsialiste. See on lisakulud.

**Lintkonveier:** See on samuti lihtne konveier, see ei ole kallis, aga see on avatud, mis ei sobi tolmukujulise koorma transportimiseks. Projektis on vaja kasutada ümbritseva keskkonna eest kaitstud suletud konveierit.

**Torukonveier:** See konveier on suletud, sellega saab transportida saepuru korrektselt, on vaja 200 meetrit konveierit, et see sobiks projekti eesmärgiga kokku. See konveieritüüp on ka lihtne ja ei võta palju ruumi.

**Kraapkonveier:** Antud konveier on liiga kallis, seega see ei sobi. Remondikulud ja varuosad on kallid. Töötamiseks on vaja palju energiat.

**Kruvikonveier:** Antud konveier ei sobi, sest vajab kulusid remonti eest, kruvil on väike kulumiskindlus. Veel üheks probleemiks on võimalik saepuru niiskus ja selle tagajärjeks konveieri tööseis, mis põhjustab palju probleeme elektrijaamas, kus siis ei saa töötada korrektsed katlad.

Projekti jaoks olid võetud 5 erinevat konveieritüüpi. Oma magistritöös autor pakub võtta toru-lintkonveierit ülalmainitud eksploatatsiooni tingimuste järgi. See konveier on suletud, mis ei mõjуста keskkonda ja töötajaid, kes hooldavad seda konveierit. See torukonveier on mugav, sest pole vaja ehitada spetsiaalset suletud hoonet, konstruktsioon on lihtne, mis annab häid remondi ja eksploatatsiooni võimalusi. Lihtsus on laadimine ja mahalaadimine. Kui toru konveier lindi õigesti monteeritud, siis hooldus on vähem, kui on teistel konveieril.

## 2.2 Torukonveieri tehnilised arvutused

Lähteandmed:

Tootlikus:  $Q=60\text{t/h}$ ;

Pikkus:  $L=200\text{m}$ ;

Kõrgus:  $H=10\text{m}$ ;

Tõstenurk:  $\alpha=15^\circ$ ;

Vahetus nurk:  $5\text{m}$

Saepuru tihedus:  $\gamma=0,42(\text{t/m}^3)$ ;

Linti kiirus:  $v=3-4\text{m/s}$ ;

### Torukonveieri peaparametrid [16]

Tabel 5 Toru diameetrisõltuvuse peaparametrid[16]

Diameeter toru, mm	Lindi Laius, mm	Ristlõige materjali liikuval lintil, m <sup>2</sup>	Soovitav lindi kiirus, m/s	Konveieri tootlikus, t/h	Maksimalne tüki suurus, mm
150	550	0,045	2,0	176	50
170	650	0,081	2,2	338	56
220	800	0,126	2,33	564	70
280	1000	0,182	2,5	884	90
330	1200	0,247	2,9	1371	110
390	1400	0,323	3,4	2073	130
450	1600	0,505	3,8	3632	150
550	1800	0,727	4,2	5796	180
640	2000	0,989	4,6	8659	215
700	2400	1,458	5	13903	230

### Lindi Laius:

$$B = \sqrt{\frac{Q}{Cv\gamma}} \quad (1.1.)$$

Kus, B- lindi laius, Q-antud tootlikus t/h, C- täitmise lindi tegur (340) [15], v- lindi kiirus (antud 4 m/s),  $\gamma$ - saepuru tihedus (antud  $0.42 \text{ t/m}^3$ ).

$$\sqrt{\frac{60}{340 \cdot 4 \cdot 0.42}} = 0.105 \text{ m}$$

Arvutuse tulemusel sai autor järgmiseid andmeid: lindi laius = 0,105 m. Tootja pakub 550 mm ... 3500 mm, seega autor valib väikseima lindi laiuse - 550 mm.

Lindi diameeter on 150 mm.

### Koorma linearne koormus

$$q_r = \frac{Qg}{3.6v} = \frac{Q}{3.6v}, \quad g - \text{on vaba langemise kiirendus} \quad (1.2.)$$

$$q_r = \frac{60}{3.6 \cdot 4} = 4,17 \text{ kg/m}$$

### Ajami arvutused

Ringipingitus veotrumli peale: (2.1.)

$$R_t = K_d L_k \omega (q_p + q'_p + q''_p + 2q_l) + q_p (H + H_0)$$

Kus,  $K_d$  - on dünaamikategur ( $K_d = 1,45$  tabel 2.2[19]),

$L_k$  - konveieri pikkus (200 m),

$\omega$  - lindi liikumise takistustegur (antud juhul 0,09)[19],

$q'_p$  - lineaarne koormus ülemiste rullikute pöörlevate osade massist (daN/m),

$q''_p$  - lineaarkoormus alumiste rullikute pöörlevate osade massist (daN/m),

$q_l$  - lindi lineaarkoormus (daN/m), mis sõltub lindi massist.

$$\text{daN/m} = 11 \text{ N/m}$$

$$q'_p = 0,1g G'_p / l'_p; \quad q''_p = 0,1g G''_p / l''_p; \quad (2.2.)$$

Kus  $G'_p$  – ülemiste rullikute pöörlevate osade mass (antud juhul 11.5);

$G''_p$  – alumiste rullikute pöörlevate osade mass (antud juhul 7.5);

$l'_p, l''_p$  - rulltugi vahi (antud juhul 1 ning 2.4)

$$q'_p = \frac{G'_p}{l'_p} = \frac{11.5}{1} = 11.5 \text{ kg/m}$$

$$q''_p = \frac{G''_p}{l''_p} = \frac{7.5}{2.4} = 3.125 \text{ kg/m}$$



### Lindi linearkoormus:

$$q_l = P_1 S_1 B \quad (3.1.)$$

Kus  $P_1$  – lindi tihedus  $420 \text{ kg/m}^3$ ;

$S_1$  – lindi paksus ( $12 \text{ mm}$ ),  $B$  – vastu võetud lindi laius.

$$\text{Saame } q_l = 420 * 0,012 * 0,55 = 4,032 \text{ kg/m}$$

Ringipingitus veotrumli arvutus:

$$R_t = 1,45 * 200 * 0,09 ( 4,17 + 11,5 + 3,125 + 2 * 4,032 ) + 4,17 * 0 = 701,02 \text{ kg} - \text{võtame } 701, \text{ sest lihtsam arvutada}$$

Arvutame pingutuse, mida annab materjal, mis on kogunenud sisselaadimisrennis:

$$R_{\text{materjal}} = m_m * k, \quad (3.2.)$$

Kus  $m_m = 701$  materjali mass, mis on kogunenud rennis

$k$  – liugehõõrdetegur (saepuru vastu kummi)  $0,2$ ;

$$R_{\text{materjal}} = 701 * 0,2 = 140 \text{ kg}$$

Siis:

$$= 701 + 140 = 841 \text{ kg}$$

Mootori võimsus:

$$P = \frac{R_t v K_k}{102 \eta} \quad (3.3.)$$

Kus  $v$ ,  $K_k$  – mitteamvestatud kaotegur. Ajamid võimsusega kuni  $50 \text{ kW}$  tuleb kasutada  $K_k = 1,15 \div 1,2$ , võimsusega rohkem kui  $50 \text{ kW}$   $K_k = 1,1 \div 1,15$ , Võtame  $1,15$ ;  $\eta$  – kasutegur, võtame  $0,91$ .

$$P = \frac{841 * 4 * 1,15}{102 * 0,91} = 42,05 \text{ kW}.$$

Kataloogi järgi võtame  $45 \text{ kW}$ . Kataloogis on  $37 \text{ kW}$ ,  $45 \text{ kW}$  ja  $55 \text{ kW}$ , autor arvab, et parem võtta  $45 \text{ kW}$ . sest siin on vaja moment  $2033 \text{ Nm}$  Aga võimalus on kuni  $3000 \text{ Nm}$ .

Lindi arvutused

$$S = S_{max} = R_t * K_c \quad (4.1.)$$

Kus,  $K_c$  on veofktor ja võtame seda tabelist[19](antud juhul on 1.30)

$$S_{max} = 841 * 1.3 = 1093.3 \text{ kg}$$

$$S_{mahajooks} = S_{max} - R_t; \quad (4.2.)$$

$$S_{mahajooks} = 1093.3 - 841 = 252.3 \text{ kg}$$

Sellest saame leida kogu jõud:

$$S = S_{max} + S_{mahajooks}; \quad (4.3.)$$

$$S = 1093.3 + 252.3 = 1345.6 \text{ kg}$$

Lindi tugevus  $R_l$  peab olema rohkem, kui

$$S_{lubatud \ tugevus} = S_{max} * S_{mahajooks} \quad (4.4.)$$

Kus  $n_o$  – on lindi tugevusvaru tegur, mida võtame 10 (võib tellija soovist ja konveieri vastutus.)

Siis:

$$S_{lubatud \ tugevus} = 1093,3 * 10 = 10933 \text{ kg}$$

Katalogi järgi võtame standartne lindi tugevus  $R=400N$ [21] ja kontrollime seda arvutuse järgi:

$$R_l = R * B * 100 ;[20] \quad (4.5.)$$

$$R_l = 400 * 0.55 * 100 = 22000 \text{ kg}$$

Siin näeme, et  $R_l$  rohkem kui  $S_{lubatud \ tugevus}$ . See tähendab, et lindi tugevus on  $R=400N/mm$  - sobiv meile.

Tihenduste arv peab olema:

$$Z_p = \frac{S_{max} n_o}{100BK_p} \quad (4.6.)$$

Kus  $K_p$  – kangtihenduste tugevus (daN/cm) (tavalsed nad on 100, 150 ja 200 daN/cm)

Meil on suured koormused, siis võtame  $K_p = 200 \text{ daN/cm}$  ja teeme kontrollarvutused.[20]

$$Z_p = \frac{1093.3 * 10}{100 * 0.55 * 200} = 0.99 \text{ tükki}$$

Lindi pingutusjõud:

$$S_{ping} = 2,7 * S_{mahajooks} - 2Hq_l ; \quad (4.7.)$$

$$S_{ping} = 2,7 * 252,03 - 2 * 0 * 4,032 = 680,48\text{kg}$$

### Momendite arvutused:

Lindi, konstruktsiooni ja eksploatatsiooni tingimuste järgi võtame veotrumli läbimõõt 550mm. Trumli peale paneme voodri kiht koos keraamikaga, siis arvutuses võtame läbimõõt 600mm[20].

Veotrumli pöörlemiskiirus:

$$n_{veotrumli} = \frac{60 * v}{\pi * D} \quad (5.1)$$

Kus D - veotrumli läbimõõt,

v - lindi kiirus.[20]

$$n_{veotrumli} = \frac{60 * 4}{3.14 * 0.6} = 127,4 \text{min}^{-1}$$

Redukti ülekande suhe:

$$i_p = \frac{n_{moot}}{n_{veotrumli}} \quad (5.2.)$$

Kus  $n_{moot.}$  - mootori pöörlemiskiirus(1480min<sup>-1</sup>)[20]

$$i_p = \frac{1480}{127,4} = 11,6 \text{min}^{-1}$$

Momendid mootori ja reduktori võllide peale.

$$M_{moot.} = \frac{975 * P_{moot}}{n_{moot.}} [20]; \quad (5.3.)$$

$$M_{moot.} = \frac{975 * 15}{1480} = 9.89\text{kg} * \text{m};$$

Pöördemoment reduktori väljumisvõllil (mootori/reduktori kindlustusmoment)

$$M_{võll} = \frac{975 * P_{moot} * i_p}{n_{moot.}} [20] \quad (5.4.)$$

$$M_{võll} = \frac{975 * 15 * 11,6}{1480} = 114.6 \text{ kg/m};$$

Pöördemoment veotrumli võlli peale:

$$M_{võll} = \frac{Rt * D}{2} [20] \quad (5.5.)$$

$$M_{võll} = \frac{701.02 * 0.6}{2} = 210,3 \text{ kg*m:}$$

### 3. Torukonveieri komponentide valik ja analüüs

#### Tehnilised nõuded

Mootori võimsus: 45kW

Redukti ülekande suhe:  $11,3\text{min}^{-1}$

Moment:  $203,3\text{kg}\cdot\text{m}$ , mis on  $2033\text{Nm}$

Veotrumli pöörlemiskiirus:  $131\text{ min}^{-1}$

Selles alapeatükis laiendatakse torukonveierisüsteemi eraldi komponente, et saada ülevaade torukonveierisüsteemi komponentidest. Torukonveieri süsteemi põhikomponendid on:

- Trumlid ja rullid
- Konveieri lint
- Tühikäigukomplektid
- Ajam
- Kasutuselevõtu süsteem
- Rennide laadimine ja mahalaadimine
- Ankrupoltide üldinfo ja arvutused

Peale kolme esimese komponendi on enamik neist komponentidest samad, mis tavapärastes konveierisüsteemides.

#### 3.1 Trumlite ja rullide üldinfo, valik ja analüüs

##### Trumlite üldinfo ja valik.

Konveieri liikumise jaoks on vaja kasutada trumleid ja rulle.

Torukonveieri veotrummel on lisaseade, mida kasutatakse ajamites, paindepunktides ja lintipingutites. See on ettenähtud linti pingutamiseks, libisemise kõrvaldamiseks, selle liikumissuuna muutmiseks ja haardejõu suurendamiseks [23].



Sele 3—1 Veotrummel[23]

Konveieri kvaliteetse töö jaoks kasutatakse veel pingutus-, kallatus-, ots- ja heitetrumle. Need trumlid tagavad linti pinget ja selle haardeteguri suurenemine ei lase lindil liikumise ajal libiseda, mis hõlbustab oluliselt konveierliini tööd. Horisontaalsetes kalduskonveierites kasutatakse seda linti liikumissuuna muutmiseks.

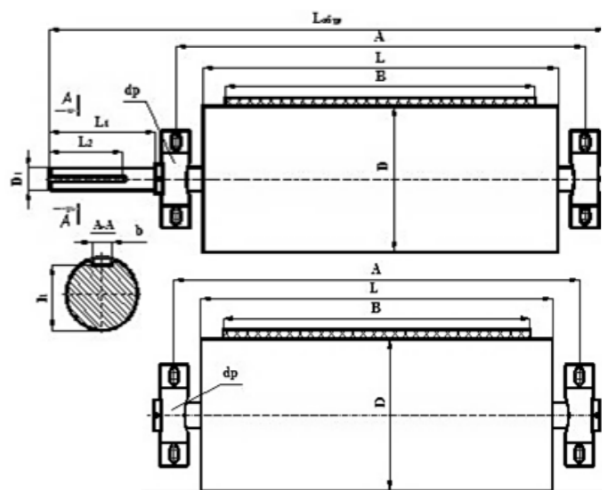


Sele 3—2 Pingustrummel[23]



Sele 3—3 Pingustrumli ajam[23]

Pingustrummel - linti maksimaalne pinge, mis on vajalik selle liikumiseks vajaliku veojõu edastamiseks. Lisaks võimaldab toode vältida teibi libisemist ja selle rullide vahele vajumist. Sellised seadmed on paigaldatud ajamiga vastas küljele.



Sele 3—4 Veo- ja pingustrumlid. Arvutuseks on kasutatud valem[24]

B- lindi laius(antud juhul on 550 mm);

D – trumli diameeter[24](antud juhul on 400 mm, võetud tabelist 3.1);

$D_1$  – võlu diameeter;

$L_{\text{õõm}}$  – kogu võlu pikkus;

L – trumli pikkus; [24](antud juhul on 600 mm, võetud tabelist 3.1);

$L_1$  – konsooli pikkus;

$L_2$  – võtme pikkus;

$d_p$  – laagri pikkus;

A – konveieriraamiga ühendav mõõde[24](antud juhul on 850 mm, võetud tabelist 3.1)

Antud lindi laius on 550 mm, sest andmed on võetud tabelist 3.2 [24], moment on 2033Nm tabelis pakutud 1600 Nm, 2080 Nm, 3500 Nm kõige lähedam parameeter on 2080 Nm see laagri tüüp on 3612 ning tema mass on 95kg. Seamed on valitud kataloogist[26]

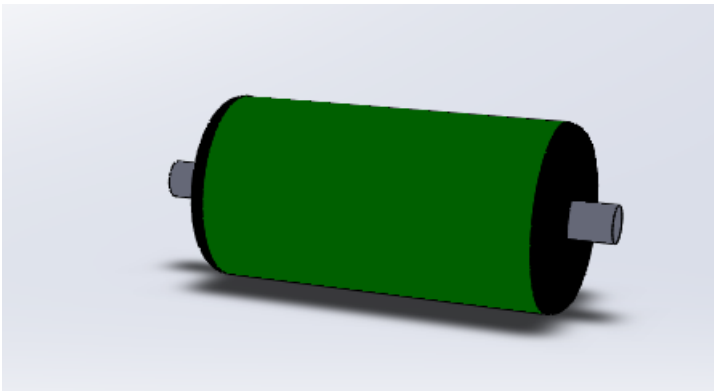
Tabel 6 Trumlite nimetus ja suurused olid valitud kataloogi järgi[26].

Nr.	Nimetus	Tähis
1	Veotrummel	Ø 400 – 600 – 850
2	Pingitustrummel	Ø 500 – 600 – 850
3	Kallutustrummel	Ø 400 – 600 – 850

### 3.2 Rullikute üldinfo ja valik

Konveieri pikkuses ulatuses on paigaldatud rullid, mis juhivad ja toetavad linti, et hoida lint soovitud kujul. Rullid on tavaliselt õõnsad silindrilised kestad, mis pöörlevad ümber terassilla ja mille mõlemas otsas on laagrid. Samuti on vajalik tihendikork, et vältida mustuse ja tolmu laagrite kahjustamist. Rullid on tööstuses täielikult standardiseeritud ja mõõtmed pärinevad rahvusvahelistest standarditest. Konveieril kasutatakse kaks erinevat tüüpi rulle: siledad rullid ja amortiseerivad rullid.

- Siledad rullid : tavalised rullid , mida kasutatakse kogu konveieri pikkuses[14]



Sele 3—5 Sile rull, projekteeritud SolidWorksis2019.

Töö käigus sai projekteeritud – sile rull.

Amortiseerivad rullid: need rullid, mida kasutatakse kohtades, kus tekkivad suuremad koormused, näiteks materjali laadimise kohtades. Konstruktsioon on sama, nagu siledas rullis, ehk erinevus on selles, et rulli peale pannakse kummi rõngad. See annab võimaluse kaitsta laagreid.

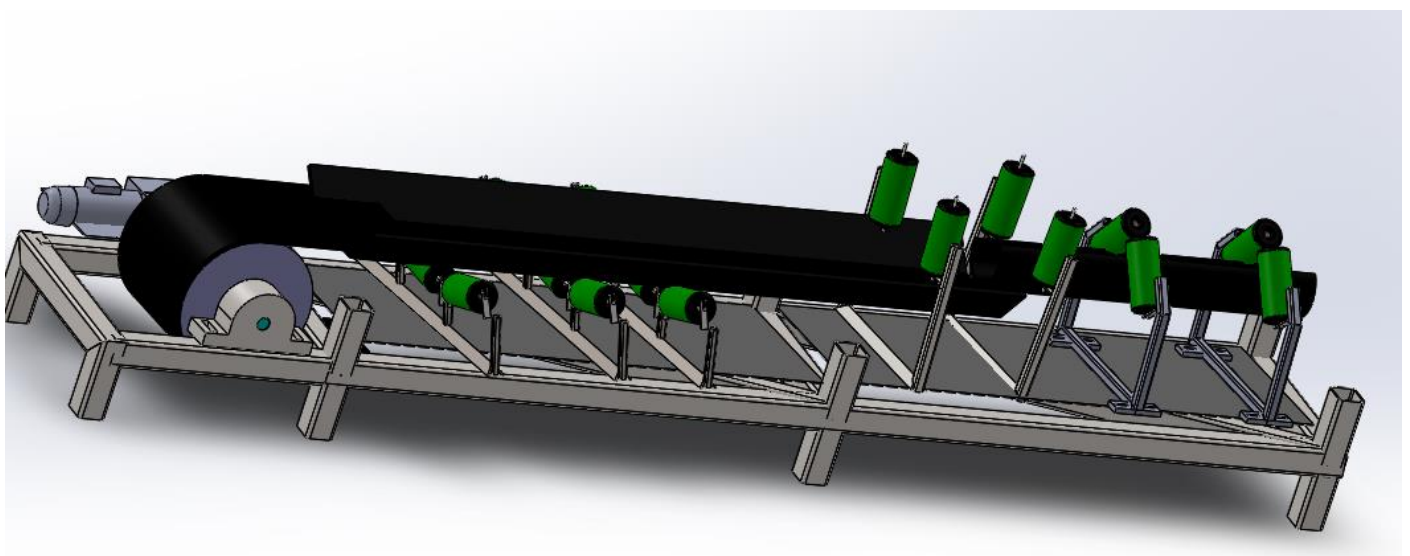


Sele 3—6 Amortiseerivad rullid



Linti laadimise ajal peavad rullid olema tugevamad, et vastu pidada kukkuvale materjalile. Tavaliselt kasutatakse erinevat tüüpi tühikäigulülitit, mida nimetatakse löögirulliks ja mis koosneb mitmest kummist sõõrikujulisest ketast. See on jällegi tööstuslik standard, mis tuleneb tavapärastest konveierisüsteemidest.

Pärast lindi laadimist läheb lint järk-järgult tavapärasest küna kujust torukujuliseks. Lindi kokkuklapitamise alustamiseks on mitu suureneva kumblusnurgaga tühikäiguraami. Kui lint alustab kattuvast positsioonist, võib kasutada spetsiaalseid sõõmekujulisi rulle, nagu on näha siin: Sele 3-7 [19].



Sele 3—7 Konveieri laadimisosas, on olemas analoogiline lahendus

### Rullikute arvutused ja valik

Torukonveier sisaldab siledaid rulle. Seega on vaja teha arvutusi, et kontrollida rullide läbimõõtu ja võlli läbimõõtu.

Siledate rullide jaoks peab toimima järgmine võrrand:

$$F_c \geq F_Q \leq (F_r * k) \quad (5.1.)$$

Kus,  $F_c$  - võlli koormus(N)

$F_Q$  - koormus rulli peale(N)

$F_r$  - laagri koormus(N)

$k$  - tegur[19]

$$F_T = \left( \frac{Q}{3.6 \cdot v} + G \right) \cdot \alpha \cdot 10 ; \quad (5.2.)$$

Kus  $F_T$  – ühe rulli koormus rea peale;

$G$  – lindi kaal (kg/m)

$\alpha$  – rullitugi vahe (m)

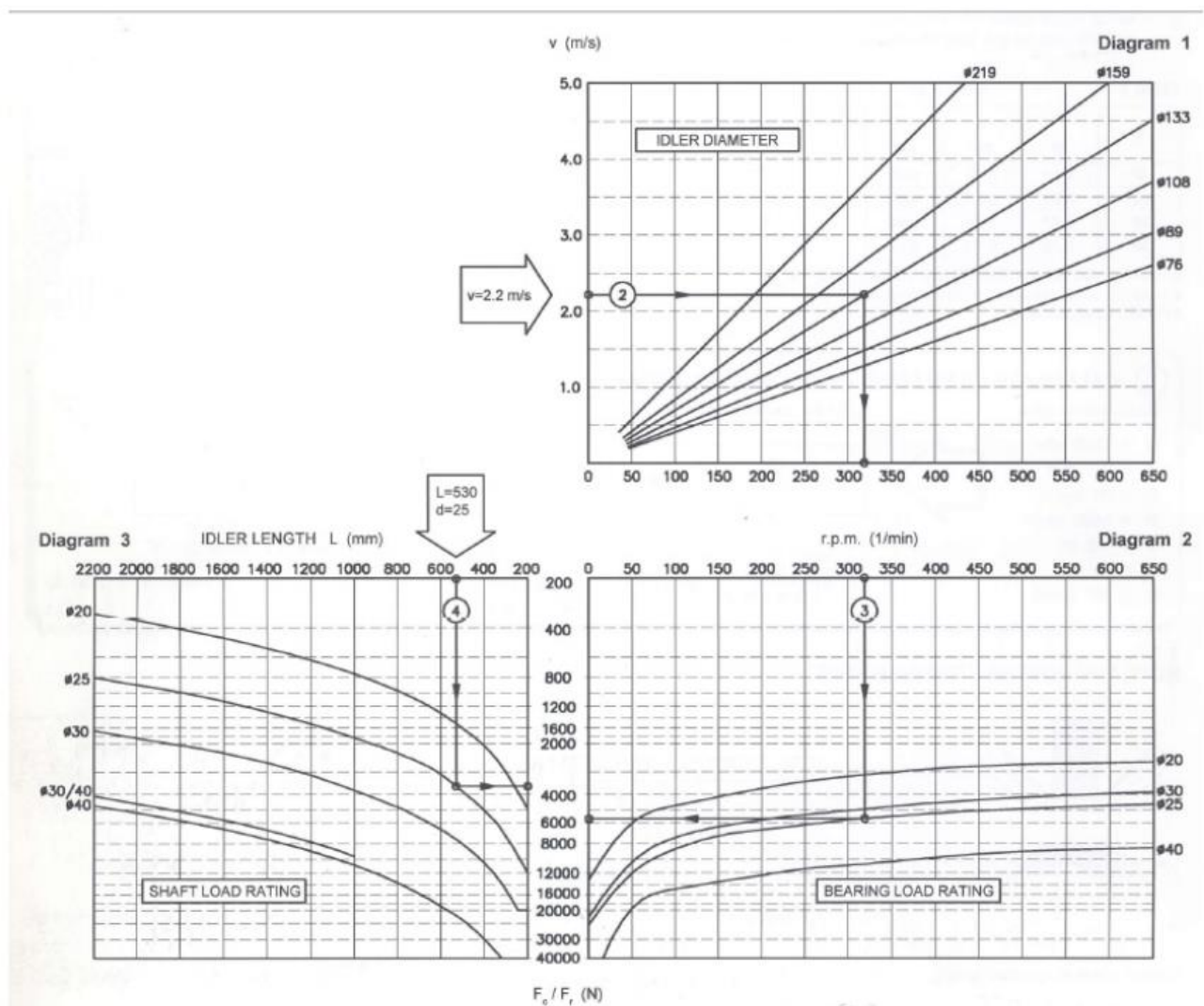
$$F_T = \left( \frac{550}{3.6 \cdot 4} + 8 \right) \cdot 1.1 \cdot 10 = 420 \text{ N}$$

$$F_Q = e \cdot c \cdot F_T \quad (5.3.)$$

Kus ,  $e$  – tegur, sõltub materjali varikalde nurgast;

$c$  – tegur, sõltub materjali suurusst;[26]

$$F_Q = 0.7 \cdot 1 \cdot 420 = 294 \text{ N}$$



Esimene diagrammnäitab, et, kui rulli läbimõõt on 89 mm, siis kiirus  $n = 350 \text{ min}^{-1}$ .

Teine diagramm näitab, et  $F_r = 3900 \text{ N}$ , kui võlli läbimõõt on 25 mm

Tööiga  $h = 50\,000$  tundi, siis tegur  $k = 0.79$ .

$$(F_r * k) = 3900 * 0.79 = 3081 \text{ N}$$

$F_c = 5900 \text{ N}$  (Diagram 3). Võlli läbimõõt on 25 mm.

Paneme 5.1 võrrandi sisse:

$5900 \geq 294 \leq 3081$  – sellest võrrandist saab teha järelduse, et rullid täiesti sobivad.

Siledad rullid:

Tüüp: 20044 / 89 / 200 / 6204 [27]

Amortiseeriv rull:

Tüüp: 20254 / 108 / 250 / 6204 [27]

Juhendav rull:

Tüüp: 20254 / 108 / 200 / 6204 [27]

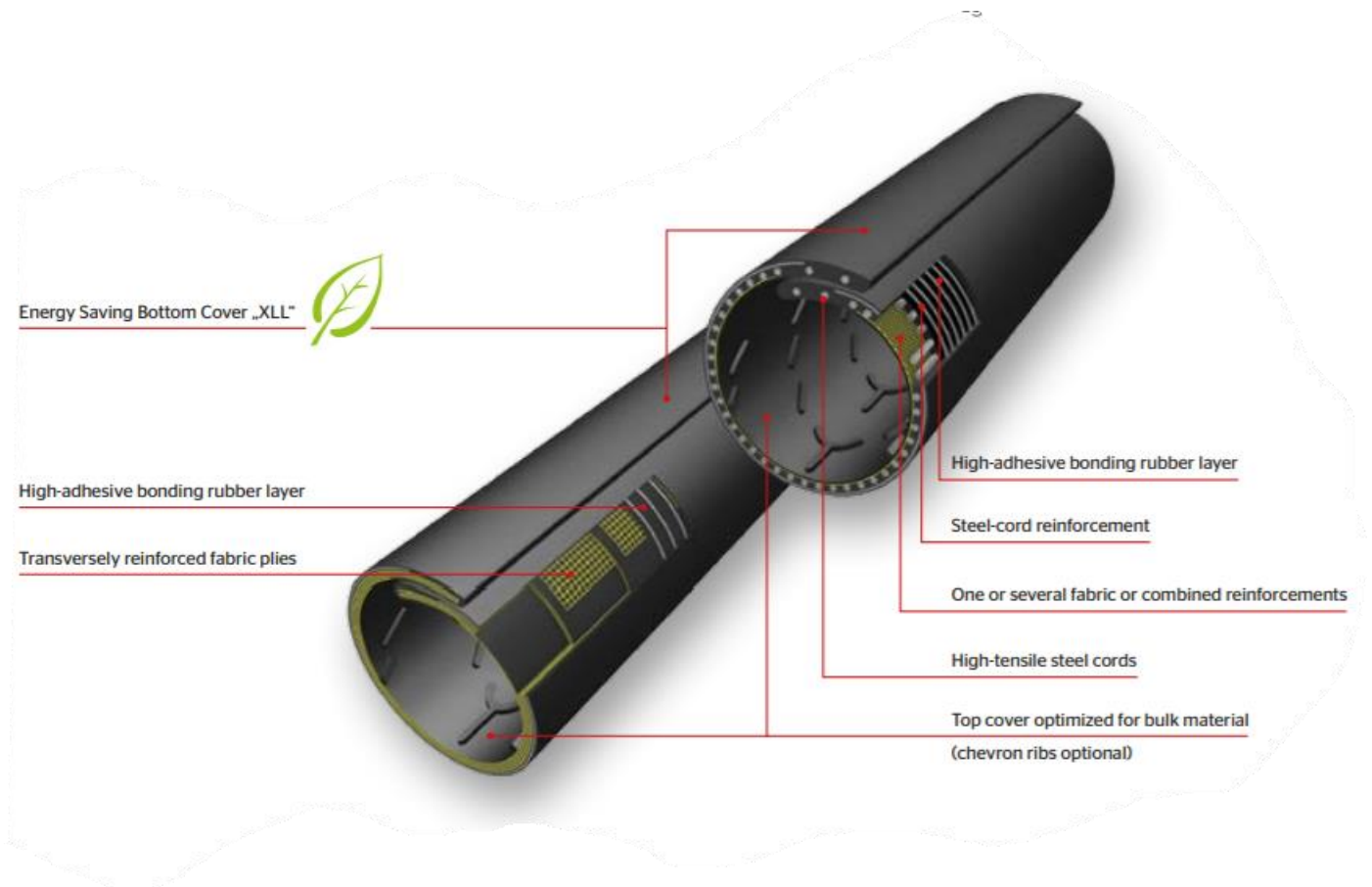
Sõrmrullikud, mille peale lint keerutab torusse:

Tüüp: 20254 / 108 / 600 / 6204 [27]

### 3.3 Torulindi valik ja analüüs

#### Torulindi üldinfo

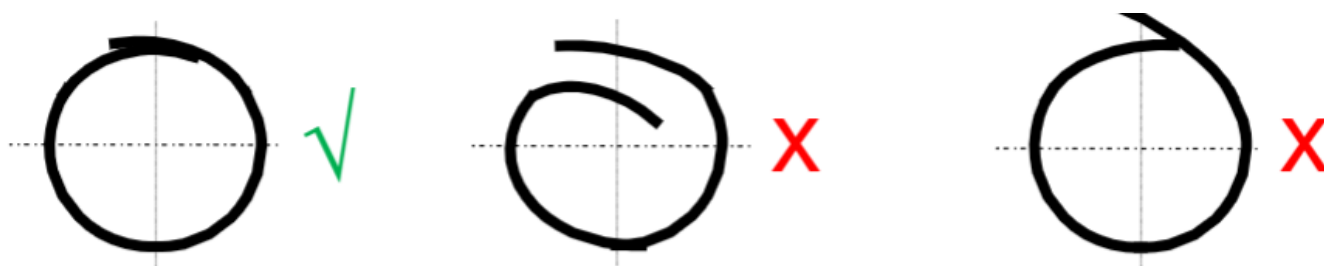
Torukonveieri ehituses on kasutatud kangast või metallist trossiraam - leegiaeglustaja või õlikindel lint. Sõltuvalt konveierisüsteemi nõuetest on torukujuline lint varustatud kvaliteetsest riidest või metallist trossi tõmbelementide ja põikisuunalise tugevdussüsteemiga (kaitseülilitid) ja neid saab hõlpsalt võtta nii soonelisel, kui toru kujul. Ülilitid tagavad torukujulise linti stabiilsuse kogu konveierilindi elu jooksul. Ülitugeva metalltrossiraami ( $kN > 5400 \text{ N} / \text{mm}$ ) kasutamisel suure läbimõõduga torukujulint konveierilinti võib kasutada mäetööstuses mineraalide kaevandamisel nii avatud karjäärides, kui ka kaevandustes maa all. Soovi korral ülemine ja alumine teibikatet CONTI PIPE [25] saab valmistada tavalisest või spetsiaalsest kaitseomadustega kummisegust, mis võimaldab transportida kuumasid, abrasiivseid, õli- ja rasvasisaldavaid materjale, samuti keemiliselt agressiivseid tooteid.



Sele 3—9 Torukonveieri lindi sisaldus[25]

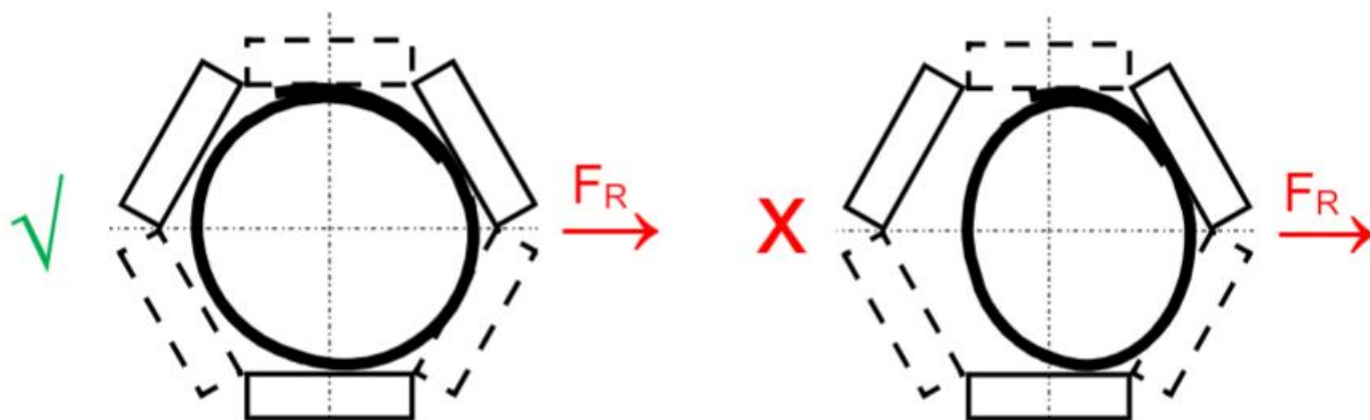
Toru konveieri linti koostisosad:

- Energiasäästu alumine kate "XLL"
- Kleepuv liimiv kummikiht
- Risti tugevdatud kangast kihid
- Üks või mitu kangast või kombineeritud tugevdustriiet
- Kõrge tõmbetugevusega teraspaelad
- Ülemine kate, mis on optimeeritud puistematerjali jaoks



Sele 3—10 Hea (vasakul) ja halb (keskel ja paremal) torulindi konstruktsioon[25]

Torukujulise linti kujundamisel on kõige olulisem valida risti optimaalse ristjäikuse ja kattuvate servade asedi. Sele. 3-10 näitab torulinti erinevat käitumist rulljaamas: hea (vasakul) ja ebaõnnestunud (keskel ja paremal) torukujulise linti asend.[25] Sele.3-11 näitab torukujulise linti erinevat käitumist, kui see läbib transporditee kõverat löiku: linti piisav (vasak) ja ebapiisav (parem) külgmine jäikus.



Sele 3—11 Linti piisav (vasakul) ebapiisav (paremal) külgmine jäikus.[25]

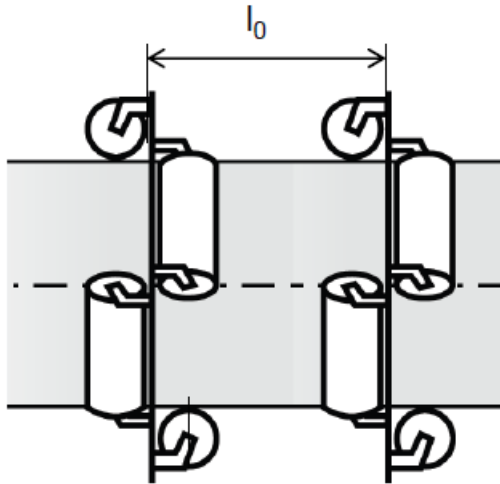
Oma projektis autor valis linti **Conti-Tech HS –Rollgurt 1000/4 G K2** koeveojõuelementidega (selles näites 4 vahetükki).

Min. kokkupandava / lahtikäiva sektsiooni pikkus[25]:

$$x = \varnothing_{\text{välja}} * 30$$

$$x = 150 * 30 = 4500 \text{ mm}$$

Rullidevaheline kaugus:



Sele 3—12 Rullidevaheline kaugus[25]

Olemasolevad lahendused on näidatud alljärgnevas tabelis [7].

Tabel 7 Rullidevaheline kaugus[25].

Välja diameeter $D_A$ mm	Kerge materjal $l_0$ , mm	Keskmise raskusega materjal $l_0$ , mm	Raske materjal $l_0$ , mm
150	1400	1200	1000
200	1500	1300	1050
250	1650	1400	1150
300	1750	1500	1200
350	1900	1600	1250

Projektis kasutatav materjal on saepuru, see materjal, kui see on kuiv, siis see on kerge materjal, kui on märjem, siis materjal on keskmise raskusega. Autor valis keskmise raskusega materjali. Projektis on vaja võtta diameetri 150mm, seega rullidevaheline kaugus on siis 1200mm. Selleks on vaja arvutada, kui suur rullide vahe peab esinema konstruktsioonis. Siis teeme arvutuseid edasi:

$$A_{\text{kogu}} = \frac{L - (X * 2)}{1200} \quad (6.1.)$$

Kus,  $A_{\text{kogu}}$  – arv rulltoed

L – konveieri pikkus (antud juhul on 200 m = 200000 mm)

X – pikkus laadimise/mahalaadimise kohta

$$\frac{200000 - (4500 * 2)}{1200} = 159 \text{ tk}$$

## Torulindi liitmine

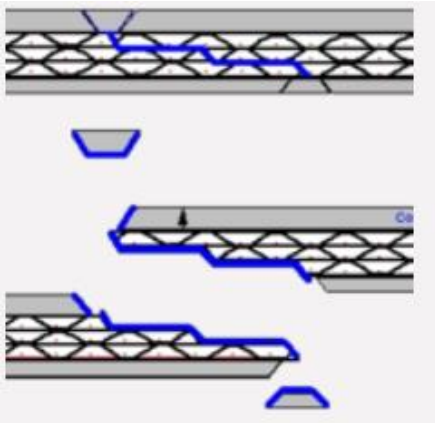
Torulindi liitmist on kolm varianti:

- Kuumvulkaniseerimine
- Külmvulkaniseerimine
- Mehaaniline remont

Kuumvulkaniseerimine - meetod konveierilintide ühendamiseks, kus kasutatakse spetsiaalseid vulkaniseerivaid ühendeid, kõrge rõhu ja temperatuuri mõjul süntees- ja looduslikust kummist vaigud "sulanduvad" konveierilindi tööpinnaga, moodustades pideva töökihi. Sidumiskvaliteedi osas[28] on kuumvulkaniseerimine parim viis lintide ühendamiseks ja moodustab 90% konveierilindi enda tugevusest.

Kuumvulkaniseerimise eelised [28]:

- Kõrge liigese tugevus;
- Lünki pole;
- Ühtlane lindi paksus;
- Tuharliigese suur paindlikkus ja elastsus;
- Dokkimisvõimalus negatiivsel ümbritseval temperatuuril;
- Dokkimisvõimalus, kui ruumid on väga tolmused;
- Lindi lõikamisel on lubatud väikesed vead;
- Võimalus rakendada erinevatest materjalidest lintidel;
- Rihma taastamine konveierilt lahti võtmata;
- Liigendi garanteeritud vastupidavus;
- Transporditud materjalide lekkimine on välistatud;
- Lai töötemperatuuri vahemik.



Sele 3—13 Kuumvulkaniseerimine[28]

Sele 3-13 on võetud internetist, et näidata, kuidas näeb välja kuumvulkaniseerimine.

Kuumvulkaniseerimise probleemid on järgmised:

- Protsessi kõrge töömahukus ja spetsialiseeritud seadmete kõrge hind
- Massiivsete vulkaniseerimisseadmete ümberpaigutamise vajadus raskendab töökeskkonnas remondiprotsessi.

Külmvulkaniseerimine - meetod konveierilintide[29] ühendamiseks, kus kasutatakse spetsiaalseid liimisegusid, mis tahkuvad madalatel temperatuuridel. Erinevalt konveierilintide kuumvulkaniseerimismeetodist võimaldab konveierilintide külmvulkaniseerimise meetod töötada vulkanisaatorita lintide ühendamisel.

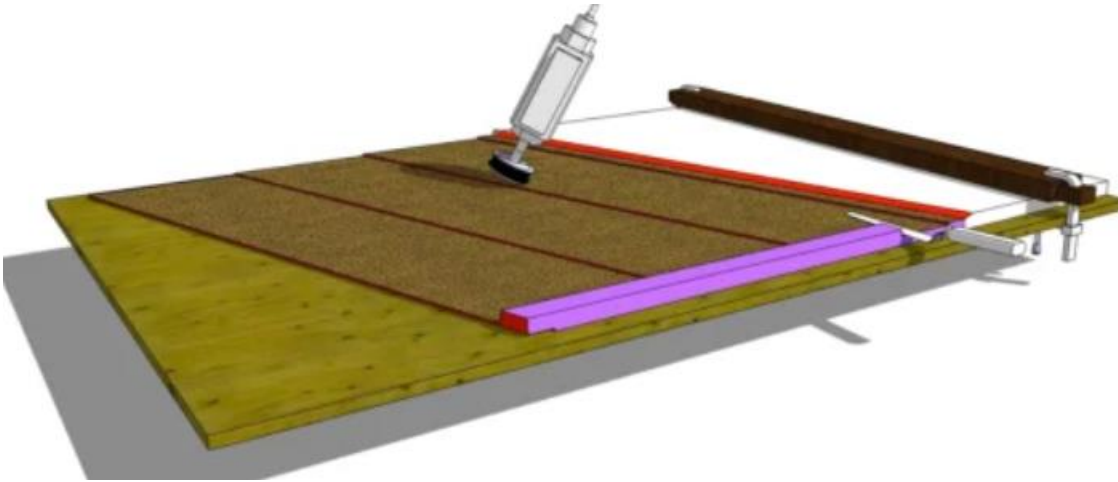
Külmvulkaniseerimise eelised:

- Võimalus liituda võrguga, ilma et seda konveierilt eemaldataks;
- Seadmetele pole vaja kõrgepinget tarnida;
- Sobib kasutamiseks plahvatusohtlike gaaside läheduses;
- Võimalus kasutada väikestes ruumides;
- Õmbluste kõrge tugevus.

Külmvulkaniseerimise puudused:

- Meetodi rakendamise võimatus temperatuuril alla 5–10° C;
- Vajadus asetada konveierilint töövõimetuks kuni 12 tunniks;
- Suure tolmu- ja niiskusesisaldusega ümbritsevas ruumis kasutamise võimatus.





*Sele 3—14 Külmvulkaniseerimine[29]*

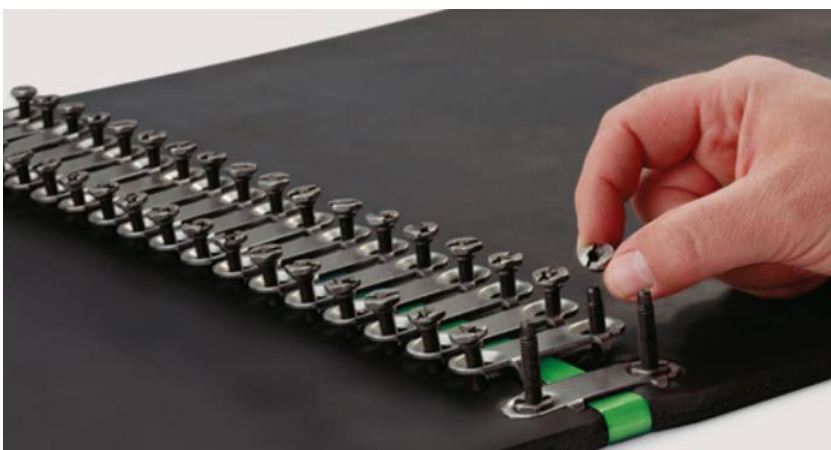
Konveierilintide mehaaniline liitmine tähendab kiireks asendamiseks ainult metallist kinnitusdetailide ja asjakohaste tööriistade kasutamist.

Mehaanilised ühendused, olenevalt kinnitusviisist, jagunevad nii:

- üheosaline poltidega;
- needitud;
- eemaldatav hingedega.

Mehaanilise meetodi ühendamisel on järgmised eelised:

- Tööd tehakse nii kiiresti ,kui võimalik
- Keerulist varustust pole vaja
- Tarbekaubad on odavad



*Sele 3—15 Mehaanilise torukonveieri ühendamine[32]*

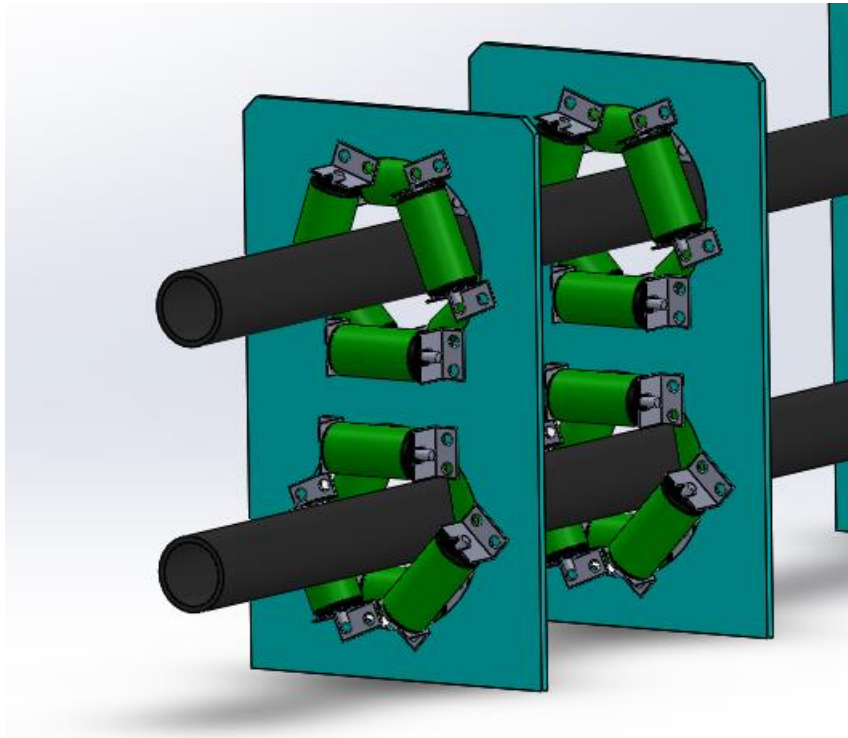
Mehaanilise meetodi ühendamise puudused:

- lühike eksploatatsiooni aeg( 3 – 5 a.)
- mehaaniliste kinnitusdetailide negatiivne mõju mehhanismi üksikute osade kulumisastmele
- ristmikul võib esineda kerget lekkimist
- võib tekkida säde

Projektis kasutanud materjal on saepuru ja see konveier asub õues, seega kõige parem valik remondi jaoks on kuumvulkaniseerimine.

### 3.4 Rulltugede valik ja analüüs

Kui lint on kokku klapitud, hoitakse seda ringikujuliselt koos tugistruktuuriga, mis hoiab kuus rulli kuusnurkses asendis, nagu on näha sele 3-16 toodud ristlõikes. Need rullid on paigaldatud tugiraamile, mis on paigutatud alternatiivselt paneeli esi- või tagaküljele. Rulle toetava paneeli konstruktsioon on väga lihtne ja seda saab üldiselt valmistada valtsplekist plaatidest või pressida plekkplaatidest koos puuritud kinnitusavadega, et säilitada rullide paigaldamise täpsuse. Torukonveieri süsteemi tugistruktuuri jaoks on aga palju erinevaid kujundusvõimalusi ja seni pole midagi standardiseeritud.



Sele 3—16 Rulltoed on projekteeritud ja joonistatud Solidworksis2019.

### 3.5 Ajami üldinfo ja analüüs

**Ajam** – see on mehhanism või töömasina käima panev seade, mis koosneb jõuallikast(energia allikast), ülekandeseandmest ja juhtimisaparatuurist. Jõuallikaid on mitu variandi: elektrimootor, hüdmootor, pneumomootor ja sisepõlemismootor. Antud projektis on kasutatud elektrimootor, sest elektrimootor on tugevam, kui teised.

**Mootor-reduktor** - see on elektrimootori ja reduktori ühend, mis muundab ja edastab pöördemomendi ajamile. Kõiki eri tüübi ja disainiga reduktoreid kasutatakse nurkkiiruste muutmiseks, langetades neid vastava pöördemomendi suurenemisega. Neid liigitatakse ülekande tüübi järgi.

Tootmisel kasutatakse kolme tüüpi mootor-reduktoreid:

- Tigumootor-reduktor
- Silindriline mootor-reduktor
- Koonusmootor-reduktor

**Silindriline mootor-reduktor** - 2- ja 3-astmeline silindriline reduktor, millel on suurendatud ülekoormusvõime, suur pöördemoment ja tugevdatud konstruktsioon, mis võimaldab töötada karmides tingimustes[30].

Silindrilise mootor-reduktori eelised[30]:

- Kõrge kasutegur: 94% - kaheastmelise, 92% - kolme astmeline
- Eluaegne sünteetiline rasv – hooldusvaba
- Malmist jalad ja väljundäärikud
- Rakenduse mitmekülgsus: reduktori disain ja määrimine - võimaldab töötada ruumis igas asendis.



Sele 3—17 Silindriline mootor-reduktor[30]

Silindrilise mootor-reduktori puudused:[30]

- Mitme-astmeline masin on kallim, kui üheastmeline
- Väike ülekande arv ühe astme piires
- Töö ajal kõrge müratase.
- Pööratavusefekti puudumine - enesepärssimine.

**Tigumootor–reduktorit** iseloomustab sujuvus, kompaktsus, töökindlus, vaikne töö ja see on kõige levinum variant kuni 1000 Nm (0,06–7,5 kW) ülekandemomendiga ajamiülesannete lahendamiseks. Seda soodustab ka ussiga käigukastide madalam hind võrreldes muude tüüpide reduktoritega.

Tigumootor–reduktoril on järgmised eelised:

- Rakenduse mitmekülgsus: reduktori disain ja määrimine - võimaldab töötada ruumis igas asendis.
- Suur valik sisend- ja väljundtarvikuid – võimaldab ühendada erinevate mõõtmetega mootoreid ja pakub vahetatavust teiste tootjate reduktoritega.
- Rakenduse mitmekülgsus: reduktori disain ja määrimine - võimaldab töötada ruumis igas asendis.
- Tootmise lihtsus ja odavus
- Sujuv, pehme käivitamine, müravaba töö



мотор-редуктор NMRW

*Sele 3—18 Tigumootor - reduktor[30]*

Tigumootor–reduktori puudused:

- Madal edastatav pöördemoment
- Väike kasutamise ressurss silindriliste ülekannetega
- Madal kasutegur, kui ülekandearv on suurem, kui 50 – algab kiire kasuteguri vähenemine, mille tagajärjel suureneb kulumine, tekib reduktori temperatuuri ja energiakasutuse kasv.

**Koonusmootor–reduktor** koosneb tööstuslikuks kasutamiseks mõeldud reduktorist, kus kasutatakse kaldusastet kineetilise liikumissuuna ümbersuunamiseks 90-kraadise nurga all ja statsionaarsest või liikuvast [31]elektrijamist.



*Sele 3—19 Koonusmootor – reduktor[31]*

Koonusmootor-reduktori eelised[31]:

- kompaktsus pöördemomendi ülekande risti asetseva struktuuriga;
- Vastupidavus lühiajalistele vahelduvatele koormustele ja töörežiimidele sagedaste algusmomentidega.

Koonusmootor–reduktori puudused[31]:

- väljundvõlli oluliste aksiaalsete ja radiaalsete koormuste vastuvõetamatus;
- Kaldushammasratta valmistamise keerukus ja kõrge hind.

### **Mootor-reduktorite võrdluse tulemus**

Silindriline mootor–reduktor on väga kõrge müratasemega, gabariitmõõdud on liiga suured, sest väljumisvõll ja mootor–reduktori telg on kollineaarsed, mis just annab suuri gabariitmõõtusid.

Tigumootor–reduktori kasutamine on odavam, mootori võimsus on vähem, kui 2 kW(meil on 45 kW) ning tigumootor–reduktoril on vähem ressursse võrreldes silindriliste ülekannetega.

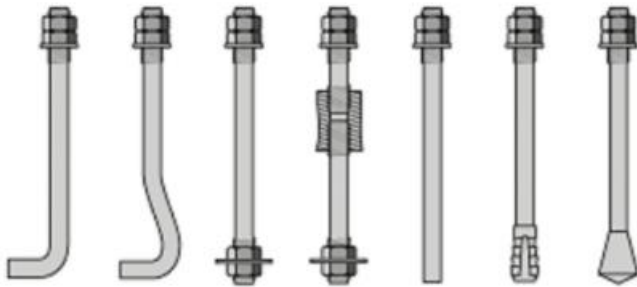
Tavaliselt ehitades konveierit kasutatakse koonusmootor–reduktorit, sest see aitab vähendada ajamiseaktsiooni gabariitmõõtusid.

Analüüsidest erinevaid lahendusvariante autor leidis, et parim neist on **koonusmootor–reduktor**.

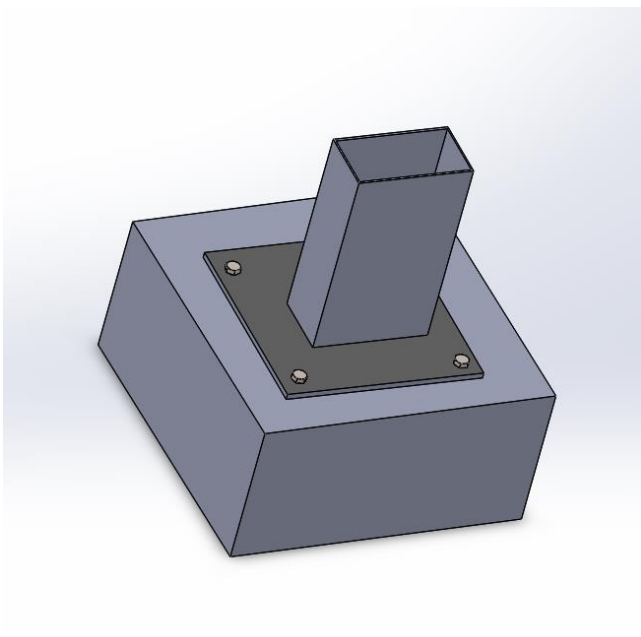
### 3.6 Ankrupoltide üldinfo ja valik

Torukonveieri vundamentide kinnitamiseks peab kasutama kinnituspolte, need on ankrupoldid, mis omakorda jagunevad järgmisteks tüüpideks, mis erinevad kuju poolest [33]:

1. kumer juuksenõel
2. sirge
3. komposiit
4. eemaldatav
5. ankruplaadiga
6. kitseneva otsaga



Sele 3—20 Ankrupoltide tüübid[33]



Sele 3—21 Modelleeritud ankrupoltide kinnitus vundamendile

## Proгноositud nihke- ja pingutusalade arvutamine

Arvutatud tõmbetõmbepindala  $A_{pt}$  ja prognoositav nihkemurdepindala  $A_{pv}$  pea- ja kõverate talaankrite jaoks on esitatud võrranditega 6.1. ning 6.2. :

$$A_{pt} = \pi l_b^2 \quad (6.1.)$$

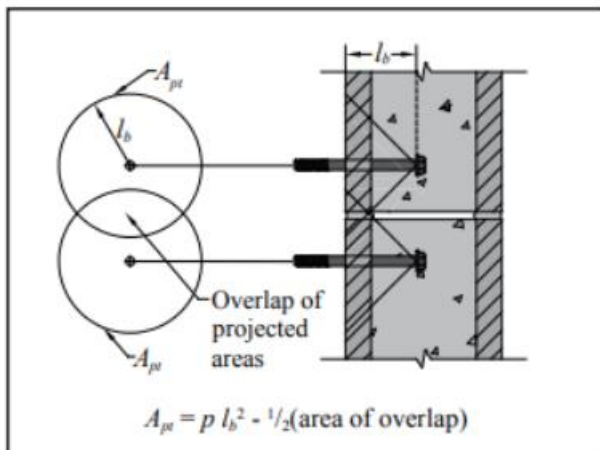
$A_{pt}$  – pindala tõmbetõrke arvutus;  $l_b$  - ankrupoltide tegelik kinnituspikkus(mm).

$$A_{pt} = 3.14 * (10)^2 = 314 \text{ mm}^2$$

$$A_{pv} = \frac{\pi l_b e^2}{2} \quad (6.2.)$$

$A_{pv}$  – prognoositav nihke purunemisala,  $l_b e$  - kaugus ankrupoldi servast, mõõdetud koorma suunas, müüritise servast kuni ankrupoldi keskse ristlõikeni.

$$A_{pv} = \frac{3.14 * 100}{2} = 3.14 * 50 = 157 \text{ mm}^2$$



Sele 3—22 Prognoositava nihkepindala näide [35]

## Pinge arvutamine [35]

$$B_{vb} = 1.25 A_{pt} \sqrt{f' m} \quad (7.1.)$$

$B_{vb}$  – purunemisega reguleeritava ankrupoldi lubatud külgkoormus;  $f' m$  - määratud müüritise survetugevus

$$B_{vb} = 1.25 * 314 * \sqrt{4} = 785 \text{ lb} = 3.5 \text{ kN}$$

$$B_{as} = 0.6 A_b f_y \quad (7.2.)$$



$B_{as}$  – ankrupoldi lubatud aksiaalne tõmbekoormus, kui seda reguleeritakse terase nõtkusega;  $A_b$  – ankrupoldi ristlõike pindala;  $f_y$  – sihtterasest vooluspiir ankrute jaoks Mpa.

$$B_{as} = 0.6 * (0,226) * (60\ 000) = 8136\ \text{lb} = 36.19\ \text{kN}$$

$$B_{vs} = 0.6 f_m e_b d_b + 120\pi(l_b + e_b + d_b)d_b \quad (7.3.)$$

$B_{vs}$  - ankrupoldi lubatud küljkoormus, kui seda reguleerib terase voolavuspiir;  $e_b$  - painutatud varda ankrude väljaulatav õla pikkus, mõõdetud painutatud ankrude siseservast kuni ankrude kõige kaugema konksuni tasapinnas;  $d_b$  - ankrupoldi diameetri mõõt.

$$B_{vs} = 0,6 * 4 * 40 * 10 + 120 * 3,14 ( 10 + 40 + 10 ) * 10 = 960 + 226080 = 227040\ \text{lb} = 1009.92\ \text{kN}$$

### Kontrollimine

$$\frac{b_a}{B_a} + \frac{b_v}{B_v} \leq 1.0$$

$b_a$  - ankrupoldi telgjõud ilma paranduseta;  $B_a$  - lubatud ankrupoldi aksiaal jõud;  $b_v$  - külgjõud ankrupoldi jaoks parandamata ;  $B_v$  - lubatud külgjõud ankrupoldi kohta.

$$\frac{1344}{(0.9)(8136)} + \frac{1120}{(0.5)(227040)} = 0.184 + 0.01 = 0.194 \leq 1.0$$

Kui nõudluse ja võimsuse suhe on väiksem kui 1.0, siis konstrutsioon sobib, antud juhul on see suhe 0,184 mis on vähem kui 1.0, siis sobib.

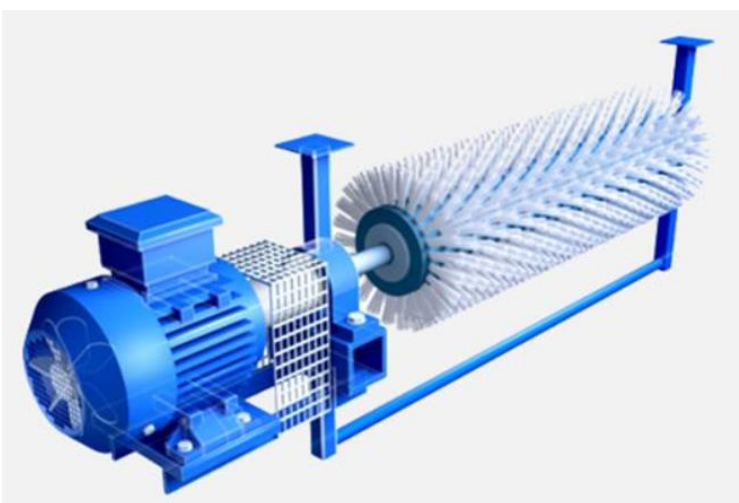
### 3.7 Torulindi puhastaja üldinfo ja valik

Lihtsaim ja levinuim viis puhastada konveierilindi on kaabitsad Sele 3-23 . Lindi pinnaga sujuvaks suhtlemiseks, ebakorrapärasuste ümber painutamiseks ja samal ajal konveierilindi põhjalikuks puhastamiseks, kahjustamata seda, surutakse kaabitsad vedru, torsiooni, kangi või pneumaatilise mehhanismi abil vastu linti. See võimaldab mitte ainult pikendada lindi eluiga, vaid pikendada kaabitsa enda eluiga.



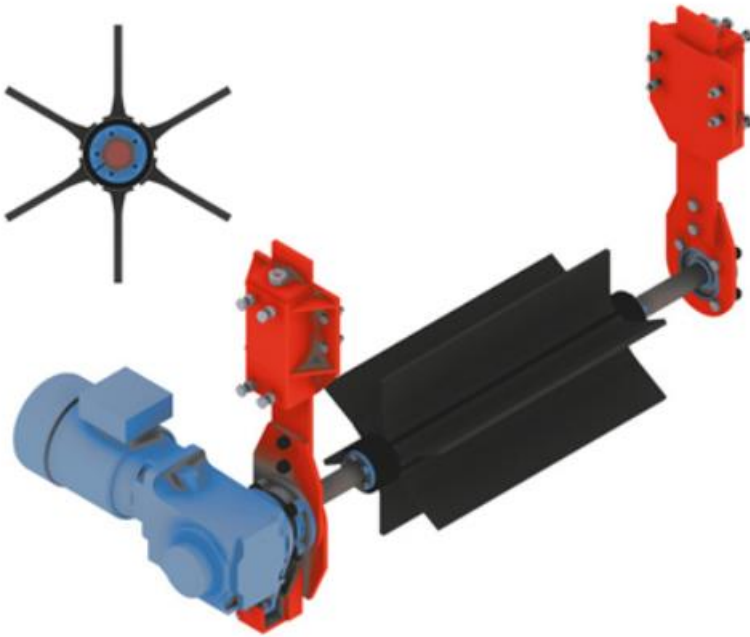
Sele 3—23 Kaabitsalane puhastaja[34]

Tehnilised harjad (Sele 3-24) on konveierilintide mitmekülgsem puhastamine. Tegelikult täidavad need peenpuhastuskraapide funktsiooni, kuid harjad töötlevad lindi pinda õrnalt, kahjustamata liigeseid. Tihedama kokkupuute tagamiseks rihma pinnaga on harjad paigaldatud veidi tõmbetrumli taha. Harjad puhastavad konveierilinde erineva haardumisastmega materjalidest.



Sele 3—24 Tehnilised harjad[34]

Rullitüübi konveierilintide puhastaja (Sele 3-25) sarnaneb harjadega. Sellel võib olla ka oma ajam, kuid puhastamiseks on see varustatud metallist või kummist ketaste või spiraaliga. Talvel saab kasutada aerurulle.



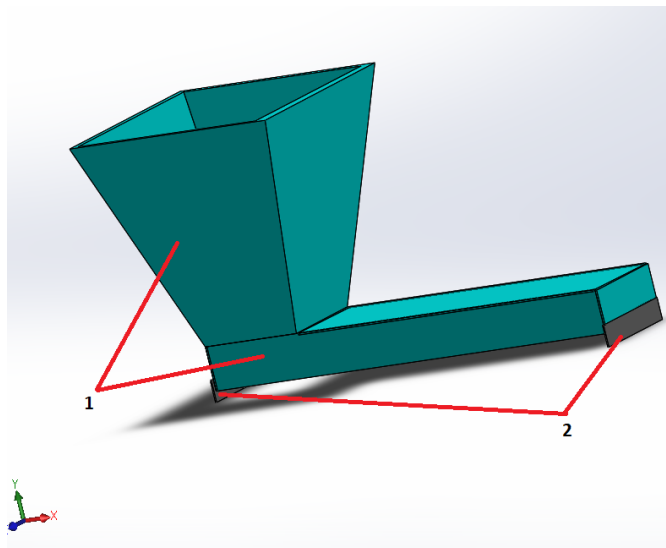
*Sele 3—25 Rullitüübi lindi puhastaja[34]*

Rullitüübi puhastaja ja tehnilised harjad sobivad käsitlemiseks. Autor valis oma projektis **kaabitspuhastajad**, sest nad on odavad, ei vaja elektrit, töötavad kauem, kui teised puhastajad ning ei võta palju ruumi ajamisektsioonis.

## 4. Projekteerimine ja rakendamine

### 4.1 Torukonveieri laadimissektsioon ja mahalaadimissektsioon

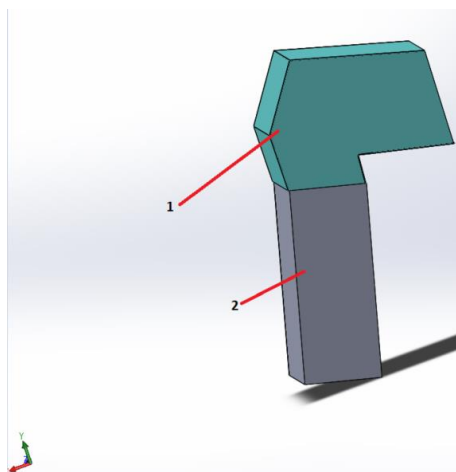
Saepuru laadimissektsioon – sektsioon, kuhu sattub saepuru lindi pealt. Antud juhul on saepuru tolmukujuline, seega sektsioon peab olema kinnise konstruktsiooniga ja kasutama peab kummikinnituseid. Sele 4 – 1 .



Sele 4—1 Laadimissektsiooni konstruktsioon

1. Laadimissektsioon on tehtud rauast S310, 3 – 4 mm
2. Kummikinnitused

Mahalaadimissektsioon – konstruktsioon, mis kaitsetab väljaseadmeid saepurust.

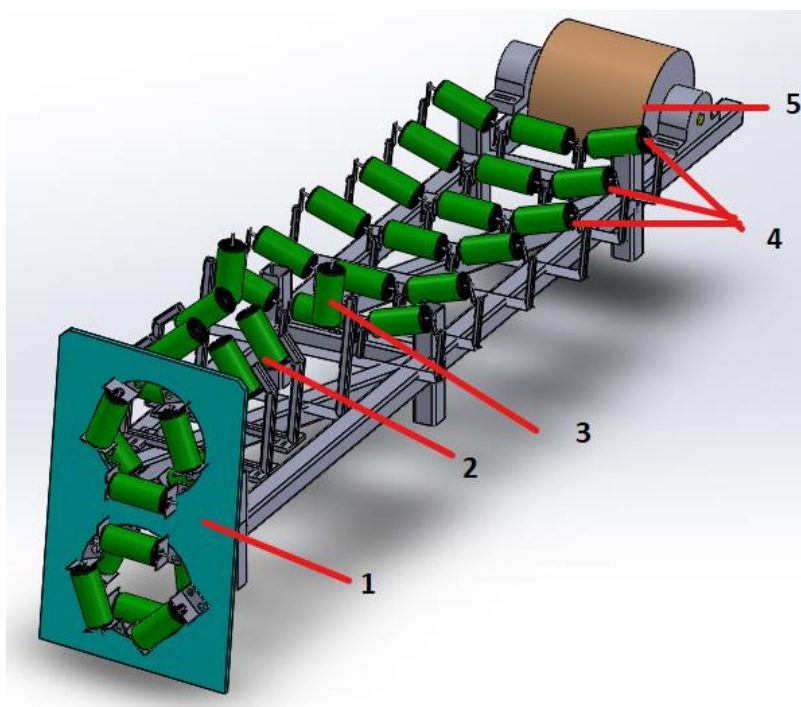


Sele 4—2 Mahalaadimissektsiooni konstruktsioon

1. Mahalaadimissektsiooni konstruktsioon, kus saepuru lindist satub edasi järgmisele konveierile.
2. Ruuduline toru, kus liigub saepuru järgmisele konveierile.

## 4.2 Torukonveieri lineaarsektsiooni valik

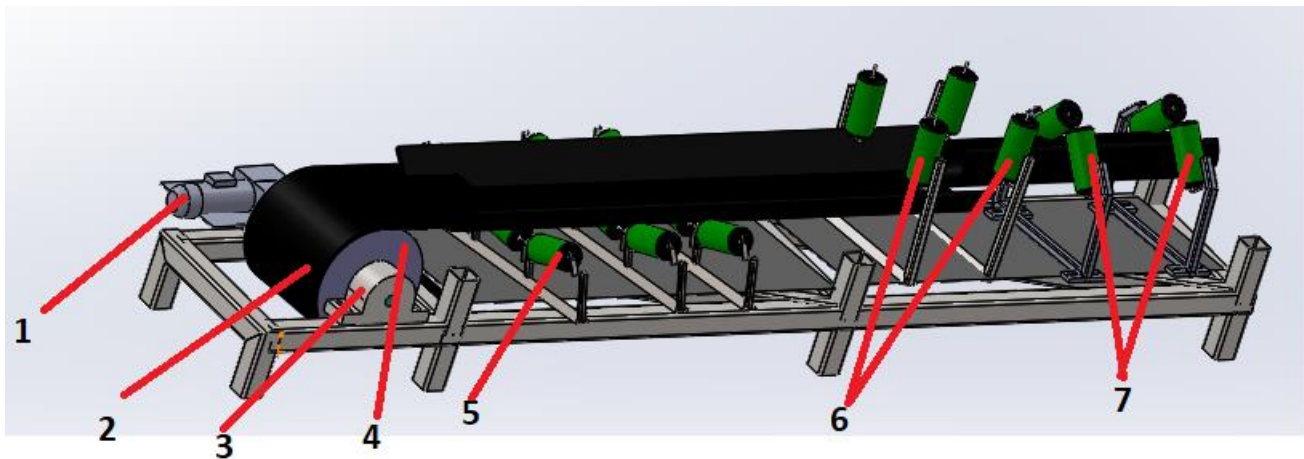
Linti õigeks liikumiseks ja konveieri pikaajaliseks tööks on väga oluline valida õiged tugirullid ja lineaarsektsioon. Sele 4 – 3 näitab lineaarsektsiooni laadimiskonstruktsiooni, aga Sele 4 – 4 näitab lineaarsektsiooni mahalaadimiskonstruktsiooni.



Sele 4—3 Laadimissektsiooni rullitoed ja trummel

Lineaarsektsioon sisaldab:

- 1 Tugirullid - paneel, kus on paigutatud kuus rulli, mis hoiavad linti kokku keeratuna
- 2 Tugirullid - rullid, mis keerutavad linti
- 3 Tugirullid – rullikud, mis annavad lindile suunda
- 4 Idler raam - 30°(kasutatud metalli mark S235JR)
- 5 Pingetrummel, kinnitused  $\varnothing$  500 – 600 – 850

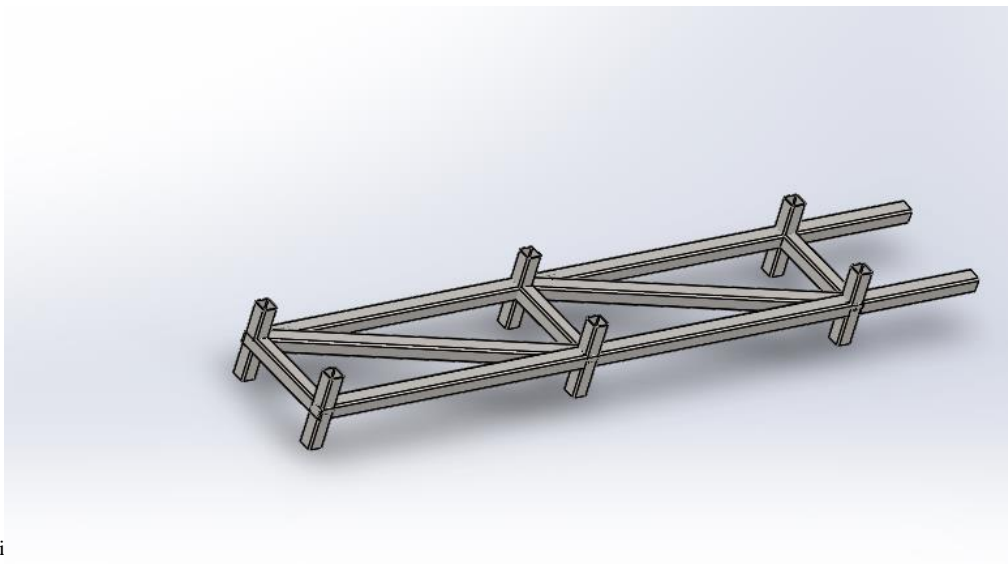


*Sele 4—4 Mahalaadimissektiooni lineaarseksioon*

1. Mootor-reduktor – selle mootori võimsus on 45kW. Valiti koonusmootor-reduktorit
2. Lint – lint on valitud 550 mm laiuse ja 420 m pikkusega
3. Veotrumli kinnitused
4. Veotrummel- on kasutatud  $\varnothing$  400 – 600 – 850
5. Idler raam – koht, kus asuvad tugirullid
6. Tugirullid – rullikud annavad lindile suunda
7. Tugirullid – rullid, mis keerutavad linti

### 4.3 Torukonveieri raami arvutused LEM

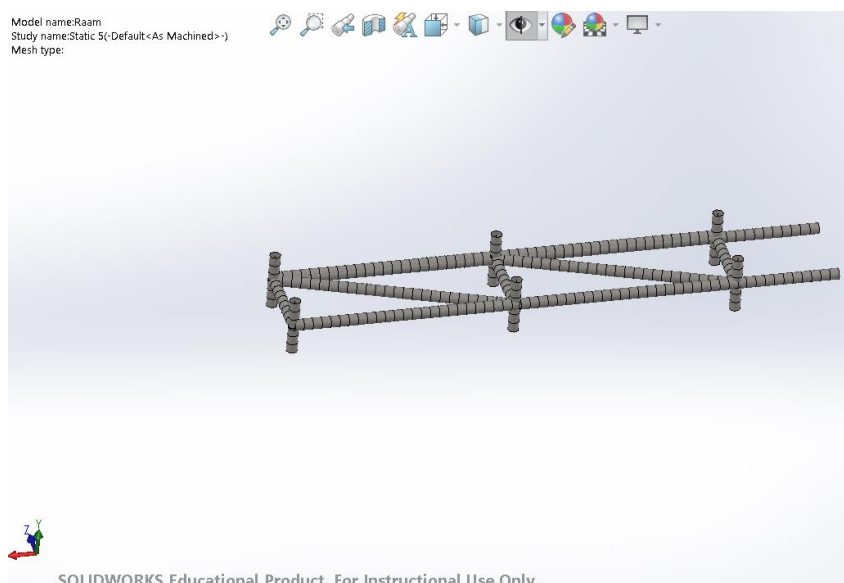
Torukonveieri töö ajal kannab ühte suurtest koormustest raam, millel asub kogu konstruktsioon. Raam on konveieri ehituse lahutamatu osa, kui raam puruneb, siis kogu konveieri konstruktsioon ebaõnnestub, selle edasine töö on saab läbi. Sellise olukorra vältimiseks peab arvutama maksimaalse koormuse, mida raam talub. Sele 4 – 5 näitab raami esimest varianti.



i

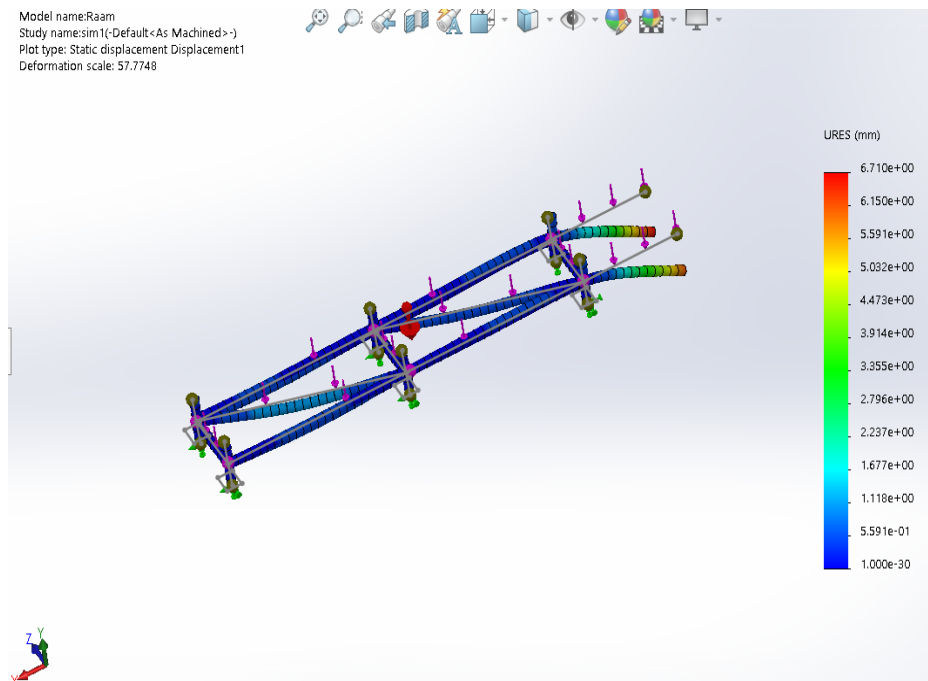
*Sele 4—5 Raami esimene variant*

Töö autor tegi simulatsiooni Solidworksis 2019. Seal on tehtud Mesh, pandud kinnitused, märgitud jõud ja suunad, kuhu liigub see jõud.

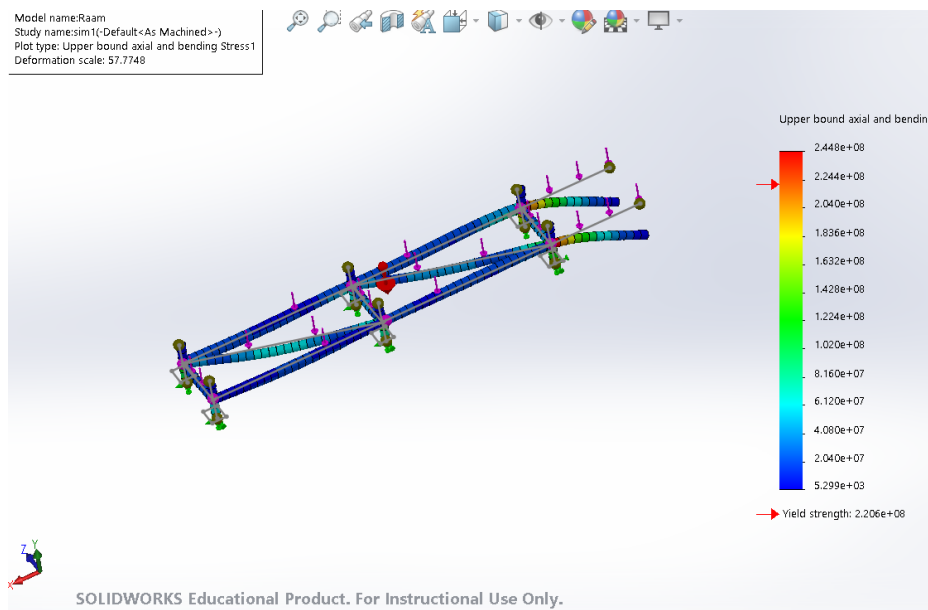


*Sele 4—6 Raami jaoks on tehtud Mesh*

Autor tegi simulatsiooni ja sai järgmise lahenduse, mida saab näha siin: Sele 4 – 7 ja Sele 4 – 8.



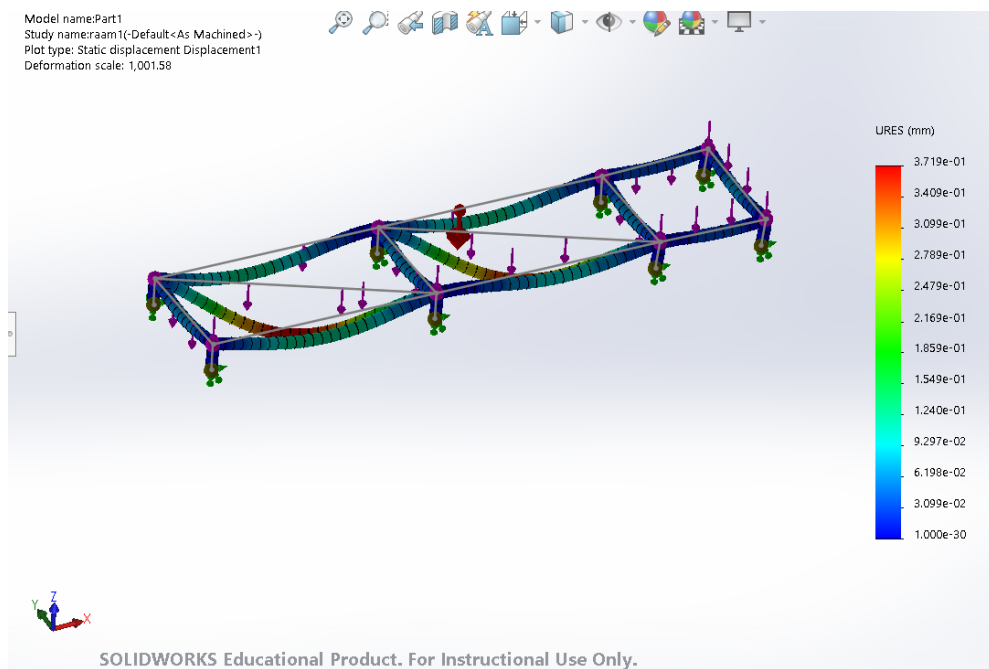
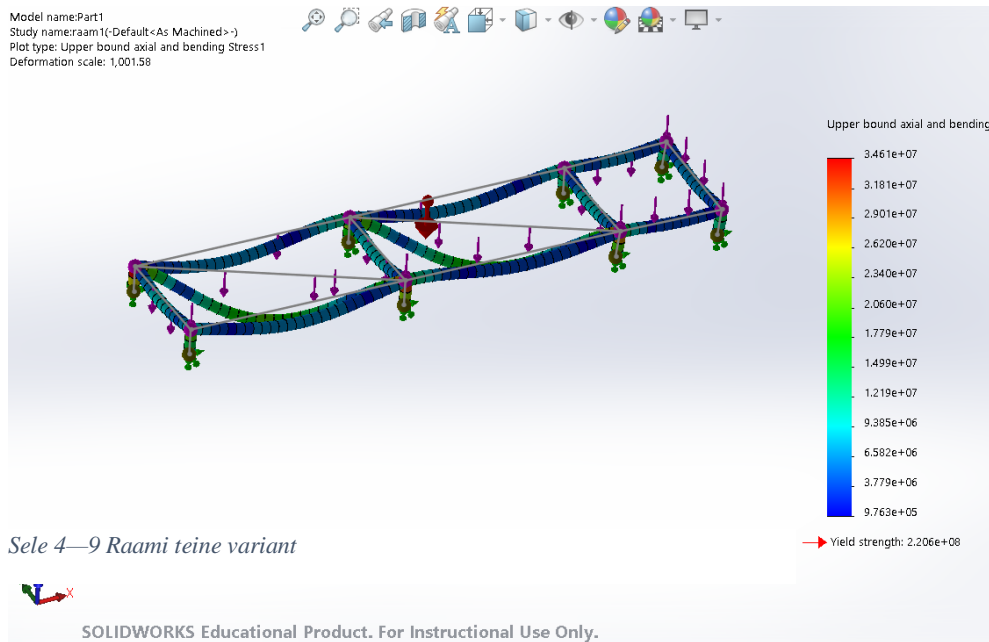
Sele 4—7 Raami static simulatsioon 6621 N/m SolidWorks2019



Sele 4—8 Raami alla stress paneme



See lahendus ei sobi, sest koht kus asub trummel paindub ja võib variseda sisse. Seda kohta on vaja tugevdada, mida projekti autor tegi alltoodud teisel variandil (Sele 4 – 9 ning Sele 4 – 10.)



Sele 4—10 diformatsiooni simulatsioon raami variant 2

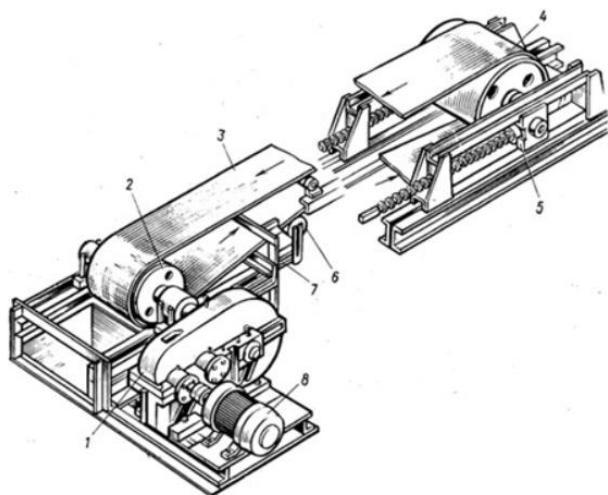
Sele 4-10 näitab, et raam ei purune antud jõu all. See tähehandab, et see raami variant sobib projektile.

## 4.4 Torukonveieri pingutusseksiooni valik

Pingutusseade on vaja lindil pinge tekitamiseks, seda on vaja, et veojõud ajatruumliga edasi anda. Pingutusseade valik sõltub konveieri lindi pikkusest. Trumli käigu pikkus peab olema vähemalt 2 % konveieri kogupikkusest. Pingutusseksioon asub tavaliselt on lõpposas.[36]

Pingutusseade tüübid on järgmised:

Esimene pingutusseade tüüp on **krüvipingutusseksioon**. See on kõige lihtsam ja tavalisem pingutusseadme tüüp. Lindi tööpinge, samuti lindi tsentreerimine konveieril toimub siin krüvipaari abil.

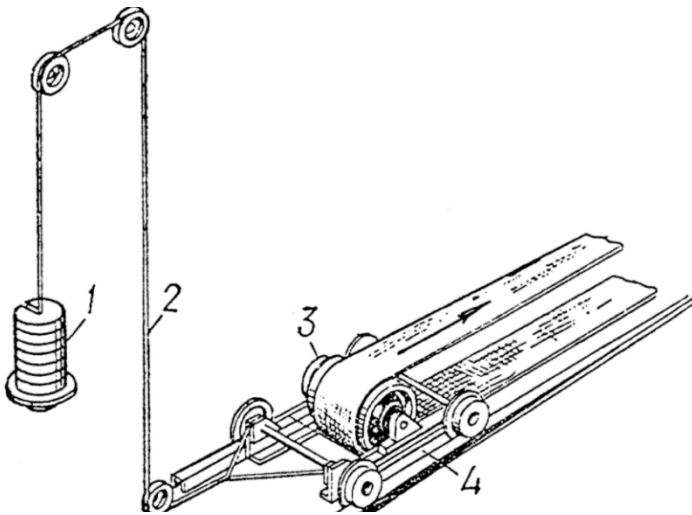


Sele 4—10 Krüvi pingutusseade[36]

1. Reduktor
2. Veotrummel
3. Konveieri lint
4. Pingetrummel
5. Pingutusseade
6. Rullitoed
7. Konveieriraam
8. Elektrimootor

Krüvi pingutusseadmet on lihtne hooldada ja lihtne kasutada, aga ikka on puuduseid. Pärast uue lindi paigaldamist konveierile tuleb linti perioodiliselt pingutada, sest lint pinge ei tule nõrgeneks. Veel üheks puuduseks on pingetrumli lühike käik, sellel juhul tekkivad probleemid pingega.[36]

Teine tüüp on **vintsveopingutusseade**. Sellisel juhul viiakse lindi pingutamise läbi koormuse, mis on riputatud nii, nagu on näha pildil, ja trummel kinnitatakse liikuvale kärule. Alloleval pildil on sellise pingutusjaama ligikaudne skeem. Koorma kaal varieerub sõltuvalt lindi pikkusest, laiuusest, tugevusest, koorma tüübist ja konveieri mahust. [36]



Sele 4—11 Vintsveopingutusseade[36]

1. Last
2. Metalli tross
3. Pingetrummel
4. Pingutusseade

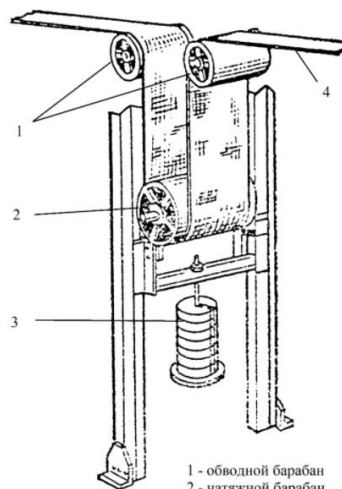
Vintsveopingutusseadme eelised :

- Pole vaja jälgida linti
- Pingetrummel annab suurt käiku

Vintsveopingutusseade puudused on järgmised:

- On vaja palju ruumi
- Konstruktsioon on raskem, kui kruvipingutusseade.

Kolmas tüüp on **veopingutusseade**. Koormuse pingutamise põhimõte on siin sarnane teise tüübi pingutuseadmega, siin liigub pingetrummel koos koormuse ja pingutuseadmega mööda vertikaalseid juhikuid. Seda tüüpi lindi pingutamist kasutatakse tavaliselt pikkadel konveieritel, kalduskonveieritel. Tõmbejõudu kontrollib siin ka koorma kaal. Kasutatakse konveierites pikkusega 100 – 500 m.[36]



Sele 4—12 Veo pingutusseade[36]

1. Kalastustrummel
2. Pingetrummel
3. Last
4. Konveieri lint

Veopingutusseadme eelised:

- pingetrummel pole jäigalt fikseeritud,
- kompenseerib automaatselt veelemendi pikkuse muutuseid
- vähendab tippkoormusi juhusliku ülekoormuse ajal

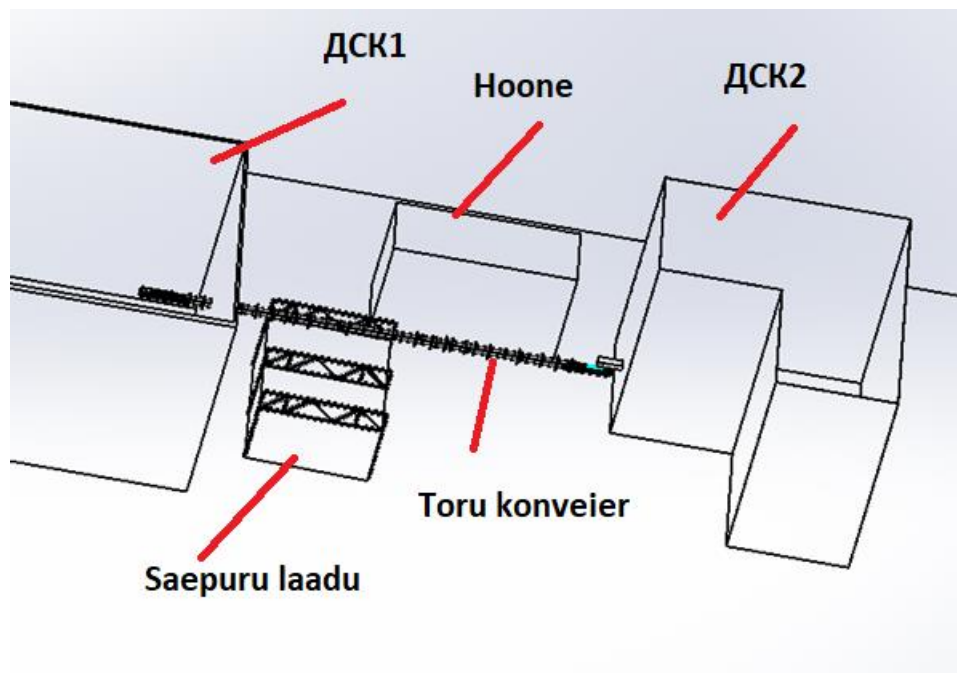
Veopingutusseadme puudused:

- suured mõõtmed
- suur kaubamass
- suured takistused

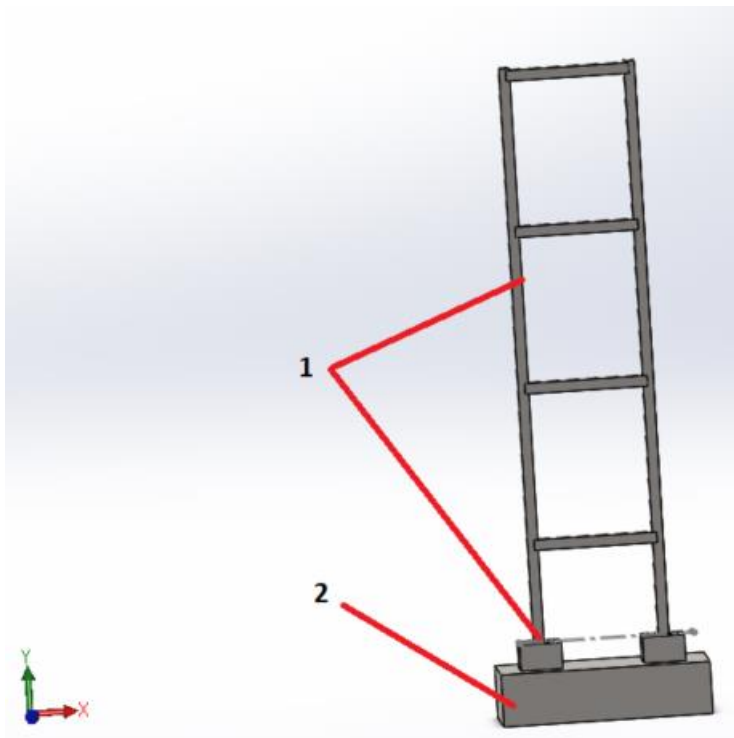
Autor kasutab oma töös veopingutusseadme, kuna konveieri pikkus on 200 meetrit, veopingutusseade kompenseerib automaatselt veelemendi pikkuse muutuseid, see vähendab hooldus kulusid ja garanteeritult suurendab eksploatatsiooni aega. Lindi laius on 550mm, lisakoormus on 1900N, koormuse arv on 18 tk , mass on 240 kg. Andmed on võetud tabelist 1. [37]

## 4.5 Torukonveieri rakendamine

Selguse huvides on esitatud Sele 4 - 15. Seal on näha, kus torukonveier umbes asub. DSK 2-st tuleb lintkonveier, mis puistab saepuru torukonveieri laadimisosasse, kus materjaliga lint läbib rullikuid ja keerdub torusse ning liigub läbi lao otse DSK 2-sse, kus ta juba puistab saepuru järgmisse konveierisse, mis segab saepuru ja põlevkivi põlemiseks energiaploki katlasse 11.

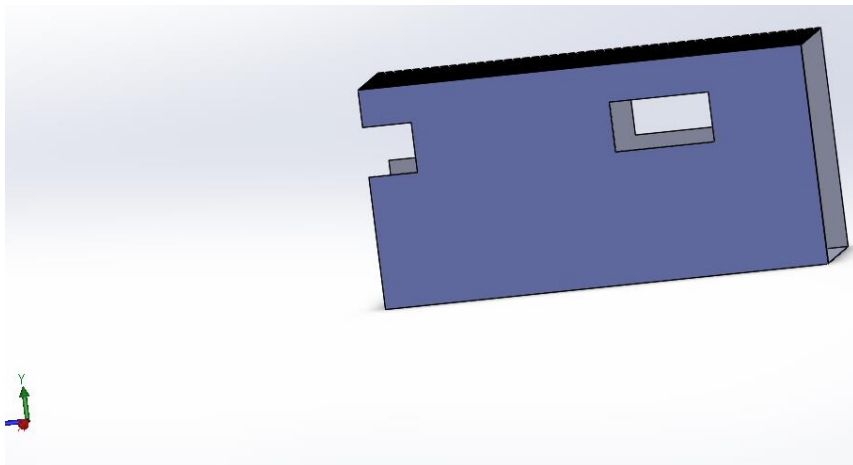


Sele 4—13 Kogu skeem, kus on joonistatud hooned ja torukonveier SolidWorksis2019

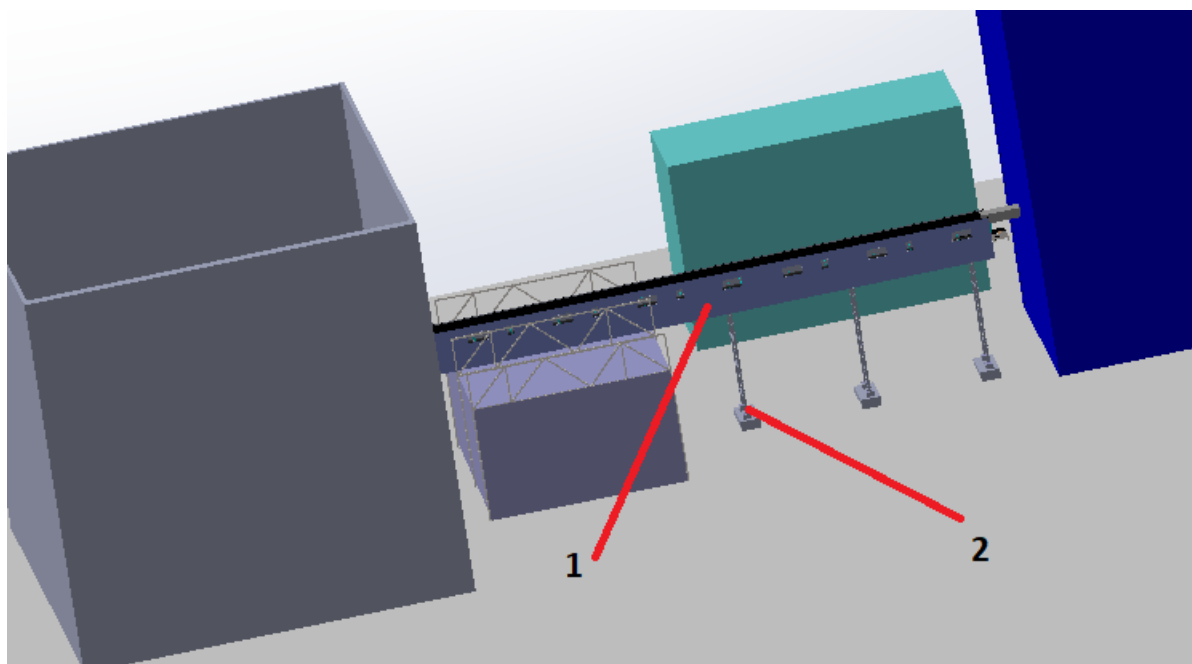


*Sele 4—14 Torukonveieri kinnitus*

1. Kinnitus on tehtud terasest S355
2. Vundamenti osa



*Sele 4—15 Torukonveieri korpus*



*Sele 4—15 Lisatud korpuse kinnitused.*

1. Konveieri korpus

2. Konveieri kinnitus

Kogu konstruktsioon asub õues, seega kui tuleb talv, siis on vaja soojendada konveierit, sest kui rullide rasv kõveneb ja rullid lakkavad pöörlemast, peatab see terve konveieriliini. Sele 4 – 18 näitab, kus asub ise uus konveier korpuste ja kinnitustega plaanil.

## 5. Majanduslik analüüs

Tabel 8 Torukonveieri seadme maksumus

	Nimetus	Model	Hulk	Hind(euro/tk)	Kokku
1	Lint	Conti-Tech HS – 420m Rollgurt 1000/4 G K2		40	16800
2	Mootor-reduktor	KR873-225M/4	1	5500	5500
3	Sõrmrullikud	20254 / 108 / 600 / 6204	32	25	800
4	Idler raam ja tugirullid	20254 / 108 / 200 / 6204	12	200	2400
5	Panel silerullidega		159	400	63400
6	Ankrupoldid		40	30	1200
7	Veotrummel	Ø 400 – 600 – 850	1	830	830
8	Pingetrummel	Ø 500 – 600 – 850	1	500	500
9	Pingesektsioon		1	2000	2000
10	Torukonveieri lindi puhastaja		1	500	500
11	Kiiruse andur	Turk NI50-CO80- FDZ30X2	1	110	110
				<b>kokku</b>	<b>94040€</b>

### Konstruksiooni arvutused

Solidwoksis on näha, et joonestatud torukonveieri konstruktsioon kaalub 60459kg

Hind tootmiseks ühe killogrammi kohta on 3 euro/kg

Siis:

$60459 * 3 = 181377$  euro – metallist konstruktsiooni maksumus



## Kokku torukonveieri kulud

Tabel 9 Kogu kulud torukonveieri ehitamiseks

Nimetus	Hind (eur/tunnis)	
Töötaja kulud	14 euro/tunnis	16800
Projekterija kulud	28 euro/tunnis	6720
Seadmed kulud		94040
Metalikonstruktsiooni kulud		181377
Betooni tööd		10000
Üldkulud		61787
Kokku		370724 €

Autori arvutused näitavad, et torukonveier maksab umbes 370724 euro , kõik kulud on esitatud tabelis 8 ja 9..

## Kokkuvõte

Magistritöös on valitud saepuru transportimiseks Narva Balti elektrijaamas DSK2-lt DSK1-le kõige mugavam konveieritüüp. Kui tarbimine hakkab kasvama, siis autori mõeldud viis on kasumlikum, kui buldooseriga transportimine, kuna buldooser suudab edastada mitte rohkem kui 10 t / h.

Selle probleemi lahendamiseks oli valitud viis konveierit: lintkonveier, kraapkonveier, sicon konveier, torukonveier, kruvikonveier. Võrdlustabeli põhjal autor valis torukonveierit. Torukonveieri ehitamiseks ja rakendamiseks on tehtud arvutused, mille põhjal on valitud järgmised torukonveieri komponendid ja parameetrid:

Lindi pingesüsteem ja lindi laius

Rulli suurus

Mootor – reduktor ja mootori võimsus

Paneelide arv kogu piirkonnas

Koormus lindile.

Samuti autorkujundas raami, mis hoiab tugirulle, linti, trummlit, mootor – reduktorit.

See magistritöö teema oli autori jaoks uus ja tundmatu ning Eesti Energias pole kunagi kasutatud torukonveiereid. Peamiselt nende lihtsuse tõttu kasutatakse lintkonveiereid, selliste konveierite peamine probleem on selle avatus, kuna transporditakse kas põlevkivit või saepuru. Transportimise ajal põlevkivi ja saepuru satuvad väliseadmetesse ja teevad katki neid, samuti põlevkivi- ja saepurutolm halvasti mõjub tervisele, seega autor valis kinnise konveieri.

Torukonveier on väga sarnane lintkonveieriga. Autor ei olnud varem konveierite projekteerimisega seotud, seega selleks, et lahendada probleemi, autor suhtles tihedalt Eesti Energia arendusosakonnaga, kus esitas oma kommentaare torukonveieri rakendamise ja kujundamise kohta ning uuris ka interneti-ressursse ja torukonveieri projekteerimise käsiraamatuid. Kõik joonised olid loodud Solidworksis, samuti autor on teinud seal raami, koormuste arvutusi ja raami deformatsiooni simuleerimist LEM-i koormuse all.

Torukonveieri ehituseks ja rakendamiseks Narva Balti Elektri jaamas projekti autor tegi majanduslikku analüüsi, kus ta näitas, et torukonveieri seadmed maksavad: 94 040 eurot, metalli konstruktsioon maksab 181 377 eurot, betoonitööd maksavad 10 000 eurot, projekterija saab 6 720 eurot, töötajad saavad 16 800 eurot ja üldkulud on 61 787 eurot ja kokku saab 370 724 eurot.

## Summary

The topic of the master's thesis has been chosen for transporting bio fuel at Narva Baltic power plant, from DSK2 to DSK1, the most convenient way to transport bio fuel is on a conveyor. And if consumption increases, it is more profitable than transport by bulldozer, because the bulldozer can deliver no more than 10 t / h.

Five conveyors have been chosen to solve this problem: beltconveyor, scrapconveyor, sicon, pipeline conveyor, screw conveyor. A pipeline conveyor was selected from this list on the basis of a comparison table. In order to build a tubular conveyor that meets the work requirements, calculations were made on the basis of which the components of the tubular conveyor were selected, for example:

Belt tension system and belt width

Roll size

Engine – reducer and engine power

Number of panels in the whole area

Load on the belt.

A frame was also designed to hold the support rollers, tape, drum, motor - reducer.

This master's thesis topic was new and unknown to me, and where the author works, pipe conveyors have never been used, mainly due to their simplicity, the main problem of such conveyors is openness, as either oil shale or sawdust is transported until biofuel. During transport, powdered oil shale and bio fuel enter and break external equipment, as well as oil shale dust and bio fuel have a detrimental effect on the health of maintenance personnel. Therefore the author chose a closed conveyor.

The pipe conveyor is very similar to a belt conveyor. Many belt conveyor equipment was used in the project. The author of the project has not previously been involved in conveyor design to solve a problem with which he interacted closely with the development department, which commented on the implementation and design of the tubular conveyor and also researched Internet resources and design conveyor belt manuals. All drawings were made in SOLIDWORKS, as well as frame load calculations and simulation of LEM frame loads were performed there. An economic analysis has been performed for the construction and implementation of the pipeline conveyor at Narva Balti Power Plant where the author shows that the pipeline conveyor equipments costs 94040 euro, metal construction costs 181377 euro, concrete works costs 10 000 euro, projector costs 6720 euro, employees 16800 euro, another 61787 euro costs and total costs 370724 euro.

## Kasutatud kirjandusallikad

1. Kirjaldus lint-sicon konveier [ONLINE]  
[http://qbelts.ru/catalog/speconbelts/closed\\_conveyor\\_sicon/](http://qbelts.ru/catalog/speconbelts/closed_conveyor_sicon/)  
(20.02.2021)
2. Kirjaldus toru-lint konveier: [ONLINE]  
<https://internationalconference.ru/images/PDF/2018/47/the-transportation.pdf>  
(20.02.2021)
3. Lintkonveieri kirjeldus:  
[ONLINE][https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9\\_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D0%B9%D0%B5%D1%80#](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D0%B9%D0%B5%D1%80#)  
(21.02.2021)
4. Lintkonveieri kirjeldus ja sisaldus: [ONLINE]  
<http://www.amt-k.ru/news/konveer-lent.html>  
(21.02.2021)
5. Lintkonveieri kirjeldus[ONLINE]  
<https://bpsa.by/oborudovanie-dlya-transportirovki-zerna-i-zernoproduktov/lentochnye-konveiry.html>  
(21.02.2021)
6. Toru lintkonveieri kirjeldus[ONLINE]  
<https://www.continental-industry.com/getmedia/7672bdb4-5b4a-4445-9dcc-05595af76ca5/CBG9016-En-Conti-Pipe.pdf>  
(22.02.2021)
7. Toru-lintkonveier kirjeldus [ONLINE]  
<http://www.ckit.co.za/right-index/tech-focus/belt-guide/new-belt-guidance.htm>  
(22.02.2021)
8. Kruvikonveier kirjeldus [ONLINE]  
<http://m.ee.xiangshengmachinery.com/auxiliary-equipment/feed-screw-conveyors.html>  
(22.02.2021)
9. Kraapkonveier kirjeldus [ONLINE]  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D1%80%D0%B5%D0%B1%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9\\_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D0%B9%D0%B5%D1%80](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D1%80%D0%B5%D0%B1%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D0%B9%D0%B5%D1%80)  
(22.02.2021)
10. Kraapkonveieri eelised ja puudused [ONLINE]  
<http://ukzto.kz/stati/konvejer-skrebkovyj-preimushchestva-i-nedostatki.html>  
(22.02.2021)
11. Tehnikal karakteristikata lint-konveieri[ONLINE]  
[http://www.graintech.com/equipment/transportnoe\\_oborudovanie/lentochnye\\_transportery/](http://www.graintech.com/equipment/transportnoe_oborudovanie/lentochnye_transportery/)  
(28.03.2021)
12. Toru lint konveier kirjeldus [ONLINE]  
<https://www.continental-industry.com/getmedia/a0715082-c0ec-4600-890e-e26e4f1ced76/CBG9016-Ru-Conti-Pipe.pdf>  
(28.02.2021)
13. Saepuru tehniline kirjeldus [ONLINE]  
<http://tehnopost.kiev.ua/drova/30-plotnost-shcepi.html>  
(28.02.2021)

14. Torukonveieri rullikud kirjeldus [ONLINE]  
<https://www.continental-industry.com/en/solutions/conveyor-belt-systems/material-handling/enclosed-conveyor-belts/products/product-range/contipipe-conveyor-belts>  
 (10.03.2021)
15. Lindi laius arvutamine [ONLINE]  
<https://studfile.net/preview/4175981/page:4/>  
 (13.03.2021)
16. Новые решения по использованию лент общепромышленного назначения для перемещения насыпных материалов/ Uued lahendused lintide kasutamiseks tööstuslikul otstarbel puistematerjalide teisaldamiseks С. Я. Довыдов (2013)  
 (19.03.2021)
17. Моделирование рабочих процессов и проектирование ленточных конвейеров /Tööprotsesside modelerimine ja projekterimine lint konveierid А. В. Лагереv, Е. Н. Толкачëв, К. А. Гончаров (2017)  
 (19.03.2021)
18. В.Г. Дмитриев, Н.В. Сергеева ТЯГОВЫЙ РАСЧЕТ ЛЕНТОЧНЫХ ТРУБЧАТЫХ КОНВЕЙЕРОВ (2009)
19. О.В.Зеленский, А.С.Петров. (1986). Справочник по проектированию ленточных конвейеров.
20. Motori üldinfo [ONLINE]  
[https://tehprivod.su/katalog/elektrovdigateli?PAGEN\\_12=28](https://tehprivod.su/katalog/elektrovdigateli?PAGEN_12=28)  
 (21.03.2021)
21. Lintide üldinfo[ONLINE]  
<http://avtokomtg.com/catalog/komplektuyushie-dlya-konvejeroiv-i-rifl/>  
 (21.03.2021)
22. Ajam kirjeldus [ONLINE]  
<https://et.wikipedia.org/wiki/Ajam>  
 (31.03.2021)
23. Trumli üldinfo [ONLINE]  
<https://intmash.com/barabany/>  
 (1.04.2021)
24. Trumli arvutamine [ONLINE]  
<https://www.isuct.ru/sites/default/files/department/ighu/ktmio/36.pdf>  
 (2.04.2021)
25. Toru konveieri kirjeldus [ONLINE]  
<https://docplayer.ru/35414209-K-t-n-a-minkin-contitech-k-t-n-m-dilefeld-takraf-i-inzh-v-fisher-contitech.html>  
 (2.04.2021)
26. Toru konveieri seadmed valimine [ONLINE]  
[https://xn--c1ahwb.xn--p1ai/uploadedFiles/files/Katalog\\_28.22.17.111.019022-2017\\_Lentochnye\\_konveyera.pdf](https://xn--c1ahwb.xn--p1ai/uploadedFiles/files/Katalog_28.22.17.111.019022-2017_Lentochnye_konveyera.pdf)  
 (4.04.2021)
27. Rullide kataloog [ONLINE]  
[http://www.transroll.cz/obrazky-soubory/katalog\\_ru\\_novy-b9afe.pdf?redir](http://www.transroll.cz/obrazky-soubory/katalog_ru_novy-b9afe.pdf?redir)  
 (4.04.2021)
28. Kuumvulkaniseerimine [ONLINE]  
<http://comrti.ru/goryachaya-vulkanizatsiya>  
 (4.04.2021)
29. Külmvulkaniseerimine [ONLINE]

- <https://www.3bhungaria.com.ua/new/167-metod-kholodnoj-vulkanizatsii-konvejernoj-lenty>  
(4.04.2021)
30. Mootor – reduktori kataloog [ONLINE]  
[https://www.transtekno.com.ua/catalogues/Transtecno\\_CAT\\_2013\\_ru\\_web.pdf](https://www.transtekno.com.ua/catalogues/Transtecno_CAT_2013_ru_web.pdf)  
(4.04.2021)
31. Koonus mootor – reduktor üldinfo [ONLINE]  
<https://tech-privod.com/index.pl?act=PRODUCT&id=1394>  
(6.04.2021)
32. Mehaaniline linti ühendamise [ONLINE]  
[http://girnyk.dn.ua/publ/tekhnika/remont\\_konvejernykh\\_lent/12-1-0-2559](http://girnyk.dn.ua/publ/tekhnika/remont_konvejernykh_lent/12-1-0-2559)  
(10.04.2021)
33. Ankrupoltide üldinfo [ONLINE]  
<http://fundamentprofi.ru/izgotovlenie-fundamenta/ankernye-bolty/>  
(10.04.2021)
34. Lindipuhastaja üldinfo [ONLINE]  
<https://web.snauka.ru/issues/2016/12/76286>  
(11.04.2021)
35. Ankrupoltide arvustused [ONLINE]  
<https://ncma.org/resource/design-of-anchor-bolts-embedded-in-concrete-masonry/>  
(14.04.2021)
36. Pingutuseade üldinfo [ONLINE]  
[https://elastictrade.ru/tension\\_station/](https://elastictrade.ru/tension_station/)  
(21.04.2021)
37. VeoPingutusseade info [ONLINE]  
<http://www.zavodko.ru/catalog/komplektuyushchie-konveiera/natyazhnye-ustroystva/gruzovye.html>  
(21.04.2021)

