



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
INSENERITEADUSKOND  
Virumaa kolledž

**Rullkonveieri moderniseerimine Fortako OÜ näitel**  
**Modernization of the roller conveyor on the example of Fortako OÜ**

Masinaehitus- ja energiatehnoloogia protsesside juhtimine  
ÕPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Kirill Rogaten

Üliõpilaskood: 193054

Juhendaja: Veronika Shirokova,  
vanemlektor

# 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.

"22" mai 2023.

Autor: Kirill Rogaten  
/ digiallkiri /

Töö vastab rakenduskõrgharidusõppe lõputööle/magistritööle esitatud nõuetele  
"22" mai 2023.

Juhendaja: Veronika Shirokova  
/ diallkiri /

Kaitsmisele lubatud  
"22" mai 2023.

Kaitsmiskomisjoni esimees Veronika Shirokova  
/ nimi ja digiallkiri /

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

Mina Kirill Rogaten (sünnikuupäev: 28.08.2000)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Rullkonveieri moderniseerimine Fortaco OÜ näitel mille juhendaja on Veroonika Shirokova,
  - 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:** Kirill Rogaten, 193054

Õppekava, peaariala: EDJR Masinaehitus- ja energiatehnoloogia protsesside juhtimine

Juhendaja(d): Vanemlektor, programmijuht, Veroonika Shirokova,  
veroonika.shirokova@taltech.ee

Konsultant: Tatjana Baraškova, Vanemlektor

TalTech Virumaa kolledž, [tatjana.baraskova@taltech.ee](mailto:tatjana.baraskova@taltech.ee)

### Lõputöö teema:

(eesti keeles) Rullkonveieri moderniseerimine Fortako OÜ näitel

(inglise keeles) Modernization of the roller conveyor on the example of Fortako OÜ

### Lõputöö põhieesmärgid:

- Konstrueerida vabajooksu konveieri, lähtudes töötingimustest ettevõttes;
- Joonestada rullkonveier, valida laagrid ja teostada nende tugevusanalüüs;
- Pakkuda moderniseerimisvõimalusi, ehk teha motoriseeritud konveier.

### Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Töö kirjandusega	01.02.2023
2.	Mootori, laagrite ja rullkonveieri arvutused	01.03.2023
3.	Modelleerimine ja joonised	01.04.2023
4.	SolidWorksi simulatsiooni loomine ja koormuste arvutamine	01.05.2023
5.	Vormistamine	20.05.2023

**Töö keel:** eesti keel

**Lõputöö esitamise tähtaeg:**

“22”mai 2023a

**Üliõpilane:** Kirill Rogaten

/allkiri/

“22”mai 2023a

**Juhendaja:** Veroonika Shirokova

/allkiri/

“22”mai 2023a

**Konsultant:** Tatjana Baraškova

“22”mai 2023a

/allkiri/

**Programmijuht:** Veroonika Shirokova

/allkiri/

"22"mai 2023a

# SISUKORD

EESSÕNA .....	7
SISSEJUHATUS .....	8
1. KONVEIERLAHENDUSED TOOTMISES .....	9
1.1 Rullkonveierite tüüpid ja kasutusala .....	9
1.1.1 Vabajooksu rullkonveierid.....	9
1.1.2 Motoriseeritud rullkonveierid.....	11
1.2 Rullkonveierid pneumoajamiga.....	11
2. RULLKONVEIERI PROJEKTEERIMINE .....	13
1.1 Konveieri valiku kriteeriumid.....	13
1.2 Rullkonveieri laagri valik ja tugevusanalüüs .....	15
3 KONVEIERI OPTIMISEERIMISE VÕIMALUSED .....	17
3.1 Mootori valik.....	17
3.2 Reduktiori valik.....	21
KOKKUVÕTE .....	22
SUMMARY.....	23
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU .....	24
LISAD .....	25
LISA 1 Rulli ja võlli detail- ka koostejoonised .....	26
LISA 2 Arvutused MatLAB tarkvaras .....	29
LISA 3 Rullkonveieri joonis ja üldine välimus.....	35
LISA 4 Kaks osa rullkonveieri jalaste joonised .....	38
LISA 5 Rullkonveieri tugiraami joonised.....	45
LISA 6 Võlli joonised .....	51
LISA 7 Kõrgusfikseri joonised.....	54

## **EESSÕNA**

Diplomitöö idee leidis aset autori praktika ajal aastal 2022. aasta Fortaco Eesti OÜ ettevõttes. Konstruktorite osakonnas oli pakkuda mitu ideed, millest valitud just konveieri temaatika.

TalTech Virumaa kolledži praktika kaitsmise ajal õppejõududega konsulteerimisel, selgus, et vabajooksu konveierid on hetkel väga aktuaalsed. Soovin avaldada tänusõnad konsultandile vanemlektori Tatjana Baraškova arvutuste meetodika valimise, arvutuste korrigeerimise ja toetuse eestkatsel jagasin oma kogemusi ja projekte lektoritega. Samuti tänan oma juhendajat vanemlektori ja programmijuhti Veroonika Shirokovat suure abi eest lõputöö koostamisel ja koordineerimisel.

Võtmesõnad: rullkonveierid, vabajooksu konveier, FEM analüüs, ajami arvutus, diplomitöö

## **SISSEJUHATUS**

Fortaco OÜ on rahvusvaheline ettevõtte, mis on spetsialiseerunud metallikomponentide ja koosteüksuste tootmisele erinevatele tööstusharudele, rasketele maastikutehnikatele ja laevaehitusele. Selle üheks tootmistegevuse kohaks on Narva linn.

Fortaco OÜ toodab mitmesuguseid metallkomponente ja montaažühikuid, nagu keeviskonstruktsioonid, teraskorpused, raamid, juhtpaneelid ja muud metalltooted.

Tsehhis, kus toorikud olid metallist välja lõigatud, asub rullkonveier, mis võttis lintsaetorude toorikuid. See oli liiga madal ja rullikute vahe liiga suur, mille tõttu väikesed toorikud kukkusid alla ja kahjustasid põrandat ning suured, kukkudes vanale rolgangile, said ebaühtlase löikega. Seega, diplomitöö eesmärgiks on konstrueerida nõuetele vastav rullkonveier ning pakkuda ka selle moderniseerimise võimalusi. Diplomitöö alameesmärkideks oli kõrguse regulaatorite lisamine ja rullide arvu suurendamine ning hiljem ka kettülekandega mootori lisamine, et tagada töötajate maksimaalne turvalisus raskuste käsitsi teisaldamise eest ja kiirendada tehnoloogilist protsessi.

Samuti tuleb märkida, et algselt oli tootmiseks vaja ajamita konveierit. Tööpraktika juht ja töölised ise sellist nõuet ei esitanud ja ajamiga konveierit ei vajanud. Initsiatiiv mootori lisamiseks tuli välja selle projekti valikul lõputöö teemaks. Praegu kasutatakse juba konveierit, millega lasti liigutatakse tööliste poolt, kes jälgivad toorikute lõikamist. Ajami lisamine on täiendav modifikatsioon, mille otsus tehti juba pärast Fortaco harjutamist.

Diplomitöö koosneb kolmes peatükist, eesti ja inglise keelsest kokkuvõttest, kasutadid kirjanduse loetelust ja joonistest. Esimeses peatükis on kirjeldatud rullkonveierite tüüpe ja nende kasutamise võimalusi.

Teine peatükk on pühendatud konveieri valiku põhjendusele ning on tehtud laagrite valik ja simulatsioon SolidWorksi tarkvaras.

Kolmandas peatükis on toodud antud konveieri moderniseerimise võimalusi ja ettepanekuid, näidatud mootori valik ja arvutusi. Lisad sisaldavad konveieri koostejoonist ja detailjooniseid.



# 1. KONVEIERLAHENDUSED TOOTMISES

Tööstusettevõtetes kauba tootmine nõuab selle liigutamist ja sorteerimist laoruumides. Sellise protsesside automatiseerimisega saavad rullkonveierid hästi hakkama. See on konveierite rühm, mida laialdaselt kasutatakse tööstuses (erinevates valdkondades). Tänu nende mitmekülgsele selliseid masinaid saab väga lihtsalt adapteerida uute ülesannete lahendamiseks. [1]

Rullkonveierid kujutavad ennast mehhanismi, mis teisaldab erinevaid üksikuid detailid või kauba. Neid kasutatakse erinevates tööstusharudes, alates farmaatsiast kuni raske tööstuseni. Konveierite lai kasutamine seletatakse nende lihtsa ekspluatatsiooni ning erinevate masside, raskuse ja mõõtudega kaupade teisaldamise võimalustega. [2]

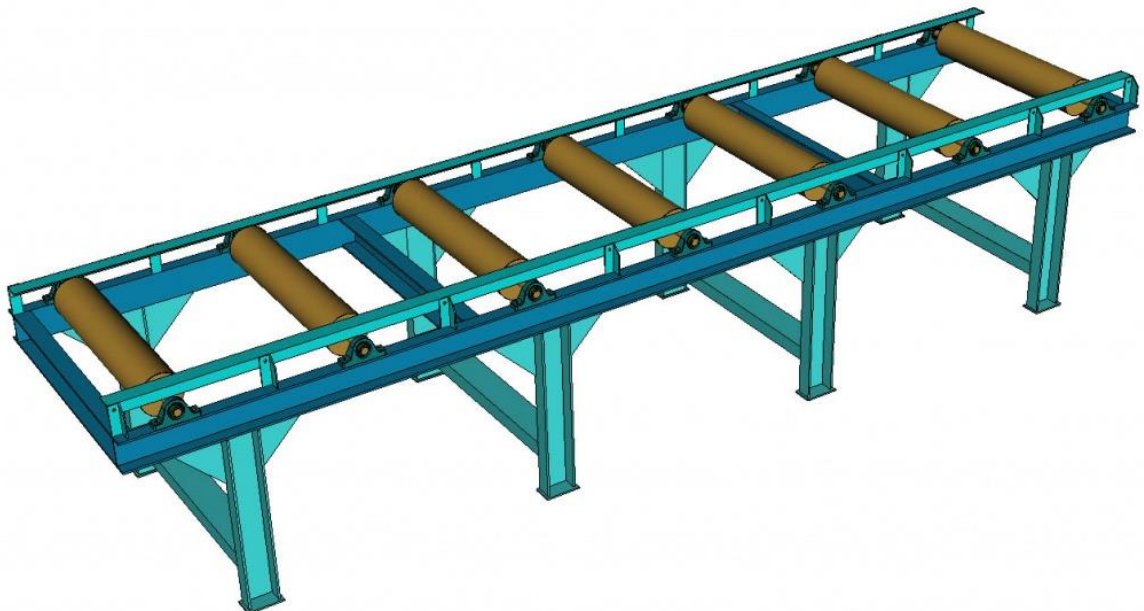
## 1.1 Rullkonveierite tüüpid ja kasutusala

Sõltuvalt kasutusala rullkonveierid liigitatakse kaheks põhitüübiks [3]:

- a) motoriseeritud
- b) vabajooks

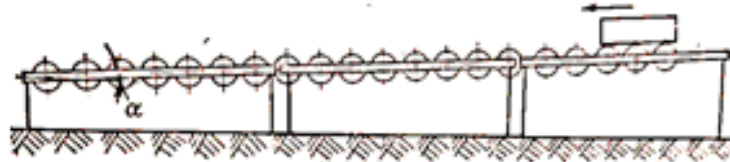
### 1.1.1 Vabajooksu rullkonveierid

See on lihtsa konstruktsiooniga konveierid ilma mootorita (vt joonis 1.1). Nende abil teiseldatakse tavaliselt üksikuid detaile, nagu karbid, lastialused, kastid jne. Kauba liigutamist teostatakse kas käsitsi või raskuskiirendusega, kui konveier on paigaldatud teatud nurga all. Viimaste konveierite tüübiks on tasapind, toru või renn, mille peal liigub kaup. Renni kaldenurga määratakse hõõrdeteguriga tema pinna ja materjali vahel ning loomuliku kallaku järgi.



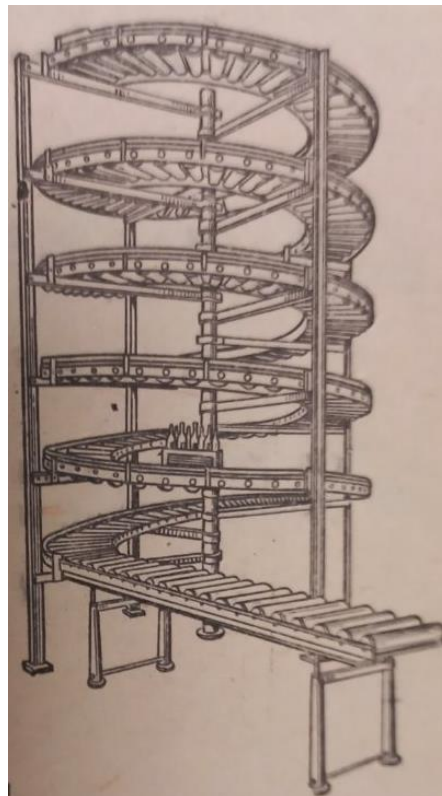
Joonis 1.1 Vabajooksu rullkonveier 3D mudel [1]

Tavaliselt antud konveier koosneb rullikute kogumist, mis on paigaldatud raami peal (vt joonis 1.2). Selliseid konveierid konstrueeritakse eraldi sektsioonidest pikkusega 2-3 m. Rullikud alghetkel on liikumatu olekus. Kui kaup rullub, nende joonkiirus suureneb nullist kuni nominaalväärtuseni. Kui kauba teisaldamine lõppes, rullikud peatuvad veerehõõre mõjul. Kui kaupade vaheline kaugus on suur, siis rullikud võivad üldse seisma jääda. [4]



Joonis 1.2 rullkonveieri skeem [4]

Konveieri kaldenurk sõltub mitte ainult kauba tüübist, vaid ka konveieri koormuse režiimist. Antud nurga vähendamiseks on vaja vähendada rullikute massi, hõõrdekaod ning suurendada rullikute massi. [4]

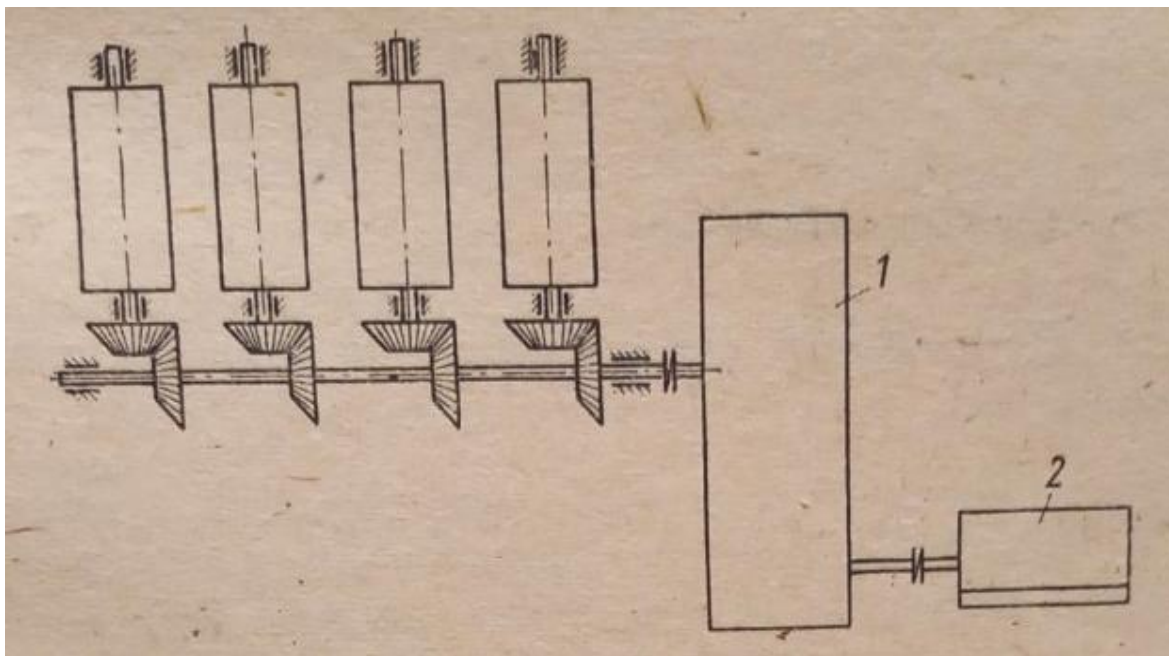


Joonis 1.3 Spiraalikujuline rullkonveier [4]

Kui kaup teisaldatakse suurest kõrgusest, ruumi kokkuhoidmiseks kasutatakse spiraali kujulised rullkonveierid (vt joonis 1.3). Et kaup sealt maha ei kukkuks, rullikud paigaldatakse spiraali pöördekohtades kaldu. Juhul, kui on vaja kauba edastatakse suurele kaugusele, siis kasutatakse rullkonveierite süsteeme ja lühikesi lintkonveiereid. [4]

### 1.1.2 Motoriseeritud rullkonveierid

Paljudes tööstusettevõtetes on kasutusel motoriseeritud rullkonveierid (vt joonis 1.4). Antud juhul rullikuid pannakse tööle ajami abil. Selliste masinate abil saab kauba teisaldada piki erinevaid trajektoore. Kui rullikud on väga koormatud, siis kasutatakse integreeritud ajamid.



Joonis 1.4 Motoriseeritud rullkonveieri skeem: 1 – reduktor; 2 – motor [4]

Konveieri ajami varustuseks võivad olla järgmised variandid:

- Rihmülekanne
- Kettülekanne
- Hammasülekanne

Konveieri konstruktsioon sõltub ka selle kandevõimest:

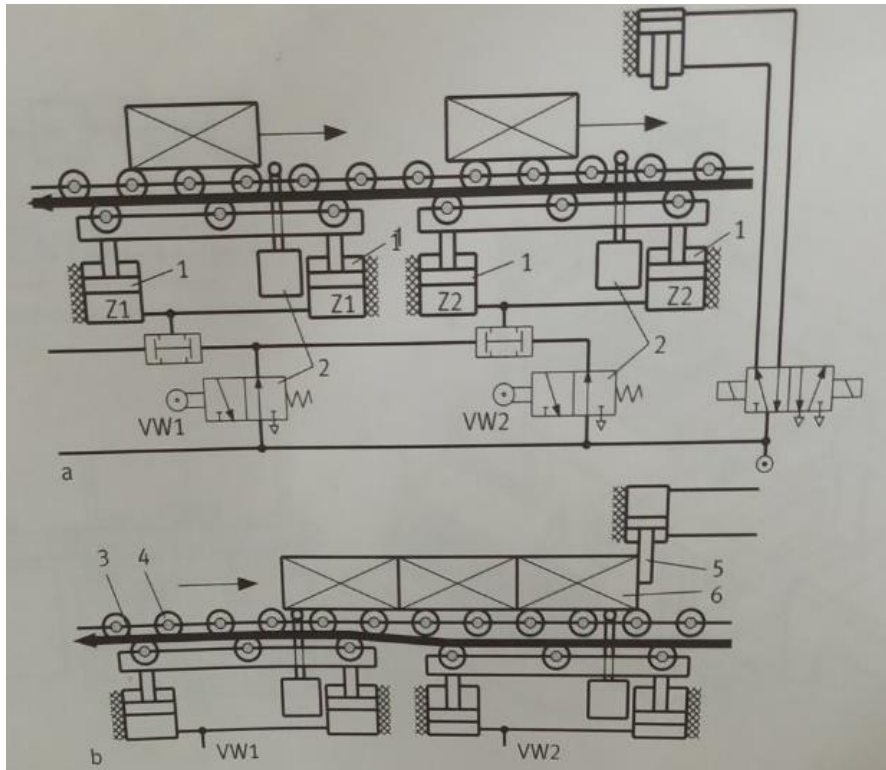
- Kuni 100 kg/m
- Kuni 1 t/m

Tööstuses väga palju kasutatakse kuni 100 kg/m kandevõimega konveiereid. Põhiline kandeosa on valmistatud terasest pulberkattega, aga toeraam võib olla tehtud teras- ja konstruktsiooni alumiiniumiprofiilidest.

Kandevõimega kuni 1 t/m konveierid tavaliselt kasutatakse koormuste transportimiseks lastialuste peal. Selleks kasutatakse 60-89 mm läbimõõduga rullikuid hammasülekannega. Kande- ja toeraamid on tehtud tsinkterasest või pulberkattega terasest.

## 1.2 Rullkonveierid pneumoajamiga

Motoriseeritud konveierites on kasutusel ka pneumoajamid (vt joonis 1.5).



Joonis 1.5 Rullkonveier pneumoajamiga [5]

Kaubad teisaldatakse toerullikute abil. Rullikud pannakse pöörlema ajamilindi abil. Lint surutakse rullikute vastu pneumosilindritega. Tavaliselt on kasutusel järgmised ajami elemendid: lukustussilinder STA, 5/2 pneumojaotus elektromagneetilise juhtimisega, kompaktsilinder ADVU, jaotis rullkangiga R-3, Kaksikrõhuventiil (loogiline JA funktsioon) ning erinevad asendiandurid.

## 2. RULLKONVEIERI PROJEKTEERIMINE

### 1.1 Konveieri valiku kriteeriumid

Praegu on muidugi lõputult erinevaid konveieritüüpe ja -tüüpe. Suurtel ettevõtetel on töös mitu erinevat konveierit, sõltuvalt tehnoloogilise protsessi vajadustest.

Diplomitöö ülesanneks oli analüüsida ettevõtte võimalusi, eelarvet ja vajalike materjalide olemasolu, vajalike tööriistade olemasolu ning konveieri kokkupanemise võimalust, kasutades ainult tootmise tööjõudu. Enne ülesanne lahendamise asumist oleks vaja selgeks teha, mis oleks odavam, kas projekteerida oma konveier (nagu toodud joonisel 2.1) või leida sobiv variant ja tellida.



Joonis 2.1 Üks tootjate poolt pakutavatest konveieritest [6]

Joonisel 2.1 toodud konveier saab teha eri pikkuse ja laiussega, kuid selle kaal on liiga suur ja kõrgus ei ole seadistatav. Samuti võib konveieri hind ulatuda mitme tuhande euroni.

Fortaco jaoks otsustati, et turul pakutavad konveierid ei vasta täielikult tööliste ja tootmise vajadustele. Liiga odavad mudelid ei sobi erinevate parameetritega, nagu tugevus, suurus. Kallid omakorda ei mahu ühisesse eelarvesse, mis on sellisteks kuludeks arvestatud.

Pärast analüüsi ja väikest uurimistööd hakkati looma konveieri skeeme. Paralleelselt töötajaga, kes töötab saekaatriks, on tehtud mõõtmisi. Palju on arutatud, millised parameetrid peaksid konveieril olema, et sellega oleks võimalikult mugav ja turvaline töötada. Töötaja rääkis ettevalmistamise ja viilutamise protsessist, rääkis oma soovidest ja nõuetest.

Lintsaag ise on lao lähedal. Tsehhis käivitatakse metall, erinevad ribad, torud ja švellerid ja talad, mis pannakse hiljem kraana abil saele ja pärast kraanaga lõikamist eemaldatakse rolgangast ja kas ladustatakse laos või kohe paigaldatakse. Kohti lintsaie kõrval ei ole piisavalt (vt joonis 2.2 ja Lisa 3-7), mistõttu ei olnud vaja pikka konveierit.



Joonis 2.2 Vabajooksu rullkonveier

Peamised vajadused olid järgmised:

- Rullkonveier peab olema reguleeritava kõrgusega;
- Rullikute peab olema piisav ja nende vahekaugus ei ole suur, et toorikud ei kukuks alla ega jääks maha;
- Lintsaie omaduste tõttu peab laius olema piisav, et sellele mahuksid toorikud, kuid mitte rohkem kui 42 cm (pisut laiem kui sae maksimaalne etteande laius);
- Konveier peab olema lahtivõetav, et võllide või laagrite purunemise korral oleks võimalik neid ära vahetada;
- Konstruktsioon peab olema piisavalt kerge, et seda saaks vajadusel liigutada;
- Konveier peab olema arvutatud ja konstrueeritud sellest materjalist, mis on tootmises vabalt leitav, et vältida liigseid tellimis- ja tarnekulusid.

Samuti koos töölistega oli valitud sobivaim kõrguse reguleerimissüsteem. Pärast väikest uurimistööd kõrguse reguleerimise tüüpide kohta, konveieritel otsustati luua reguleerimine poltide ja mutrite abil jalgade alumises osas ja aukude abil, tänu millele kõrgus reguleeriti ja fikseeriti naastude abil.

Harva ei ületa lintsaie toorikud teatud mõõtmeid. Sel põhjusel ka kompaktsete konveierimõõtude tõttu valiti kettülekanne mootor. Töötaja ees ei ole ülesanne koormat kiiresti pikki vahemaid liigutada, toorikute liigutamine on vajalik kraana mugavamaks

ja ohutumaks haaramiseks ning kastidesse või palletitesse liigutamiseks. Võimsust on piisavalt, et võtta saelt toorik ja reguleerida selle asukohta rollingangal.

## 1.2 Rullkonveieri laagri valik ja tugevusanalüüs

Rullkonveier koosneb asendatavatest üksikutest rullikutest. Rullikud on asendatud võlli peale, mis on kinnitatud laagritega. Laagri mõõdud on SKF 42x20x12 mm. Laagrid valitakse ilma arvutusteta standartsete tüüpide loetelust, kasutades standartseid meetodikaid. Valiku meetodika on väljatöötatud pöörlevate ja mitte pöörlevate laagrite jaoks. Pöötlevatel laagritel pöördsagedus on rohkem kui 1 p/min, aga mitte pöörlevatel laagritel on vähem kui 1 p/min [7].

Kuna meie juhul on tegemist mittepöörleva laagriga, siis laagri valikut tehakse staatilise kandevõime järgi, lähtudes materjali volavuspiiri parameetrist. Laagri staatilise kandevõime  $C_0$  all mõeldakse sellist radiaalset koormust, millele vastab selline radiaalkoormus, mis vastab veerelementide ja rõngaste jääkdeformatsioonile kõige enam koormatud kontaktsoonis ning on võrdne 0,0001 veerelementide läbimõõdust. [6] Laagri valikul statiilise kandevõime järgi peab kehtima tingimus 1.2, kus

$$P_0 \leq C_0, \quad (1.1)$$

kus

$C_0$  – staatiline kandevõime;

$P_0$  – taandatud staatiline kandevõime.

Kui laagrile korruga mõjuvad nii radiaalne  $F_r$  kui ka telgkoormused  $F_{a_i}$ , siis taandatud staatiline koormus määratakse valemi 1.2 järgi:

$$P_0 = x_0 F_r + y_0 F_{a_i} \quad (1.2)$$

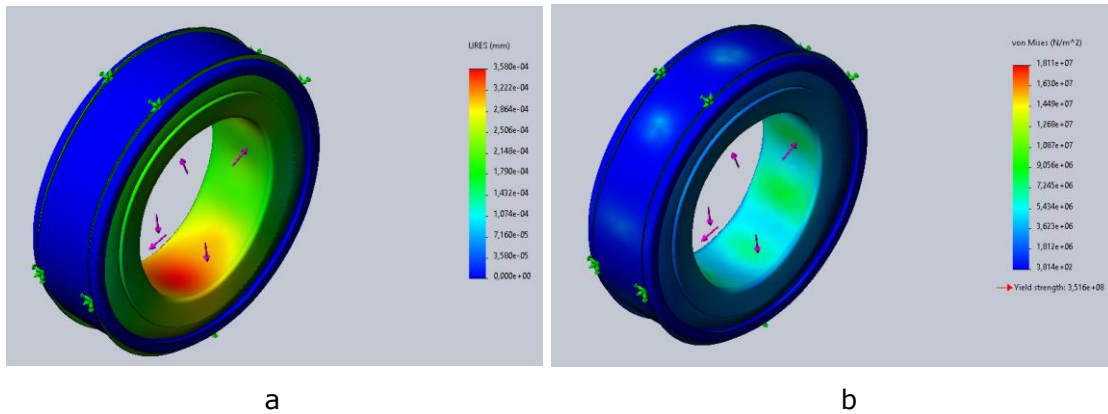
$$P_0 = x_0 F_r$$

Kus

$x_0, y_0$  – Radiaalse ja telgkoormuste koefitsiendid, mida valitakse tabelite järgi [7], sõltuvalt laagri tüübist.

Laagri sobivust oli kontrollitud SolidWorks joonestusprogrammi abil, kasutades Simulation rakendust ja FEM (finite elements methods) analüüsi. Antud laagri mudel oli võetud SKF tootmisfirmast [8]. Materjaliks oli valitud süsinikteras AISI1020 (S355J2), milles on 0.22% C (süsiniku) ja 0.55% Mn (mangaani). Antud teras on kõrge volavuspiiriga. Lähtudes joonisest (vt Lisa 1), võlli mass on 1 kg ja rulliku mass on 6 kg. Seega laagrile mõjub 60 N radiaalne koormus, lisaks ka torudest (mis rullikute abil teisedatakse) tekkiv koormus. Ühe toru mass on 300 kg, sega koormus on 3000 N. Kokku laagrile mõjub 3060 N. Kuna võllil on 2 laagri, siis koormusekst on 1530 N. Telgkoormus antud juhul puudub, kuna toru ei liigu lõpmata väikse kiirendusega.

SolidWorks programmi abil laager oli fikseeritud välispinnal. Laagri sissepinnale oli rakendatud 1530 N koormus. Simulatsiooni tulemus on näidatud joonisel 2.3.



Joonis 2.3. Laagri tugevusanalüüs: a – Nihe analüüs; b – pinge analüüs

Võttes arvesse ülevalt poolt öeldu, et staatiline võime on võrdne 0.0001 veerelementide läbimõõdust ning seda, et laagri palli läbimõõt on 6.35 mm, saame staatilise kandevõime väärtuseks:  $C_0 = 0.0001 \cdot 6.35 = 6.35 \cdot 10^{-4}$  mm. Joonisel 2.3a on näha, et maksimaalne nihe on  $7.15 \cdot 10^{-4}$  mm, mis ei ületa  $C_0$  väärtust, ehk võrrandi 1.1 tingimus on täidetud ning laagri valik on sobilik.



### 3 KONVEIERI OPTIMISEERIMISE VÕIMALUSED

Üksikutest rullkonveieritest koosnevat rullteed kasutatakse metalltorude ranspordiks. Ühe metalltorude mõõdud on  $m=300$  kg. Konveieri pikkus on 1.5m. Lindi liikumise kiirus on 0,25 m/s. Rullide laagritappide läbimõõt on  $d=43$ mm. Konveieril on alati üks metalltorude. Ühest sagedusmuundurist toidetakse korraga kolme konveieri ajamid. Terasrullid on mõõduga: läbimõõt on 65mm, pikkus on 300 mm. Pikkuse järgi meil on 8 ketiratast. Kõik arvutused olid teostatud MatLab programmis (vt Lisa 2).

Konveieri lähteandmed on toodud tabelis 3.1.

Tabel 3.1 Konveieri lähteandmed

Nimetus	Tähistus	Väärtus	Ühikud
Kiirus	$v$	0,15	m/s
Rullikute välisläbimõõt	$D$	65	mm
Rullikute siseläbimõõt	$d$	38	mm
Ketiratta läbimõõt	$D(k)$	65	mm
Toru mass	$m$	300	kg
Ketirataste arv	$X$	8	
Kiirendus	$a$	0.3	$m/s^2$
Toru tihedus	$\rho$	7.9	$g/cm^3$
Raskuskiirendus	$g$	9.81	$m/s^2$

Arvutuste jaoks oli valitud metoodika [9].

#### 3.1 Mootori valik

On kasutame Ajamitehnika praktilised rakendused, lisa 17 peatüki tabelid ja tegurid  $c$ ,  $f$ , kus

$c$  – lisahõõrdetegur, mille väärtused on letavad tabelis 3.2;

$f$  – veerehõõrdetegurid, mille väärtused on toodud tabelis 3.3.

Tabel 3.2 Ratta ääriku ja serva hõõrdumine [9]

Veerelaagrid	$c = 0.003$
Liugelaagrid	$c = 0.005$
Juhrullikud	$c = 0.002$

Tabel 3.3 Veerehõõrdetegurid (tõukurihoova veerehõõre)

Teras terasel	$f \approx 0.5$ mm
Puit terasel (rullkonveier, rulltee)	$f \approx 1.2$ mm
Polümeermaterjal terasel	$f \approx 2$ mm
Kõvakummo terasel	$f \approx 7$ mm
Polümeermaterjal betoonil	$f \approx 5$ mm
Kõvakummi (eboniit) betoonil	$f \approx 10-20$ mm
Kummi betoonil	$f \approx 15-35$ mm

Antud diplomitöö on tegemist veerelaagritega. Veerehõõrdetegurid võtame teraste jaoks, kuna konveieril liigutavad terastorud. Seega, on arvutustele võetud järgmised tegurid:

$$c = 0.003$$

$$f = 0.5$$

$$\mu = 0.005 - \text{hõõrdetegur}$$

Liikumise takistisjõud on leitav valemi 3.1 järgi.

$$F_f = m \cdot g \cdot \left( \frac{2}{D} \cdot \left( \mu_L \cdot \frac{1}{2} \cdot d + f \right) + c \right), \quad (3.1)$$

kus

$\mu_L$  – laagrite hõõrdetegur

$$F_f = 300 \cdot 9.81 \cdot \left( \frac{2}{65} \cdot \left( 0.005 \cdot \frac{1}{2} \cdot 38 + 0.5 \right) + 0 \right) = 62.7 \text{ N}$$

### Staatiline võimsus

Kettülekanne kasutegur on arvutatav valemi 3.2 järgi:

$$\mu = 0.9$$

$$\mu(\text{total}) = \mu^X \quad (3.2)$$

$$\mu(\text{total}) = 0.9^8 = 0.4305$$

Ajami nõutav staatiline võimsus on arvutatav valemi 3.3 järgi:

$$\mu_G = 0.95 - \text{rullkonveieri kasutegur}$$

$$P_{\text{stat}} = \frac{F_f \cdot v}{\mu_G \cdot \mu(\text{total})} \quad (3.3)$$

$$P_{\text{stat}} = \frac{62.7 \cdot 0.15}{0.95 \cdot 0.43 \cdot 1000} = 0.023 \text{ kW}$$

### Väline inertsimoment ja mootori moment

Väline inertsimoment arvestab metalltorude inertsimoment ja rullikute inertsimomenti. Arvesse ei võeta vedava keti inertsimomenti, mis on käesoleval juhul eelnimetatute omast oluliselt väiksem.

Lineaarliikumise puhul

1. Metalltorude inertsimoment (vt valem 3.4)

$$n = 1400 - \text{Asünkroonmootor ning } p = 2,$$

Kus

$n$  – ajami kiirus,  $\text{min}^{-1}$ ;

$p$  – mootori pooluste arv.

$$J_X = 91.2 \cdot m \cdot \left( \frac{v}{n} \right)^2, \quad (3.4)$$

$$J_X = 91.2 \cdot 300 \cdot \left( \frac{0.15}{1400} \right)^2 = 0.00314 \text{ kgm}^2$$

2. Rullikute mass ja ruumala (vt valem 3.5).

$l_r = 1500$  – rulliku pikkus, mm

$$V_r = \left( \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot l_r \right) - \left( \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot l_r \right) \quad (3.5)$$

$$V_r = \left(\frac{\pi}{4} \cdot 65^2 \cdot 1500\right) - \left(\frac{\pi}{4} \cdot 38^2 \cdot 1500\right) = 3.27 \text{ dm}^3$$

$$m_r = \frac{3.27 \cdot 7.9}{1000000} = 26 \text{ kg}$$

Õõnessilindri inertsimoment leitakse valemiga 3.6:

$$J = \frac{1}{2} \cdot m_r \cdot \left( \left( \frac{D}{2000} \right)^2 + \left( \frac{d}{2000} \right)^2 \right) \quad (3.6)$$

$$J = \frac{1}{2} \cdot 26 \cdot \left( \left( \frac{65}{2000} \right)^2 + \left( \frac{38}{2000} \right)^2 \right) = 0.0183 \text{ kgm}^2$$

Dünaamika arvutusteks on vaja väline inertsimoment taandada mootori võllile, kusjuures taandamise aluseks on reduktori ülekandetegur ehk ajami ja mootori kiiruste suhe (vt valem 3.7).

$$n_r = \frac{v \cdot 1000 \cdot 60}{\pi \cdot D} \quad (3.7)$$

$$n_r = \frac{0.15 \cdot 1000 \cdot 60}{\pi \cdot 65} = 44 \text{ min}^{-1}$$

$$J_{rx} = J \cdot \left( \frac{n_r}{n} \right)^2$$

$$J_{rx} = 0.0183 \cdot \left( \frac{44}{1400} \right)^2 = 0.000018168 \text{ kgm}^2$$

Summaarne väline inertsimoment (vt valem 3.8):

$$J_{total} = J_x + X \cdot J_{rx} \quad (3.8)$$

$$J_{total} = 0.00314 + 8 \cdot 0.000018168 = 0.000455943 \text{ kgm}^2$$

Mootorivõimsus arvutatakse koormuse kiirendamiseks vajaliku dünaamilise momendi põhjal (ei arvesta mootori inertsimomenti). Arvutused on näha valemi 3.9 ja 3.10 järgi:

$$t = 1 \text{ (s)}$$

$$M_{dun} = \frac{J_{total} \cdot n}{9.55 \cdot t} \quad (3.9)$$

$$M_{dun} = \frac{0.000455943 \cdot 1400}{9.55 \cdot 1} = 0.1647 \text{ Nm}$$

$$P_{dun} = \frac{M_{dun} \cdot n}{9550} \quad (3.10)$$

$$P_{dun} = \frac{0.1647 \cdot 1400}{9550} = 0.0241 \text{ kW}$$

Järgnevalt leitakse summaarne nõutav võimsus, mis ei arvesta mootori enda kiirendamiseks vajalikku võimsust ja inertsimomenti, sest need pole senini teada.


Summaarne nõutav võimsus (vt valem 3.11):

$$P_{total} = P_{dun} + P_{stat} \quad (3.11)$$

$$P_{total} = 0.0241 + 0.023 = 0.0471 \text{ kW}$$

Valitud mootor ja tema parameetrid on nädatud joonisel 3.1.

### Y2 seeria malmkorpusega 3F mootorid

Võimsus: 0,18 - 315kW (3000 p/min)  
 0,12 - 315kW (1500 p/min)  
 0,18 - 250kW (1000 p/min)  
 0,18 - 200 kW (750 p/min)  
 Võlli kõrgus: 63 - 355 mm  
 Pöörded: 3000; 1500; 1000;750 p/min  
 Pinged: 230/400V; 400/690V  
 Sagedus: 50Hz / 60Hz  
 IP klass: IP55  
 Paigaldusmõõtude tabelid: 

Joonis 3.1 Valitud mootori parameetrid

W22Three-Phase Electric Motor, PN=3kW, nM=1400, JM=0.0120 kgm<sup>2</sup>

Arvutuste tulemusena (vt valem 3.12-3.15) leitakse Mk-käivitusmoment

$$M_{stat} = P_{stat} \cdot \frac{9550}{n} \quad (3.12)$$

$$M_{stat} = 0.023 \cdot \frac{9550}{1400} = 01569$$

$$M_h = \frac{\left(0.120 + \frac{J_{total}}{\mu_G \cdot \mu_{total}}\right) \cdot n}{9.55 \cdot 1} + M_{stat} \quad (3.13)$$

$$M_h = \frac{\left(0.120 + \frac{0.000455943}{0.95 \cdot 0.4305}\right) \cdot 1400}{9.55 \cdot 1} + 01569 = 2.0808 \text{ Nm}$$

$$M_n = \frac{3 \cdot 9550}{n} \quad (3.14)$$

$$M_n = \frac{3 \cdot 9550}{1400} = 20.4643 \text{ Nm}$$

$$a = \frac{M_h}{M_n} \quad (3.15)$$

$$a = \frac{2.0808}{20.4643} = 0.1017$$

$$a \cdot 100 = 10.1678 \% < 130\%$$

Mitmemootorilise ajami puhul on oluline pöörata tähelepanu järgmistele asjaoludele:

- kaablite mahtuvuse kompenseerimiseks soovitatakse sagedusmuunduri ja mootorite rühma vahel kasutada väljundfiltrit;
- sagedusmuunduri võimsuse valikul on määravaks mootorite summaarne vool.

Vastavalt kataloogile on valitud mootori nimivool 6.15 A. Järelikult peab sagedusmuunduri nimiväljundvool olema:

$$I_n = 6.15 - A$$

$$n_N = 3$$

$$I_{sm} = n_N + I_n$$

$$I_{sm} = 3 \cdot 6.15 = 18.45 - \text{võib enam.}$$

Käesoleval juhul valitakse sagedusmuundur MOVITRON (11 kW, 20 A).

Sagedusmuunduri tehnilised parameetrid on toodud joonisel 3.2



Joonis 3.2 Sagedusmuunduri tehnilised andmed

### 3.2 Reduktiori valik

Reduktiori ülekannetegur (vt joonis 3.16)

$$i = \frac{n}{n_r} \tag{3.16}$$

$$i = \frac{1400}{44} = 31.765$$

Talitlustegur: Kui ajami talitlustsükli kestus 16 või 10 tundi nädalas, siis arvutatakse talitlustegur vastavalt 7. peatüki "Reduktiordid" joonisele 45, kus on esitatud vastava talitlusteguri fb väärtused. [9]

Koormuse inertsimomendi tegur (vt valem 3.17).

$$J_M = 0.012$$

$$k_J = \frac{J_x}{J_M} \tag{3.17}$$

$$k_J = \frac{0.00314}{0.012} = 0.262 - \text{Koormuse liik II}$$

$$f_b = 1.1$$

Käesoleval juhul valitakse redaktor **SEW DV132M4**, mille puhul nr=96.5659 p/min.

$$P_N = 3 \text{ kW}$$

$$M_a = P_N \cdot \mu_G \cdot \frac{9550}{n_r}$$

$$M_a = 3 \cdot 0.95 \cdot \frac{9550}{44} = 617.5 \text{ Nm}$$

## KOKKUVÕTE

Lõputöös käsitleti probleemi, mis oli seotud rullkonveieri tehnoloogilistele nõuetele mittevastavusega ettevõttes Fortaco OÜ, mis põhjustas toorikute kahjustusi ja tekitas töötajatele ohtu. Töö eesmärk oli töötada välja teatud nõuetega konveier ja seda ajakohastada, et tagada ohutus ja suurendada tootlikkust.

Lõputöö raames määrati kindlaks alameesmärgid, mis hõlmavad kõrguse regulaatorite lisamist ja rullikute arvu suurendamist, hiljem ka ahelülekanedega mootori lisamise teoreetilist arvutust. Need modifikatsioonid võimaldasid toorikute ohutut liikumist ja kiirendasid tehnoloogilist tootmisprotsessi.

Tootmispraktikal tehtud projektist eemale tõugates otsustati lõputöö teemaks lülitada süsteemi kettülekanedega mootor, et luua ajamiga konveier. Tulevikus on selle modifikatsiooni tulemuseks erialaspetsialistide töö leevendamine, traumaohu välistamine veoste käsitsi teisaldamisel ning tootmisprotsessi üldise efektiivsuse parandamine.

Töö käigus uuriti erinevaid rullkonveierite tüüpe ja nende kasutamist. Tehti analüüs ja põhjendati valikut, miks konveieri projekteerimine ja valmistamine on soodsam kui turult tellimine; samuti tehti laagrite valik ja arvutused SolidWorksi tarkvaras.

Lõppeatükis esitatakse konveieri moderniseerimise võimalused ja ettepanekud, sealhulgas mootorivalik ja arvutused. Lisades on toodud konveieri montaažijoonised ja detailsed joonised, mis pakuvad täielikku ülevaadet projekteeritavast tootest.

Rullkonveieri uurimise ja kaasajastamise tulemusena parandati tootmiskeskonna ohutust, optimeeriti tootmisprotsessi ja tõhustati tööd Fortacos, eelkõige lintsaie operaatorite meeskonnas. Pakutud konveieri ajamiga modifikatsiooni saab rakendada, et parandada konveierisüsteemi toimimist tsehhis, kus tehakse toorikute lõikamist lintsaega ja tagada tööliste terviseohutus.

## **SUMMARY**

This diploma thesis „Modernization of the roller conveyor on the example of Fortako OÜ„ by Kirill Rogaten addressed the problem associated with the mismatch of technological requirements for the roller conveyor at Fortaco OÜ company, which led to the damage of workpieces and posed a risk to the workers. The aim of the study was to develop a conveyor with specific requirements and upgrade it to ensure safety and increase productivity.

Within the framework of the diploma thesis, sub-objectives were defined, including the addition of height regulators and an increase in the number of rollers, as well as the theoretical calculation of adding a chain drive motor. These modifications allowed for safe movement of workpieces and accelerated the technological production process.

Based on a project conducted during the industrial internship, it was decided to incorporate a chain drive motor into the system to create a powered conveyor. The future outcome of this modification would facilitate the work of specialists, eliminate the risk of injury during manual handling of loads, and improve overall efficiency of the production process.

Various types of roller conveyors and their applications were studied during the research. An analysis was conducted to justify why designing and manufacturing the conveyor in-house is more advantageous than purchasing it from the market. Additionally, bearing selection and calculations were performed using SolidWorks software.

The final chapter presents possibilities and suggestions for conveyor modernization, including motor selection and calculations. The appendices include assembly drawings of the conveyor and detailed drawings that provide a comprehensive representation of the designed product.

As a result of the conducted research and modernization of the roller conveyor, workplace safety was improved, the production process was optimized, and efficiency was enhanced at Fortaco, particularly for the team of band saw operators. The proposed drive modification for the conveyor can be implemented to improve the conveyor system's operation in the workshop where workpieces are cut using a band saw, ensuring the safety and health of workers.

## KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

1. 3bhungaria. [Online] <https://www.3bhungaria.com.ua/new/183-vidy-rolikovykh-konvejerov-rolgangov-i-osobennosti-ikh-primeneniya> (01.03.2023).
2. Logitechnika. [Online] <https://logitechnika.ru/blog/osnovnye-vidy-rolikovykh-konveyernykh-sistem-opisanie-i-sfery-primeneniya/> (01.03.2023).
3. Minitec – Alumiiniumprofiilid. [Online] <https://www.alas-kuul.ee/minitec-alumiiniumprofiilid/konveierid/rullkonveierid> (01.03.2023).
4. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. Москва «Высшая школа», Издание пятое, 1979.
5. Hesse, Stefan. 99 Examples of Pneumatic Applications. Festo AG & Co., 2001,
6. Mailongmachinery. [Online] <https://www.mailongmachinery.com/product/poly-vee-driving-roller-conveyor.html> (01.03.2023).
7. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя. 2т. 5-е изд., перераб. и доп. М., Машиностроение, 1979
8. SKF Group Headquarters. [Online] [www.skf.com](http://www.skf.com) (01.05.2023).
9. Ajamitehnika. Praktilised rakendused. I osa. SEW reduktormootorajamid, Arvutusmeetodid ja näited. SEW EURODRIVE, 1998.



**LISAD**

# LISA 1 Rulli ja võlli detail- ka koostejoonised

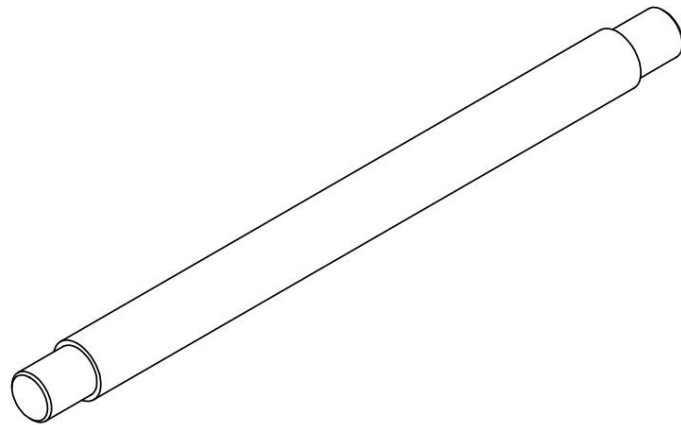
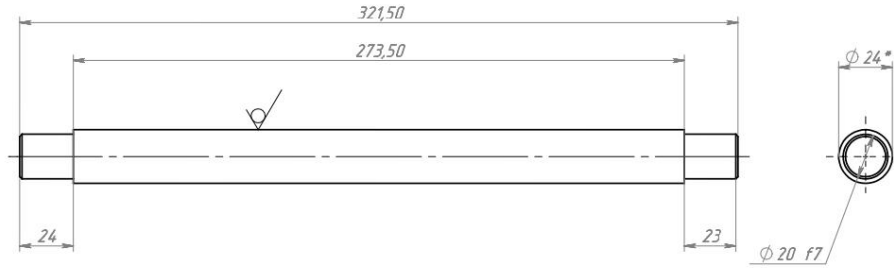
Перв. примен.	CB																																																																																																	
Справ. №																																																																																																		
Подп. и дата	<p>1. " * " - Размеры для справок</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Голова</th> <th>№</th> <th>Код</th> <th>Имя</th> <th>По умолчанию</th> <th>Материал</th> <th>Стандарт</th> <th>Размеры</th> <th>Толщина</th> <th>Длина</th> <th>Этапы</th> <th>Лист</th> <th>Комментарий</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>38-19151-04-001</td> <td>Ось</td> <td>1</td> <td>S355J2</td> <td>Круг 30</td> <td>30x320</td> <td></td> <td>323</td> <td>WC2</td> <td>A4</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2</td> <td>38-19151-04-002</td> <td>Вал</td> <td>1</td> <td>S355J2</td> <td>Труба 75</td> <td>75x300</td> <td></td> <td>303</td> <td>WC1 WC3</td> <td>A4</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>3</td> <td>38-19151-04-003</td> <td>Подшипник</td> <td>2</td> <td></td> <td>Подшипник</td> <td>42x42</td> <td>12</td> <td></td> <td></td> <td>A4</td> <td>Покупная деталь</td> </tr> </tbody> </table>												Голова	№	Код	Имя	По умолчанию	Материал	Стандарт	Размеры	Толщина	Длина	Этапы	Лист	Комментарий		1	38-19151-04-001	Ось	1	S355J2	Круг 30	30x320		323	WC2	A4			2	38-19151-04-002	Вал	1	S355J2	Труба 75	75x300		303	WC1 WC3	A4			3	38-19151-04-003	Подшипник	2		Подшипник	42x42	12			A4	Покупная деталь																																		
Голова	№	Код	Имя	По умолчанию	Материал	Стандарт	Размеры	Толщина	Длина	Этапы	Лист	Комментарий																																																																																						
	1	38-19151-04-001	Ось	1	S355J2	Круг 30	30x320		323	WC2	A4																																																																																							
	2	38-19151-04-002	Вал	1	S355J2	Труба 75	75x300		303	WC1 WC3	A4																																																																																							
	3	38-19151-04-003	Подшипник	2		Подшипник	42x42	12			A4	Покупная деталь																																																																																						
Взаим. инв. №	38-19151-04																																																																																																	
Подп. и дата	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="4"></td> <td colspan="4" style="text-align: center; font-size: 24px;"><b>ВАЛИК</b></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Литера</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Масса</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Масштаб</td> </tr> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подпись</td> <td>Дата</td> <td colspan="4"></td> <td></td> <td></td> <td>6.35</td> <td></td> <td>1.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td>Рогатень К.</td> <td></td> <td>23.08.2022</td> <td colspan="4"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Проверил</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="4"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н. контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="4"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="4"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>																<b>ВАЛИК</b>				Литера		Масса		Масштаб		Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							6.35		1.5		Разраб.		Рогатень К.		23.08.2022											Проверил														Н. контр.														Утв.													
				<b>ВАЛИК</b>				Литера		Масса		Масштаб																																																																																						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							6.35		1.5																																																																																					
Разраб.		Рогатень К.		23.08.2022																																																																																														
Проверил																																																																																																		
Н. контр.																																																																																																		
Утв.																																																																																																		
Инв. № подл.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="8"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Лист 1</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Листов 3</td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>FORTACO</b></td> </tr> <tr> <td colspan="12"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Формат A4</td> </tr> </table>																				Лист 1		Листов 3		<b>FORTACO</b>														Формат A4																																																											
								Лист 1		Листов 3		<b>FORTACO</b>																																																																																						
												Формат A4																																																																																						

СО

12.5/

Перв. примен.

Справ. №



1. " \* " - Размеры для справок

Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	38-19151-04-001	Литера	Масса	Масштаб
								1.08	1:5
Инв. № контр.	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Ось	Лист 2	Листов 3	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.			Рогатень К.	23.08.2022					
Проверил									
Утв.									

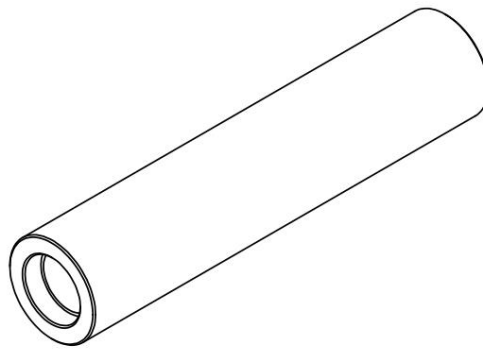
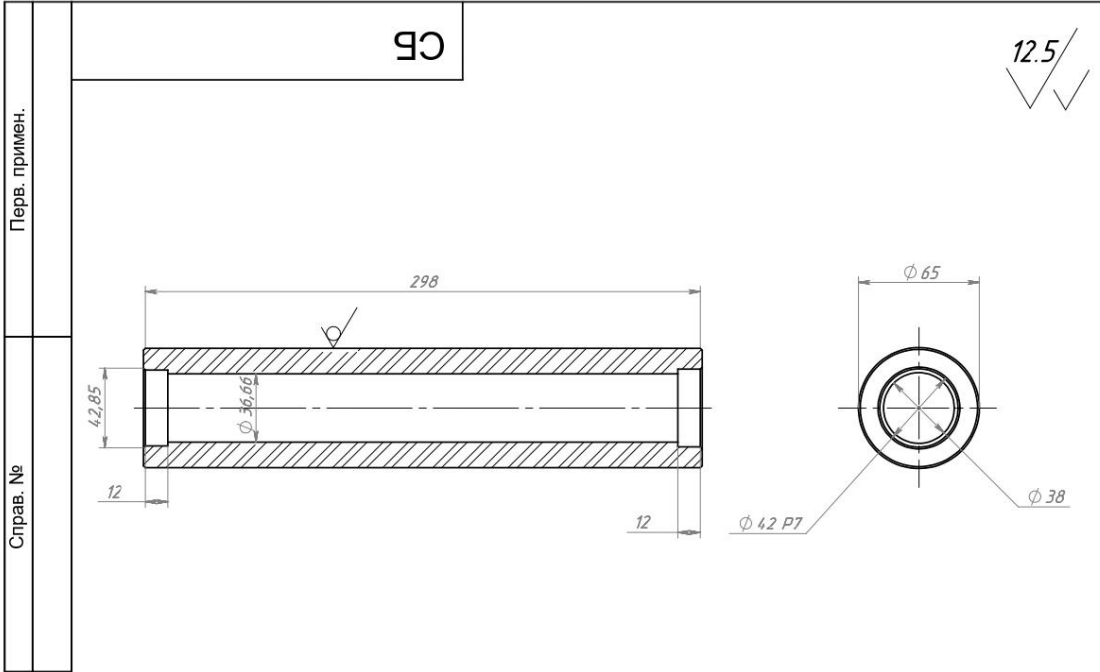
S355J2  
Круг 30

**FORTACO**

Формат А4

СБ

12.5/



1. " \* " - Размеры для справок

Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Вал	Литера	Масса	Масштаб
								5.05	1:5
Инв. № контр.	Н. контр.	Утв.				S355J2 Труба 75	Лист 3	Листов 3	

**FORTACO**

Формат А4

## LISA 2 Arvutused MatLAB tarkvaras

### Lähteandmed

Üksikutest rullkonveieritest koosnevat rullteed kasutatakse metalltorude ranspordiks. Ühe metalltorude mõõdud on  $m=300$  kg. Konveieri pikkus on 1.5m. Lindi liikumise kiirus on 0,25 m/s. Rullide laagritappide läbimõõt on  $d=43$ mm. Konveieril on alati üks metalltorude. Ühest sagedusmuundurist toidetakse korraga kolme konveieri ajamid. Terasrullid on mõõduga: läbimõõt on 65mm, pikkus on 300 mm. Pikkuse järgi meil on 8 ketiratast.

```
v=0.15
```

```
v = 0.1500
```

```
D=65 %rullikute välisläbimõõt%
```

```
D = 65
```

```
d=38 %rullikute siseläbimõõt%
```

```
d = 38
```

```
Dk=65 %ketiratta läbimõõt !!! %
```

```
Dk = 65
```

```
m=300 %metalltorud%
```

```
m = 300
```

```
X=8 %ketirataste arv !!! %
```

```
X = 8
```

```
%a=0.3 % konveieri maksimaalne kiirendus %
```

### Mootori arvutus

```
%Metalltorude ruumala%
```

```
ro=7.9
```

```
ro = 7.9000
```

```
V=m/ro
```

```
V = 37.9747
```

```
%Liikumise takistusjõud%
```

```
%Kasutame Ajamitehnika praktilised rakendused, lisa 17 peatüki tabelid ja  
tegurid c, f%
```

```
c=0.003
```

c = 0.0030

f=0.5

f = 0.5000

mu=0.005

mu = 0.0050

g=9.81

g = 9.8100

$F_t = m \cdot g \cdot (2/D \cdot (\mu \cdot (1/2) \cdot d + f) + c)$

Ft = 62.7085

### Staatiline võimsus

%kettulekande kasutegur%

n1=0.9

n1 = 0.9000

ntotal=n1^X

ntotal = 0.4305

Ajami nõutav staatiline võimsus on:

%rullkonveieri kasutegur%

nG=0.95

nG = 0.9500

$P_{stat} = (F_t \cdot v) / (n_G \cdot n_{total} \cdot 1000)$

Pstat = 0.0230

%Valine inertsimoment ja mootori moment%

%(Metallitorude inertsimoment, valemid saab kontrollida lk.51) %

```
%Lineaarliikumise puhul%
%Metalltorude inertsimoment%
```

```
n=1400 %Asünkroonmootor ning p=2%
```

```
n = 1400
```

```
Jx=91.2*m*(v/n)^2
```

```
Jx = 3.1408e-04
```

```
%Rullikute mass%
lr=1500
```

```
lr = 1500
```

```
Vr=((3.14/4)*D^2*lr)-((3.14/4)*d^2*lr)
```

```
Vr = 3.2746e+06
```

```
mr=(7.9*Vr)/1000000
```

```
mr = 25.8696
```

```
%Õõnessilindri inertsimoment leitakse valemiga%
J=(1/2)*mr*((D/2000)^2+(d/2000)^2)
```

```
J = 0.0183
```

Dünaamika arvutusteks on vaja väline inertsimoment taandada mootori võllile, kusjuures taandamise aluseks on reduktori ülekandetegur ehk ajami ja mootori kiiruste suhe

```
%Reduktori väljundkiirus%
nr=v*1000*60/(pi*D)
```

```
nr = 44.0737
```

```
Jrx=J*(nr/n)^2
```

```
Jrx = 1.8168e-05
```

```
%Summaarne väline inertsimoment%
Jtotal=Jx+X*Jrx
```

```
Jtotal = 4.5943e-04
```

Mootorivõimsus arvutatakse koormuse kiirendamiseks vajaliku dünaamilise momendi põhjal (ei arvesta mootori inertsimomenti)

$$t=1$$

$$t = 1$$

$$M_{dun} = (J_{total} * n / (nG * n_{total})) / (9.55 * t)$$

$$M_{dun} = 0.1647$$

$$P_{dun} = M_{dun} * n / 9550 \text{ kW}$$

$$P_{dun} = 0.0241$$

%Summaarne nõutav võimsus%

$$P_{total} = P_{dun} + P_{stat}$$

$$P_{total} = 0.0471$$

## Valitakse

### Y2 seeria malmkorpusega 3F mootorid

Võimsus: 0,18 - 315kW (3000 p/min)

0,12 - 315kW (1500 p/min)

0,18 - 250kW (1000 p/min)

0,18 - 200 kW (750 p/min)

Võlli kõrgus: 63 - 355 mm

Pöörded: 3000; 1500; 1000; 750 p/min

Pinged: 230/400V; 400/690V

Sagedus: 50Hz / 60Hz

IP klass: IP55

Paigaldusmõõtude tabelid: 

% W22Three-Phase Electric Motor, PN=3kW, nM=1400, JM=0.0120kgm<sup>2</sup> %

%Arvutuste tulemusena leitakse Mk-käivitusmoment%

$$M_{stat} = P_{stat} * 9550 / n$$

$$M_{stat} = 0.1569$$

$$M_h = ((0.0120 + (J_{total} / (nG * n_{total}))) * n) / (9.55 * 1) + M_{stat}$$

$$M_h = 2.0808$$

$$M_n = 3 * 9550 / n$$

$$M_n = 20.4643$$



$$a = M_h / M_n$$

$$a = 0.1017$$

$$a * 100 \% \text{ans vähem kui } 130\%$$

$$\text{ans} = 10.1678$$

Mitmemootorilise ajami puhul on oluline pöörata tähelepanu järgmistele asjaoludele:

1) kaablite mahtuvuse kompenseerimiseks soovitatakse sagedusmuunduri ja mootorite rühma vahel kasutada väljundfiltrit;

2) sagedusmuunduri võimsuse valikul on määravaks mootorite summaarne vool; Vastavalt kataloogile on valitud mootori nimivool 6.15 A.

Järelikult peab sagedusmuunduri nimiväljundvool olema

$$I_n = 6.15$$

$$I_n = 6.1500$$

$$n_N = 3$$

$$n_N = 3$$

$$I_{sm} = n_N * I_n \% \text{või enam}$$

$$I_{sm} = 18.4500$$

% Käesoleval juhul valitakse sagedusmuundur MOVITRON (11 kW, 20A)

Tüübitähise näide

MOVITRAC® 31C110-503-4-00

Variant, nt. 00 = standard

Töökvadrantide arv, nt. 4 = 4Q (koos pidurilülitiga)

Toiteallika tüüp, nt. 3 = kolmefaasiline

Nimitoitepinge, nt. 50 = (380/400/415/460/480) 500 V<sub>AC</sub>

Mootori soovitatav võimsus, nt. 110 = 11 kW; 150 = 15 kW

Ehitusviis C

Sarja 31 tähis

%Reduktori valik%

%Reduktori ülekannetegur%

$$i = n / n_r$$

$$i = 31.7650$$

Talitlustegur: Kui ajami talitlustsükli kestus 16 või 10 tundi nädalas, siis arvutatakse talitlustegur vastavalt 7. peatüki "Reduktorid" joonisele 45, kus on esitatud vastava talitlusteguri  $f_b$  v"rtused

**%Koormuse inertsimomendi tegur%**

$$J_M = 0.012$$

$$J_M = 0.0120$$

**k<sub>J</sub>=J<sub>x</sub>/J<sub>M</sub> %Koormuse liik II%**

$$k_J = 0.0262$$

**f<sub>b</sub>=1.1**

$$f_b = 1.1000$$

**%Reduktori valik%**

**%Käesoleval juhul valitakse reduktor SEW DV132M4, mille puhul nr=96.5659 p/min,**

**PN=3**

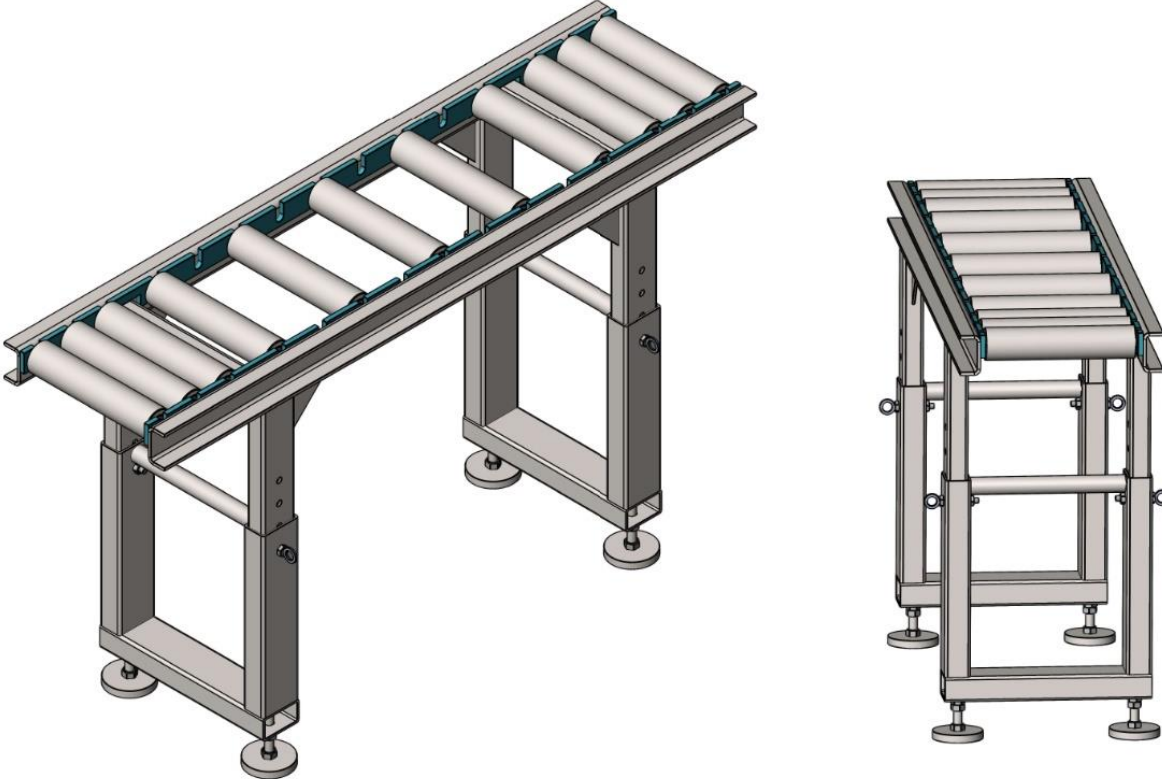

$$PN = 3$$

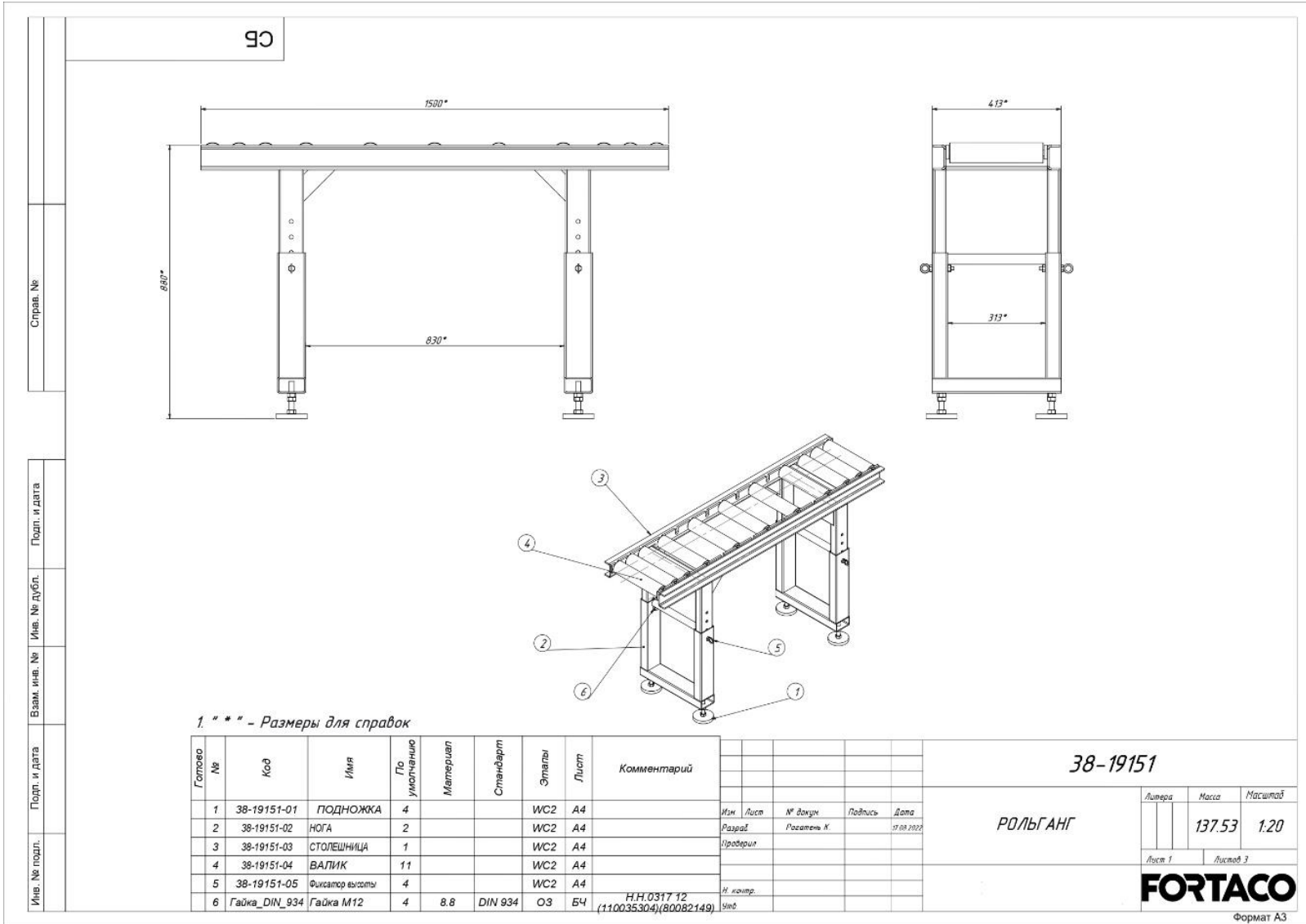
**Ma=PN\*nG\*9550/nr**

$$Ma = 617.5455$$

DV132S4	5.5 36.7	1430	11.4 (11.0)	0.85	EFF 2	87.6 85.7	6.0	2.7 2.4	146	158	3000	75	45	54
DV132M4	7.5 50.1	1430	15.5 (15.5)	0.85	EFF 2	89.5 87.5	6.2	2.1 2.0	280	330	1700	100	66	90
DV132ML4	9.2 61	1440	18.7 (18.1)	0.84	EFF 2	89.6 88.0	6.0	2.5 2.0	330	390	1200	150	75	100
DV160M4	11 71	1440	22.5 (22.2)	0.83	EFF 2	89.9 88.0	6.0	2.5 2.2	398	448	1200	150	84	109

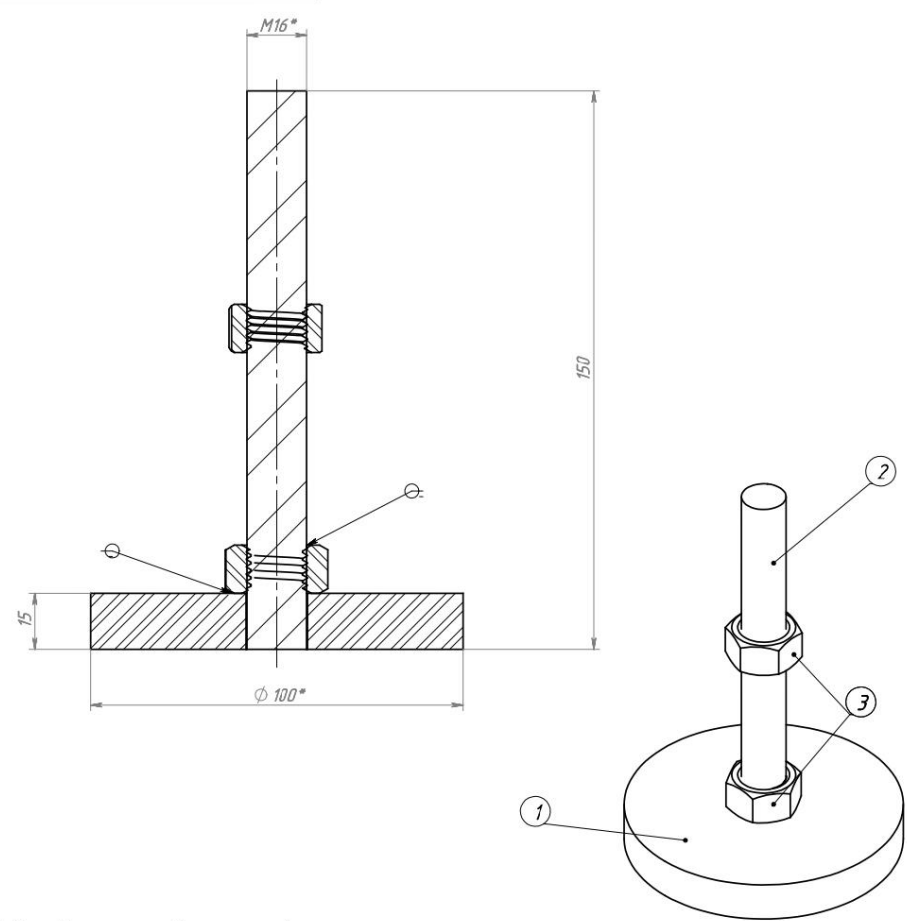
# LISA 3 Rullkonveieri joonis ja üldine välimus

ECR	ISSUE DESCRIPTION	SIGN	DATE							
										
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">-CREATED: Кирилл Рогатень 17.08.2022</td> <td style="width: 50%;">Project:</td> </tr> <tr> <td>-Checked:</td> <td>Jig no.:</td> </tr> <tr> <td>-Issue: -</td> <td>Cust ID:</td> </tr> </table>	-CREATED: Кирилл Рогатень 17.08.2022	Project:	-Checked:	Jig no.:	-Issue: -	Cust ID:	<p><b>Рольганг</b> <b>Рольганг</b></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">SHEET 2/3</td> </tr> </table>	SHEET 2/3
-CREATED: Кирилл Рогатень 17.08.2022	Project:									
-Checked:	Jig no.:									
-Issue: -	Cust ID:									
SHEET 2/3										



ECR		ISSUE DESCRIPTION										SIGN	DATE
													
Готово	№	Код	Имя	По умолчанию/К-ВО	Материал	Стандарт	Размеры	Толщина	Длина	Этапы	Лист	Комментарий	
	1	38-19151-01-001	Основание ножки	4	S355J2	Лист 10	100x100	20	23	WC1 WC3	A4		
	2	38-19151-01-002	Шпилька	4	S355J2	M16	16x150		153	WC1	A4		
	3	38-19151-02-001	Основание ноги	2	S355J2	Труба 90x50x4	90x50x413		415	WC1 WC3	A4		
	4	38-19151-02-002	Широкая нога	4	S355J2	Труба 90x50x4	90x50x400		403	WC1 WC3	A4		
	5	38-19151-02-003	Фиксатор	2	S355J2	Труба 33,7x2,6	33,7x313		315	WC1	A4		
	6	38-19151-03-001	Узкая ножка	4	S355J2	Труба 80x40x4	80x40x365		368	WC1 WC3	A4		
	7	38-19151-03-002	Каркас 1	2	S355J2	Лист 6	50x40x325			WC1	A4		
	8	38-19151-03-003	Каркас 2	2	S355J2	Лист 6	80x40x1500			WC1 WC2	A4		
	9	38-19151-03-004	Пазы для валиков	2	S355J2	Лист 10	50x1500			WC1 WC2	A4		
	10	38-19151-03-005	Косынка	4	S355J2	Лист 5	100x100			WC1	A4		
	11	38-19151-04-001	Ось	11	S355J2	Круг 30	30x320		323	WC2	A4		
	12	38-19151-04-002	Вал	11	S355J2	Труба 75	75x300		303	WC1 WC3	A4		
	13	38-19151-04-003	Подшипник	22		Подшипник	42x42	12			A4	Покупная деталь	
	14	38-19151-05-001	Кольцо	4	S355J2	Лист 3	30x30	3		WC1	A4		
	15	Болт_DIN_933	Болт M12x70	4	8.8	DIN 933				O3	БЧ	Н.Н.0057 12 70	
	16	Гайка_DIN_934	Гайка M16	12	8.8	DIN 934				O3	БЧ	Н.Н.0317 16 (110035302)(80048509)	
	17	Гайка_DIN_934	Гайка M12	4	8.8	DIN 934				O3	БЧ	Н.Н.0317 12 (110035304)(80082149)	
<b>FORTACO</b>		CREATED: Кирилл Рогатень 17.08.2022		Project:		<b>Спецификация-маршрут Рольганг</b>						SHEET 3/3	
		Checked:		Jlg no.:									
		Issue: -		Cust ID:									

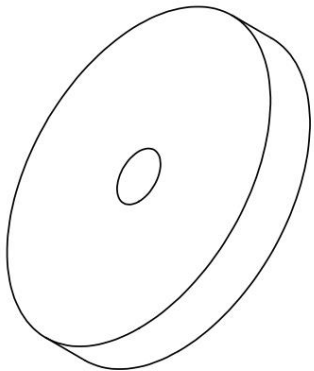
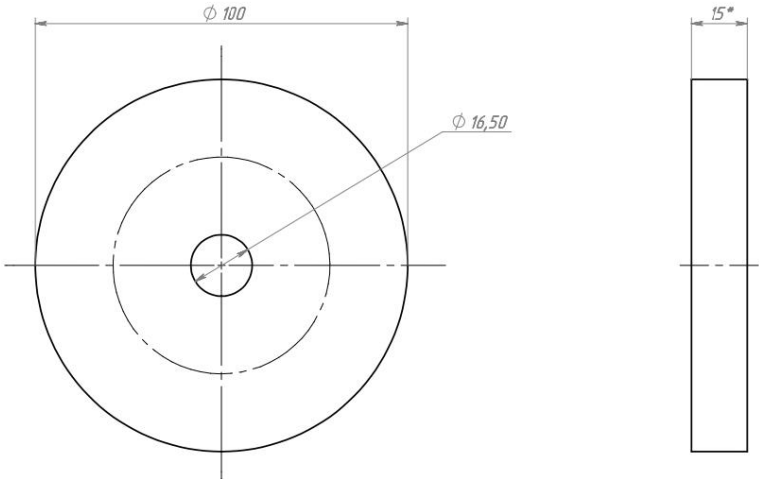
# LISA 4 Kaks osa rullkonveieri jalaste joonised

Перв. примен.	CB											
Справ. №												
Подп. и дата	1. " * " - Размеры для справок											
Взам. инв. №	Инв. № дубл.											
Готово	№	Код	Имя	По умолчанию	Материал	Стандарт	Размеры	Толщина	Длина	Этапы	Лист	Комментарий
	1	38-19151-01-001	Основание ножки	1	S355J2	Лист 10	100x100	20	23	WC1 WC3	A4	
	2	38-19151-01-002	Шпилька	1	S355J2	M16	16x150		153	WC1	A4	
	3	Гайка DIN 934	Гайка M16	2	8.8	DIN 934				03	Б4	Н.Н.0317 16 (110035302)(80048509)
Подп. и дата	38-19151-01											
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ПОДНОЖКА			Литера	Масса	Масштаб	
	Разраб.		Рогатень К.		17.08.2022					1.14	1:2	
	Проверил								Лист 1	Листов 3		
	Н. контр.								<b>FORTACO</b>			
	Утв.								Формат А4			

СО

12.5/

Перв. примен.				
Справ. №				
Подп. и дата				
Инв. № дубл.				
Взам. инв. №				
Подп. и дата	38-19151-01-001			
Инв. № подл.				
	<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>
				<i>Дата</i>
	<i>Разраб.</i>		<i>Рогатень К.</i>	<i>17.08.2022</i>
	<i>Проверил</i>			
	<i>Н. контр.</i>			
	<i>Утв.</i>			
	Основание ножки			Литера
				Масса
				Масштаб
				0.89
				1.2
				<i>Лист 2</i>
				<i>Листов 3</i>
	S355J2 Лист 10			<b>FORTACO</b>

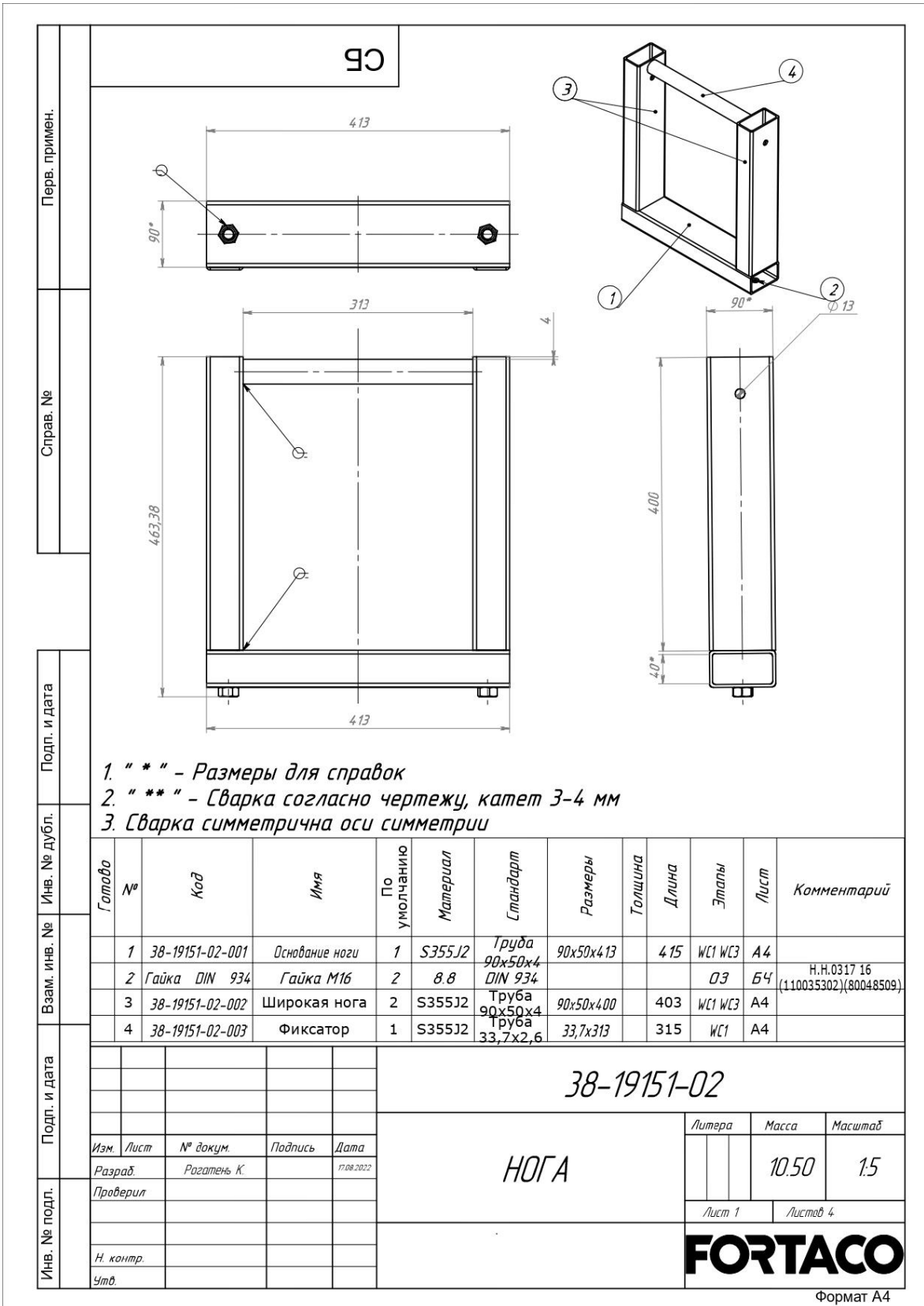


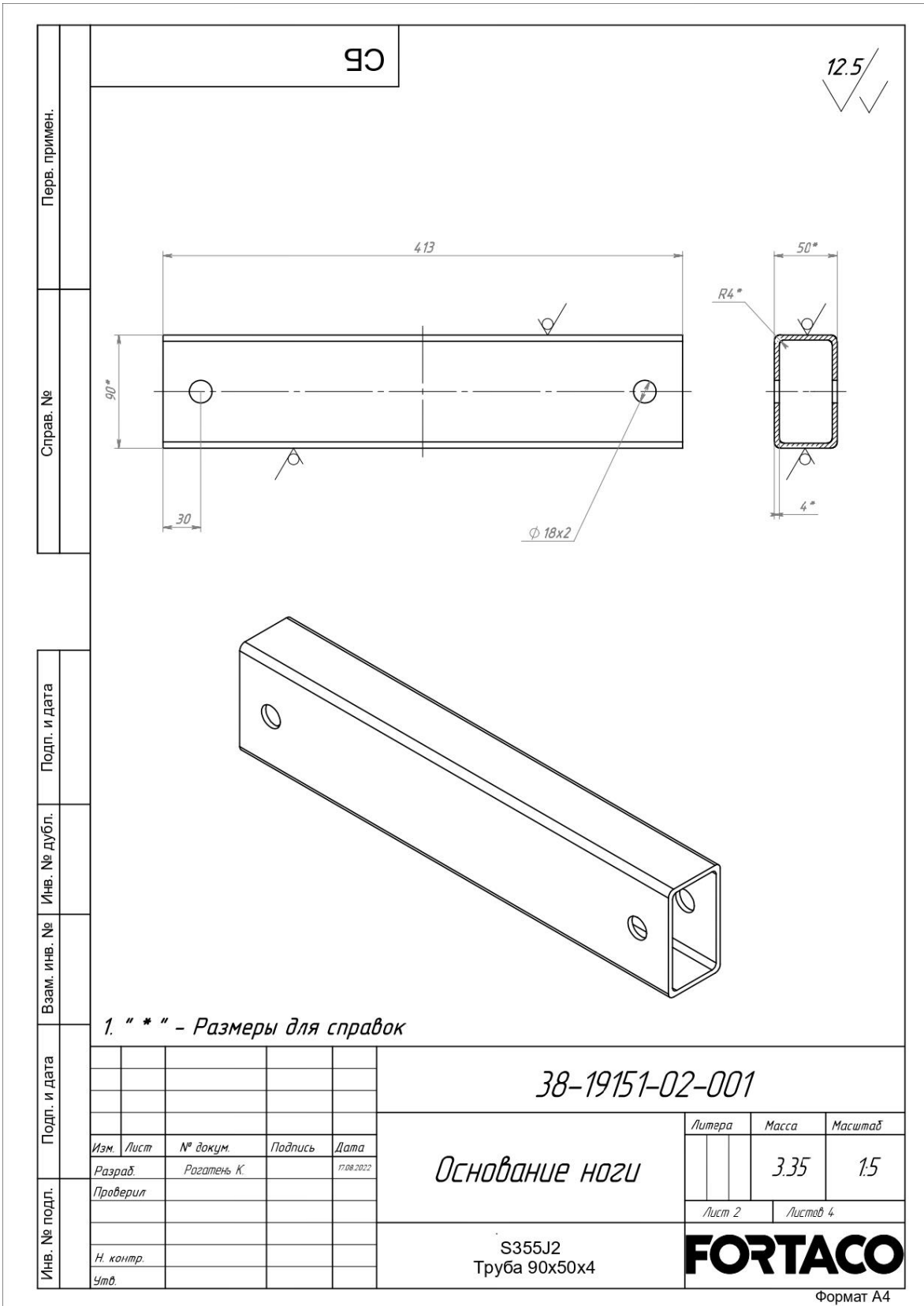
1. " \* " - Размеры для справок

Формат А4

Перв. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Инв. № дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.		
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">СБ</div> <div style="text-align: right;"> <math>12.5 / \checkmark</math>  <math>12.5 / \checkmark</math> </div> </div> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;"> </div> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;"> </div> <p style="text-align: center;">1. " * " - Размеры для справок</p>														
											38-19151-01-002			
											Шпилька	Литера	Масса	Масштаб
											S355J2 M16	0.24	1.2	
											Лист 3		Листов 3	
											FORTACO			
											Формат А4			

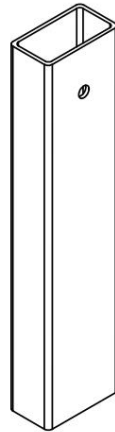
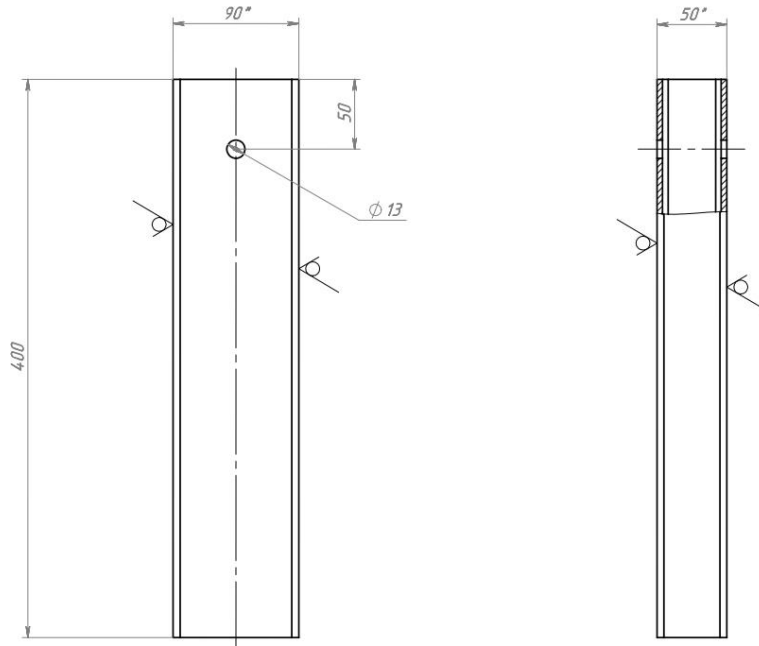






СБ

12.5/

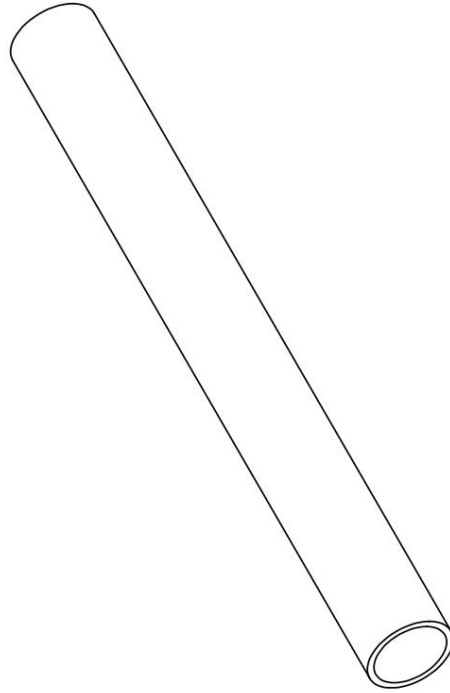
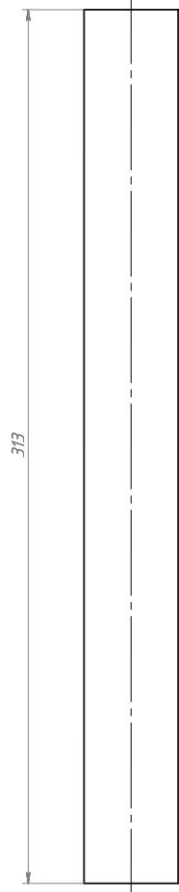
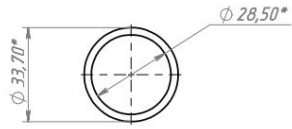


1. " \* " - Размеры для справок

Перв. примен.											
Справ. №											
Подп. и дата											
Инов. № дубл.											
Взам. инв. №											
Подп. и дата											
Инов. № подл.											
						38-19151-02-002					
						<i>Широкая нога</i>					
						Литера		Масса		Масштаб	
								3.26		1:5	
						Лист 3		Листов 4			
						S355J2 Труба 90x50x4					
						<b>FORTACO</b>					
						Формат А4					

СБ

12.5/



1. " \* " - Размеры для справок

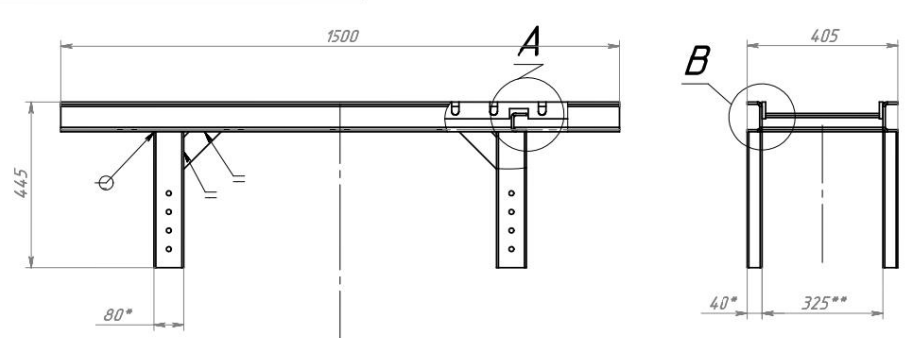
Перв. примен.								
Справ. №								
Подп. и дата								
Инд. № дубл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата					38-19151-02-003			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Фиксатор	Литера	Масса	Масштаб
	Разраб.	Рогатень К.		17.08.2022			0.62	1:5
Проверил						Лист 4	Листов 4	
Инд. № подл.					S355J2	<b>FORTACO</b>		
Н. контр.					Труба 33,7x2,6			
Утв.								

Формат А4

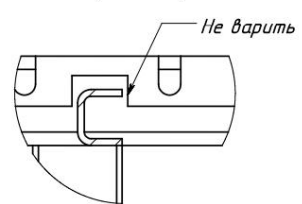
# LISA 5 Rullkonveieri tugiraami joonised

Перв. примен.

90

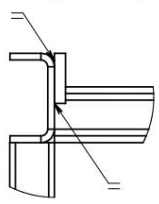


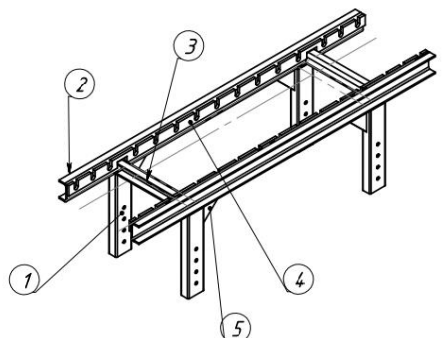
**A (1 : 5)**



Не варить

**B (1 : 5)**






1. " \* " - Размеры для справок  
 2. Сварка согласно чертежу, катет 3-4 мм  
 3. Сварка симметрична оси симметрии  
 4. \*\* Обеспечить собираемость с подборокой 38-19151-02.

Готово	№	Код	Имя	По умолчанию	Материал	Стандарт	Размеры	Длина	Этапы	Лист	Комментарий
Взаим. инв. №	1	38-19151-03-001	Узкая ножка	4	S355J2	Груда 80x40x4	80x40x365	368	WC1 WC3	A4	
Подп. и дата	2	38-19151-03-003	Каркас 2	2	S355J2	Лист 6	80x40x1500		WC1 WC2	A4	
Инв. № дубл.	3	38-19151-03-002	Каркас 1	2	S355J2	Лист 6	50x40x325		WC1	A4	
Подп. и дата	4	38-19151-03-004	Пазы для валиков	2	S355J2	Лист 10	50x1500		WC1 WC2	A4	
Инв. № подл.	5	38-19151-03-005	Косынка	4	S355J2	Лист 5	100x100		WC1	A4	

38-19151-03

СТОЛЕШНИЦА	Литера	Масса	Масштаб
		42.31	1:20
	Лист 1	Листов 6	



Формат А4

СБ

12.5/

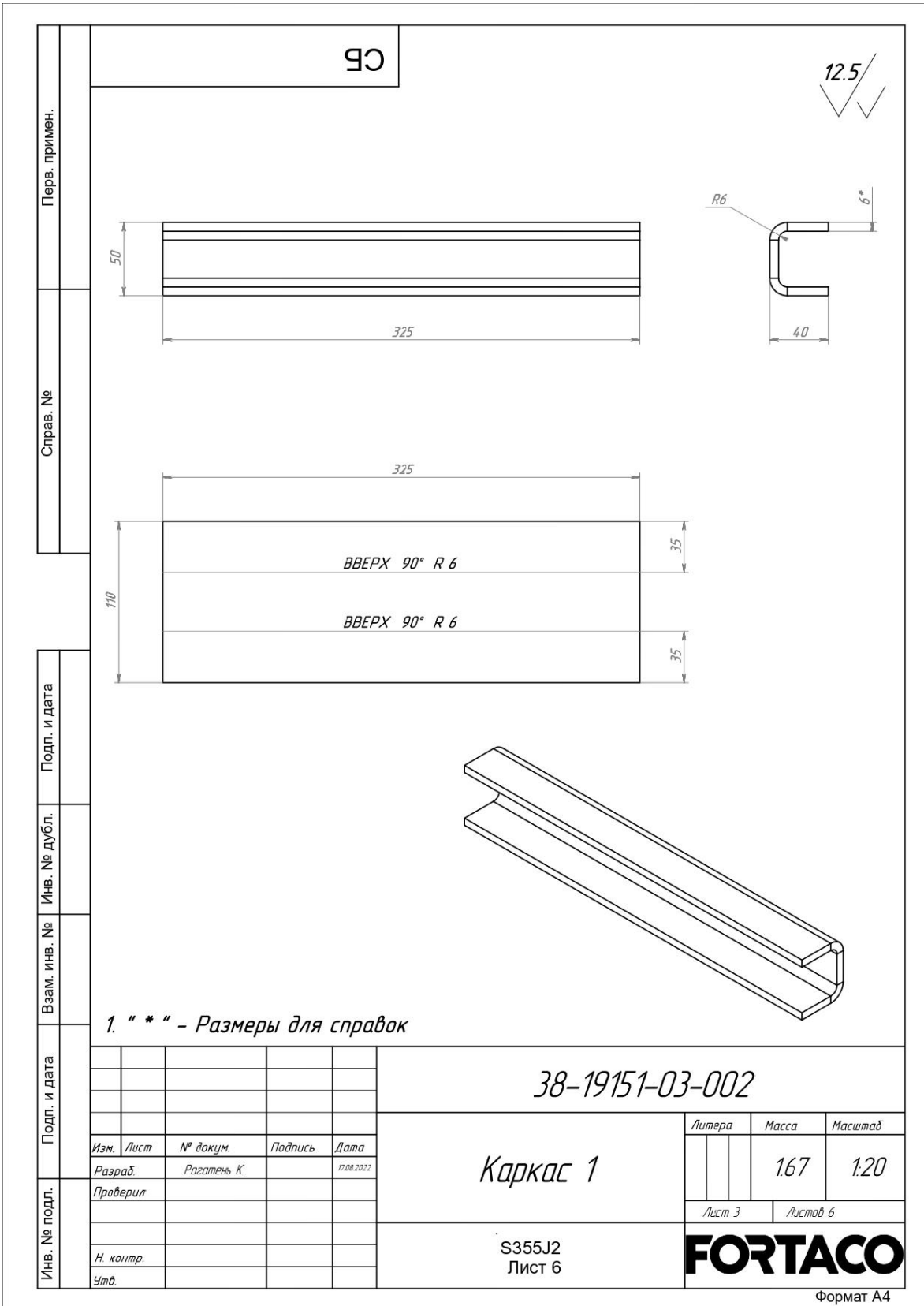
Перв. примен.				
Справ. №				
Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.
Подп. и дата	38-19151-03-001			
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись
Изм.	Разраб.	Проверил	Н. контр.	Утв.
Изм.	Дата	17.08.2022		
Узкая ножка				
S355J2 Труба 80x40x4		Литера	Масса	Масштаб
		Лист 2	2.50	Листов 6 1.5
		<b>FORTACO</b>		
Формат А4				

365  
80\*  
Φ 13  
50  
50  
50  
200  
R4\*  
4\*

30\*

1. " \* " - Размеры для справок



Перв. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Инв. № дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.																										
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span style="font-size: 24px; font-weight: bold;">СБ</span> <span style="text-align: right;">12.5/</span> </div>																																						
<p>1. " * " - Размеры для справок</p>																																						
38-19151-03-003																																						
Каркас 2																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Литера</th> <th style="width: 10%;">Масса</th> <th style="width: 10%;">Масштаб</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9.83</td> <td style="text-align: center;">1:20</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Лист 4</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Листов 6</td> </tr> </tbody> </table>														Литера	Масса	Масштаб	9.83	1:20		Лист 4	Листов 6																	
Литера	Масса	Масштаб																																				
9.83	1:20																																					
Лист 4	Листов 6																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Изм.</th> <th style="width: 10%;">Лист</th> <th style="width: 10%;">№ докум.</th> <th style="width: 10%;">Подпись</th> <th style="width: 10%;">Дата</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td>Рогатень К.</td> <td></td> <td>17.08.2022</td> </tr> <tr> <td>Проверил</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н. контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>														Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разраб.		Рогатень К.		17.08.2022	Проверил					Н. контр.					Утв.				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата																																		
Разраб.		Рогатень К.		17.08.2022																																		
Проверил																																						
Н. контр.																																						
Утв.																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">S355J2 Лист 6</td> <td style="width: 50%; text-align: center; font-weight: bold; font-size: 24px;">FORTACO</td> </tr> </table>														S355J2 Лист 6	FORTACO																							
S355J2 Лист 6	FORTACO																																					
Формат А4																																						



СБ

12.5

Перв. примен.

Справ. №

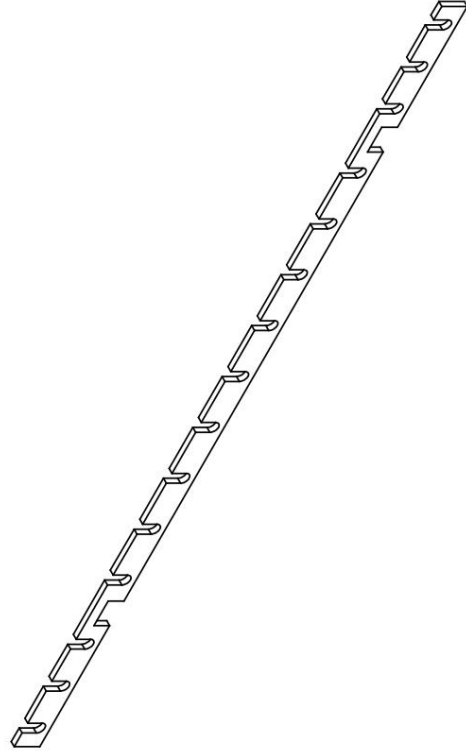
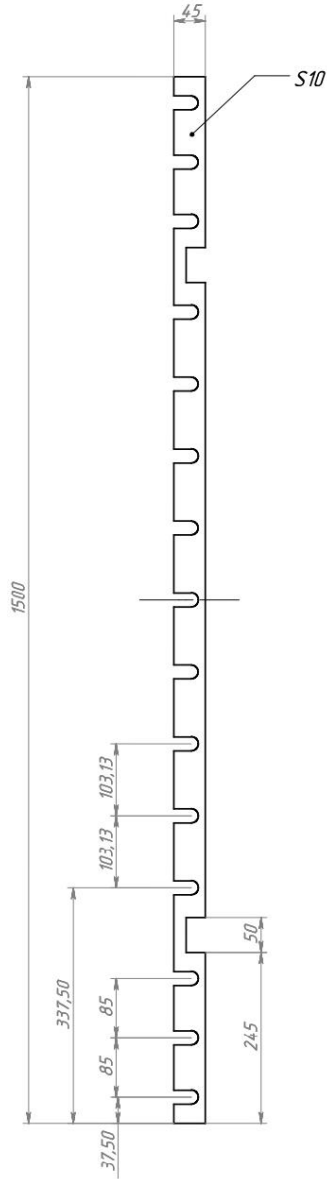
Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



38-19151-03-004

Пазы для валиков

Литера	Масса	Масштаб
	4.28	1:20
Лист 5		Листов 6

S355J2  
Лист 10

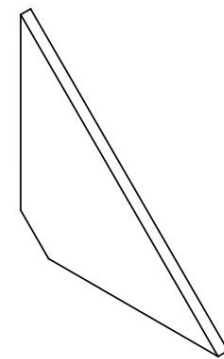
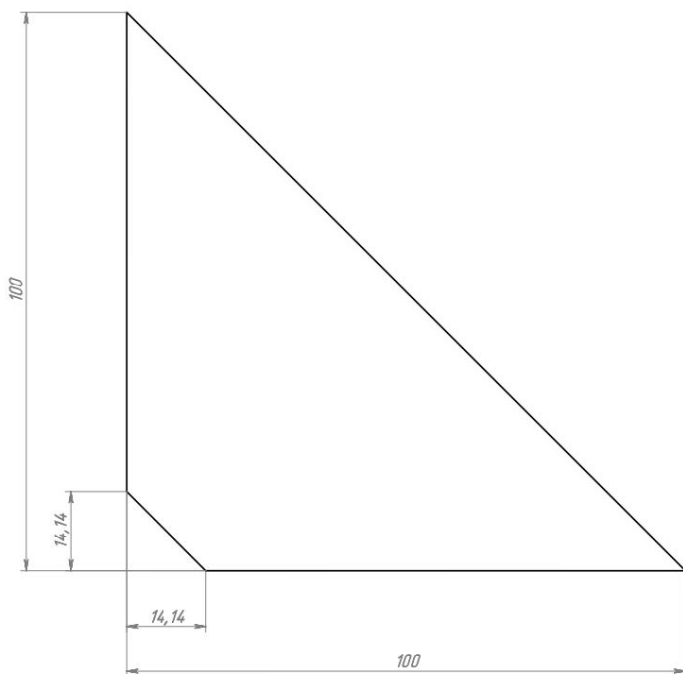
**FORTACO**

Формат А4

90

12.5

Перв. примен.								
Справ. №								
Подп. и дата								
Инв. № дубл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата					38-19151-03-005			
Инв. № подл.								
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<b>Косынка</b>		Литера
	Разраб.		Рогатень К.		17.08.2022			Масса
	Проверил							Масштаб
								0.19
								1:20
								Лист 6
								Листов 6
	Н. контр.					S355J2		<b>FORTACO</b>
	Утв.					Лист 5		



1. " \* " - Размеры для справок

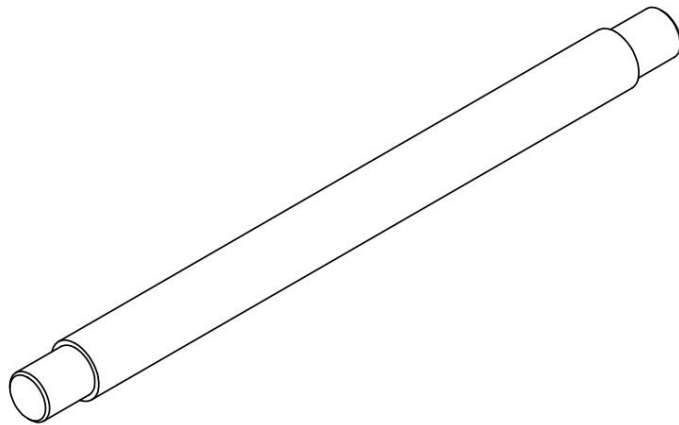
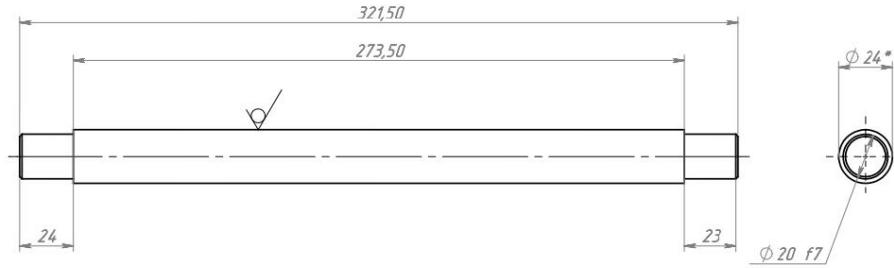
Формат А4

# LISA 6 Võlli joonised

Перв. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Инв. № дубл.		Взаим. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.		
CB														
1. " * " - Размеры для справок														
Голова	№	Код	Имя	По умолчанию	Материал	Стандарт	Размеры	Толщина	Длина	Этапы	Лист	Комментарий		
1	38-19151-04-001	Ось	1	S355J2	Круг 30	30x320	323	WC2	A4					
2	38-19151-04-002	Вал	1	S355J2	Труба 75	75x300	303	WC1 WC3	A4					
3	38-19151-04-003	Подшипник	2		Подшипник	42x42	12		A4	Покупная деталь				
38-19151-04														
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВАЛИК					Литера	Масса	Масштаб		
Разраб.	Проверил	Рогатень К.	23.08.2022	Лист 1						Листов 3	6.35	1.5		
FORTACO														
Формат А4														

СО

12.5/

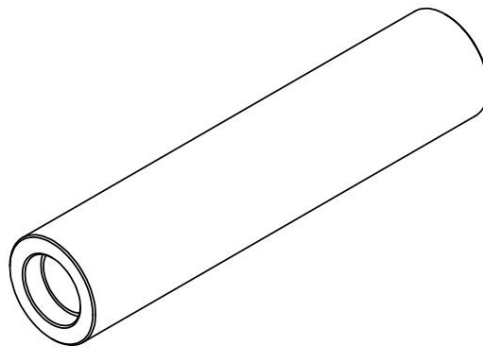
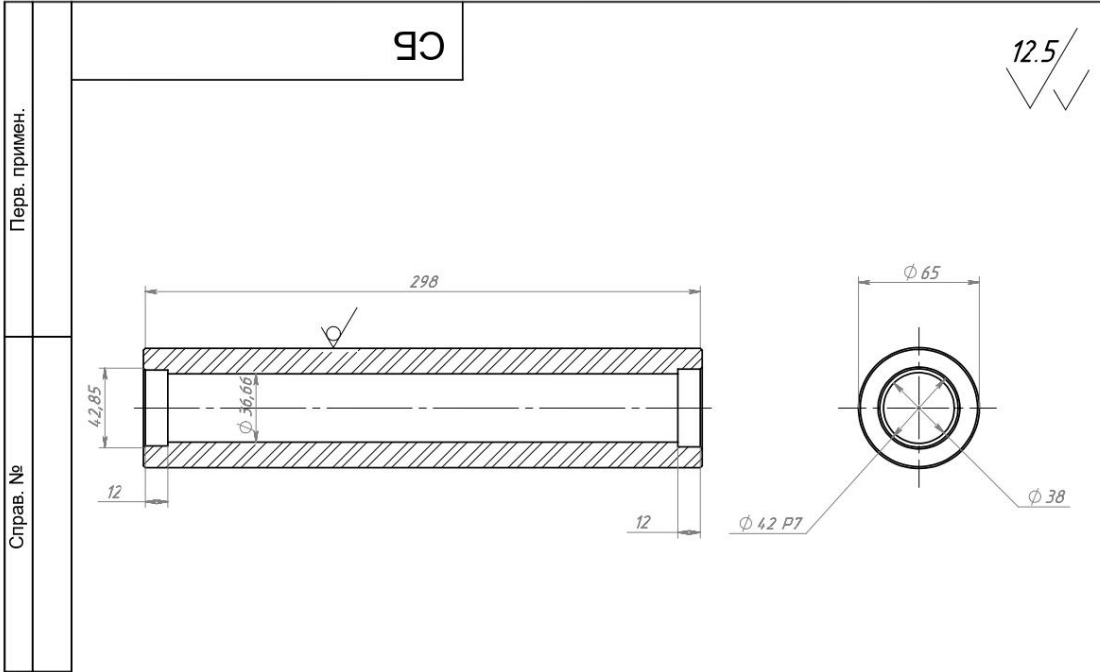


1. " \* " - Размеры для справок

Перв. примен.					38-19151-04-001			
Справ. №					Ось			
Подп. и дата								
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Литера    Масса    Масштаб 1.08    1.5			
Разраб.	Проверил	Н. контр.	Утв.					Лист 2    Листов 3
Взам. инв. №	Инв. № дубл.	S355J2 Круг 30				<b>FORTACO</b>		
Подп. и дата					Формат А4			

СБ

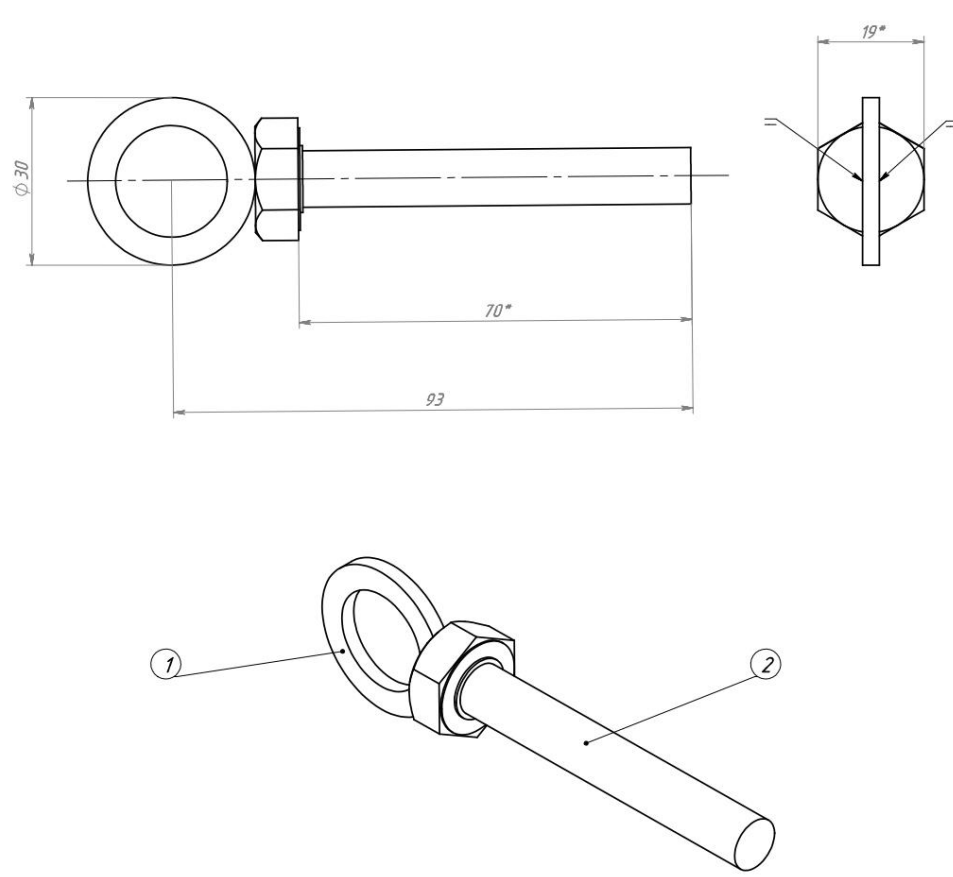
12.5/



1. " \* " - Размеры для справок

Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	38-19151-04-002	Литера	Масса	Масштаб
								5.05	1:5
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Вал	Лист 3	Листов 3	
Н. контр.						S355J2 Труба 75	<b>FORTACO</b>		
Утв.							Формат А4		

# LISA 7 Kõrgusfikseri joonised

Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Инв. №	Подп. и дата	Инв. №				
СБ											
											
1. " * " - Размеры для справок											
Готово	№	Код	Имя	По умолчанию	Материал	Стандарт	Размеры	Толщина	Этапы	Лист	Комментарий
1	38-19151-05-001	Кольцо	1	S355J2	Лист 3	30x30	3	WC1	A4		
2	Болт DIN 933	Болт M12x70	1	8.8	DIN 933			O3	БЧ	H.H.0057 12 70	
38-19151-05											
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Фиксатор высоты			Литера	Масса	Масштаб	
Разраб.	Проверил	Рогатень К.	17.08.2022					9.28	1:1		
Н. контр.	Утв.							Лист 1	Листов 2		
								FORTACO			
								Формат А4			

СР

12.5/

1. " \* " - Размеры для справок

						38-19151-05-001				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Кольцо			Литера	Масса	Масштаб
Разраб.	Проверил	Рогатень К.		17.08.2022				Лист 2	Листов 2	1.18
Инд. № подл.	Н. контр.	Утв.				S355J2 Лист 3		FORTACO		

Формат А4