

**Ragne Kuldmaa**

**UUE TOOTMISHOONE ASENDIPLAANI  
OPTIMEERIMINE JA SELLE  
MAJANDUSLIK MÕJU ETTEVÕTTELE  
FILTER PLUS OÜ**

LÕPUTÖÖ

Tehnoloogia ja ringmajanduse instituut  
Tootmise juhtimine ja digitaliseerimine  
Juhendaja: Anna Truver, MSc

Tallinn 2025

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, **Ragne Kuldmaa**

annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

**Uue tootmishoone asendiplaani optimeerimine ja selle majanduslik mõju ettevõttele Filter Plus OÜ**

- 1) reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada ja teha üldsusele kättesaadavaks Tallinna Tehnikakõrgkooli digiarhiivi DSpace kaudu;
- 2) reprodutseerimiseks pärast piirangu lõppu juhul, kui instituudi direktori korraldusega on kehtestatud lõputöö avaldamisele tähtajaline piirang.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi.

### **Autorideklaratsioon**

Mina, **Ragne Kuldmaa**

tõendan/tõendame, et lõputöö on minu/meie kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja ja iseenda varasematele teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autori/te/le ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

*(allkirjastatud digitaalselt)*

Juhendaja **Anna Truver**

Töö vastab lõputööle esitatavatele nõuetele.

*(allkirjastatud digitaalselt)*

Lõputöö on kaitsmisele lubatud instituudi direktori korraldusega.

*(allkirjastatud digitaalselt)*

*(kuupäevad digiallkirjades)*

# SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	5
1. TEOREETILINE OSA.....	6
1.1. Tootmise ruumilise paigutuse planeerimine .....	6
1.2. Asendiplaanide tüübid.....	6
1.2.1. Tehnoloogiapõhine asendiplaan .....	6
1.2.2. Tootepõhine asendiplaan .....	7
1.2.3. Kombineeritud asendiplaan.....	7
1.2.4. Fikseeritud asendiplaan.....	7
1.3. Spagetidiagramm.....	7
1.4. SmartDraw tarkvara .....	8
1.5. Riskide juhtimine .....	8
1.6. Põranda markeerimine ja tööohutus .....	9
2. ETTEVÕTTE FILTER PLUS OÜ ÜLDTUTVUSTUS JA TEGEVUSALA.....	10
2.1. Tegevusala.....	11
3. ETTEVÕTTE TOOTMISÜKSUSE KIRJELDUS ENNE JA PÄRAST KOLIMIST .....	12
3.1. Tootmispinna paigutusplaan .....	12
3.1.1. Kottfiltrite osakonna asendiplaan.....	13
3.1.2. Plastikraamide osakonna asendiplaan .....	14
3.1.3. Filtermaterjalide tootmisosakonna asendiplaan.....	15
3.1.4. Lao ja pakendamise osakonna asendiplaan .....	16
3.1.5. Paneelfiltrite osakonna asendiplaan .....	16
3.1.6. Pappraamide ja filtermaterjalide osakonna asendiplaan .....	17
3.1.7. Põranda markeerimine ja tööohutus.....	18
4. KOLIMISPROTSESSI ANALÜÜS .....	20
4.1. Uue tootmishoone pindala .....	20
4.2. Ettevõtte tootlikkus enne ja pärast kolimist .....	21
4.3. Riskide juhtimine kolimisprotsessis.....	22
4.4. Spagetidiagrammi analüüs .....	23
5. MAJANDUSLIK MÕJU ETTEVÕTTELE.....	25
5.1. Kulude analüüs .....	25
5.1.1. Transpordikulud .....	26
5.1.2. Seadmete paigalduskulud.....	26
5.2. Hoonete kulu võrdlus.....	26
KOKKUVÕTE .....	28
SUMMARY.....	29
VIIDATUD ALLIKAD.....	30

Lisa 1. Uue tootmishoone esimese korruse asendiplaan .....	31
Lisa 2. Uue tootmishoone teise korruse asendiplaan.....	32
Lisa 3. Pakendamise osakonna asendiplaan .....	33
Lisa 4. Lao asendiplaan .....	34
Lisa 5. Paneelfiltrite osakonna asendiplaan .....	35
Lisa 6. Põranda markeerimine .....	36

## SISSEJUHATUS

Ettevõtte Filter Plus OÜ otsustas kolida suuremale tootmispinnale, et viia omavahel kokku kolm eraldi seisvat hoonet, kus toodeti õhu- ja ventilatsioonifiltreid. Enne kolimist pidi ettevõtte pidevalt mõtlema, kuidas logistiliselt vedada kolme hoone vahel toormaterjali ja valmistoodangut, see nõudis väga palju logistilisi ressursse ning pidevalt kolme maja vahel sõitmine raiskas aega. Lisaks olid need kolm hoonet nii väiksed, et tootmine oli liiga kokku surutud, mis tähendas pidevalt aluste ümber liigutamist, et saaks õige aluse lattu toimetada ning kuna kaup oli laoriulitel ees, siis ei saanud koheselt riulitelt toormaterjali ja pooltoodangut kätte. Kolimisega seoses oli eesmärk kasvatada ettevõtte tootlikkust, soetades juurde seadmeid ning vahetada välja väga vanad seadmed uuemate ja võimsamate vastu, mis aitavad tööd efektiivsemalt teha.

Lõputöö eesmärk on uues hoones seadmete optimaalne paigutus ning tõsta seeläbi ettevõtte tootlikkust. Autor esitas tööd toetavad uurimisküsimused:

1. Milline on kõige optimaalsem seadmete asendiplaan, et kasutada maksimaalselt tootmispinda ära?
2. Kuidas on kõige optimaalsem laoriulid paigutada, et toormaterjal jõuaks efektiivsemalt tootmisosakondadesse?
3. Kui palju tõusis tootlikkus peale kolimist suuremale ja optimeeritud tootmispinnale?
4. Millist majanduslikku mõju avaldas ettevõttele tootmishoone ehitus ja kolimine uuele tootmispinnale?

Lõputöö eesmärgi saavutamiseks valis autor kvantitatiivse uurimismeetodi ja arendusuurimused. Kvantitatiivse uurimismeetodi abil on võimalik analüüsida ettevõtte tootlikkuse kasvu ning arendusuurimuse kaudu on võimalik ettevõtte töötajatega suheldes leida kõige optimaalsemad lahendused seadmete paigutamisel. Autor liitus ettevõtte meeskonnaga 2024 aasta aprillis, alustades praktikandina ning hakates välja töötama erinevaid asendiplaane, et leida kõige efektiivsem tootmispaigutus.

Autor toob välja esimeses peatükis tootmisruumi ruumilise paigutuse olulisuse ning kirjeldab erinevaid asendiplaanide variante. Töö teises peatükis kirjeldab autor, millega ettevõtte tegeleb ja milline on ettevõtte tootevalik. Lõputöö põhiosas kirjeldab autor, kuidas leiti kõige optimaalsem asendiplaan ning neljandas peatükis analüüsitakse kogu kolimisprotsessi ja tootlikkuse kasvu. Viendas peatükis analüüsib autor, millised kulutused seoses uue tootmishoonega olid hädavajalikud ning milliseid investeeringuid tuli ettevõttel teha uue tootmishoone jaoks.

# 1. TEOREETILINE OSA

## 1.1. Tootmise ruumilise paigutuse planeerimine

Tootmise efektiivsuse oluline aspekt on tootmise ruumiline paigutus, mis lähtub osakondade, töökeskuste ja seadmete füüsilisest paigutusest tootmistehases. Ruumilise paigutuse eesmärk on suurendada osakondade, töökeskuste ja seadmete kasumit optimaalse paigutuse kaudu. [1]

Ruumilise paigutuse optimeerimise eesmärgid on:

- tagada efektiivne võimalik materjalide liikumise vood;
- lihtsustada tootmisprotsesse;
- tagada varudele kiire käive;
- vähendada materjalide käsitlemist ja kulusid;
- kasutada tõhusamalt tööjõudu, seadmeid ja tootmispinda;
- tagada ja säilitada tootmistegevuse paindlikkus ja kord;
- tagada töötajate heaolu, ohutus ja mugavus;
- minimeerida investeringuid seadmetesse;
- minimeerida tootmisprotsessi aega. [1]

Ruumilise paigutuse põhimõteteks on integratsioon, mis ühendab tööjõudu, materjalide liikumist, masinaid ja toetavaid teenuseid, et oleks tagatud vahendite ja masinate tõhus kasutus. Lisaks kauguste vähendamine, mis on peamiselt seotud töötajate ja materjalide liikumisega. Olulist rolli mängib ka ruumi maksimaalne kasutamine, kus ruumi tuleks kasutada nii horisontaalselt kui ka vertikaalselt, et tagada maksimaalne pinna kasutus. Ruumilise paigutuse oluliseks aspektiks on, et materjalid peavad liikuma ühes suunas kuni lõpuni välja, ühtegi liikumist ei tohiks olla tagasisuunas. Lisaks materjalide ja töötajate efektiivsele paigutamisele peab kõigele olema tagatud ka ohutus ja turvalisus. [1]

## 1.2. Asendiplaanide tüübid

Ruumilist paigutust on võimalik liigitada nelja kategooriasse nagu tehnoloogiapõhine asendiplaan, tootepõhine asendiplaan, kombineeritud asendiplaan ja fikseeritud asendiplaan. [1]

### 1.2.1. Tehnoloogiapõhine asendiplaan

Tehnoloogiapõhist ruumi paigutust kasutatakse tellimuspõhises ja üksiktootmises, sest sõltuvalt vajadusest on võimalik töödelda tooteid erinevates seadmete järjestuses. Tootmistehases on sarnased tehnoloogilisi protsesse teostavad seadmed koondatud ühele

alale. Sellise plaani eeliseks on seadmete universaalsus, mis tagab parema seadmete kasutamise ja vähendab vajadust teiste seadmete järgi. Lisaks aitab protsessi paindlikumaks muuta seadmete ja töötajate vahel tööde jagamine. [1]

### **1.2.2. Tootepõhine asendiplaan**

Tootepõhises asendiplaanis asuvad seadmed töötlemise järjekorras, mis võimaldab saavutada materjalide tõhusa voo ja madalad kulud. Sellist asendiplaani on mõistlik kasutada siis, kui tootmismahud on suured ja toodang ühesugune ehk suurpartiid ja masstootmised. Tihtipeale on seadmed spetsiifilised ja teevad vajalikke protsesse kiiresti ning usaldusväärset, kuid neid ei saa jagada erinevate tööde tegemiseks. Sellise asendiplaani eelisteks on toodete sujuv ja loogiline liikumine, kus materjalivarud on väiksed, kuid tootlikkus suur. Materjalide liikumine on mehhaniseeritud, mis viib kulutused madalamale. [1]

### **1.2.3. Kombineeritud asendiplaan**

Kombineeritud asendiplaan ühendab omavahel protsessi- ja tootepõhise paigutuse eelised. Sellist tüüpi paigutus võimaldab toota eri tüüpi ja suurusega tooteid, kuid tähtis on see, et protsesside järjekord jääb samaks, olenemata toodete tüübist ja suurusest. [1]

### **1.2.4. Fikseeritud asendiplaan**

Fikseeritud asendiplaani nimetatakse ka projekti tüüpi paigutuseks. Sellise paigutuse puhul jäävad materjalid või põhikomponendid kindlasse asukohta, sest seadmed, tööjõud ja muud vajalikud materjalid tuuakse tootmise asukohta. Seda tüüpi paigutus sobib siis, kui toodetav kogus on väike, kuid toode ise on suur ja raske ning koosneb rasketest materjalidest, mille kohale toomine tähendab suuri transpordikuluseid. Sellise paigutuse eeliseks on paindlikkus ning investeeringud paigutusse on väiksed. [1]

## **1.3. Spagetidiagramm**

Spagetidiagrammi kasutatakse tööprotsesside ja materjalivoogude visualiseerimiseks, mille eesmärgiks on visualiseerida tööprotsessi käigus läbitud teid, mis on seotud raiskamise avastamisega transpordi ja materjalide liikumisega ning töötajate liigutustega. Selleks, et raiskamisi avastada kantakse tootmisala objektide ruumilisele paigutusele joontega tootmisprotsessis läbitavad vahemaad. Mida segasemad on jooned ruumilisel paigutusel, seda ebaefektivsem on protsessivoog. Sellist meetodit kasutatakse selleks, et väendada raiskamisi ja suurendada tootlikkust. [1]

Spagetidiagrammi hindamiseks on kvalitatiivne meetod ja kvantitatiivne meetod. Kvalitatiivse meetodi puhul piisab hindamiseks vaatlus, mille käigus nähakse liiga pikkasid vahemaid, vastassuunalised liikumised ja liikumisteede ristumised, mis hakkavad vaatejale kohe silma. Kvantitatiivse meetodi hindamiseks mõõdetakse üksikute sirgete teede pikkus ja arvutatakse seejärel kogu võimalik teekond. [1]

#### **1.4. SmartDraw tarkvara**

SmartDraw on veebipõhine visuaalne diagrammide ja skeemide koostamise tarkvara, mida kasutatakse laialdaselt erinevates valdkondades. SmartDraw sobib kasutamiseks erinevates valdkondades nagu arhitektuuris, inseneerias ja projektijuhtimises. Tarkvara saab kasutada andmete visualiseerimiseks, koostada organisatsiooniskeeme ning hallata projektide ajakavasid ja projektiplaane. Tarkvara pakub laialdaselt erinevaid malle ja sümbolaid, mis lihtsustavad diagrammide ning skeemide koostamist. SmartDraw tarkvaraga on võimalik luua 2D põrandaplaane ja asendiplaane. Lisaks on võimalik visualiseerida töövooge, lahendades selle abil pudelikaelasid ning suurendada seeläbi protsesside efektiivsust. Tarkvara on hea kasutada koostöö tegemiseks meeskondade vahel, võimaldades ühist redigeerimist ja tagasiside andmist reaalajas. [2]

#### **1.5. Riskide juhtimine**

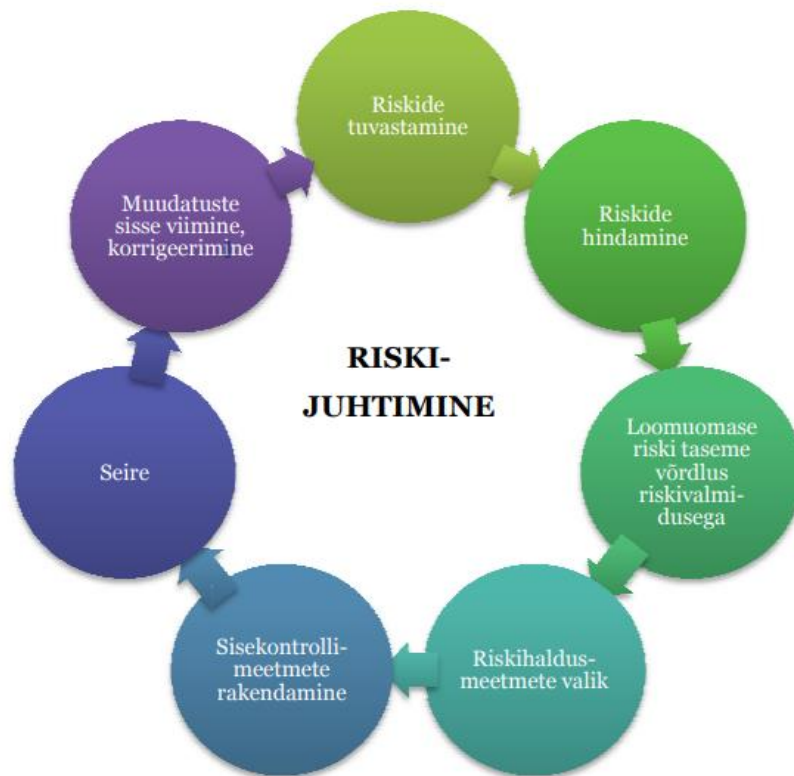
Riskide juhtimine on süsteemne protsess, mille abil tuvastatakse, hinnatakse ja ennetatakse ohte või ebakindlusi, mis võivad mõjuda ettevõttele negatiivselt. Riskide juhtimine hõlmab riskide tõenäosuse ja mõju analüüsi ning strateegiate väljatöötamist, et vähendada kahju. Selle protsessi kaudu tagatakse, et ettevõtte suudaks toime tulla võimalike kahju tegevate muutustega, mis võivad ettevõtte stabiilsuse, finantsseisundi või strateegilised eesmärgid ohtu seada. [3]

Riskide vähendamiseks tuleb organisatsioonil suunata ressursid negatiivsete mõjude vähendamisele, jälgimisele ja kontrollimisele, et seeläbi tõsta positiivseid mõjusid. Järjepidev, süsteemne ja integreeritud riskide juhtimine aitab ohtusid kiiremini kindlaks teha, neid tuvastada, juhtida ning lahendada. [4]

Riskide juhtimine koosneb järgmistest tegevustest ja järjekorrast:

- Riskide tuvastamine;
- Riskide hindamine;
- Riski taseme võrdlus riisivalmidusega;
- Riskihaldusmeetmete valik;
- Sisekontrollimeetmete rakendamine;
- Seire ehk vaatlus;

- Muudatuste sisse viimine, korrigeerimine. (Joonis 1) [5]



Joonis 1. Riskijuhtimine [5]

## 1.6. Põranda markeerimine ja tööohutus

Tootmishoone ja lao põrandate märgistamine aitab ennetada töökeskkonnas õnnetusi ning muudab kogu hoone arusaadavamaks töötajatele. Joonte abil märgistatakse tõstukite ja jalakäijate liikumisteed, mis ennetab tõstuki ja inimese omavahelist kokku põrkamist. Kui tõstuki liikumisteed on märgistatud, siis võivad tõstukid sellel sõita kiirema kiirusega, sest liikumisteel ei ole üleliigseid esemeid, mis takistaksid liikumist. Lisaks joonitakse eraldi ka alad, kuhu ei tohi ühtegi kaupa ladustada, nendeks võivad olla näiteks tuletõrjeväljapääsuteed, kustutusvahendite ette või tõstuste ette, kus liiguvad tõstukid ja inimesed. Eraldi märgistatakse ära ka kaubaaluste ladustamiskohad, mis on mõeldud tooraine või valmistoodangu aluste jaoks. [6]

Põranda markeerimist on võimalik teha nii värvi kui ka spetsiaalsete põranda markeerimisteipide ja kleebistega. Sobiv markeerimise viis sõltub põranda materjalist, põrandapinna seisukorrast ning koormuse suurusel märgistustele. Lisaks sellest, kas tööohutusmärgistused on mõeldud püsivaks lahenduseks või tehakse hoones muudatusi. [7]

## 2. ETTEVÖTTE FILTER PLUS OÜ ÜLDTUTVUSTUS JA TEGEVUSALA

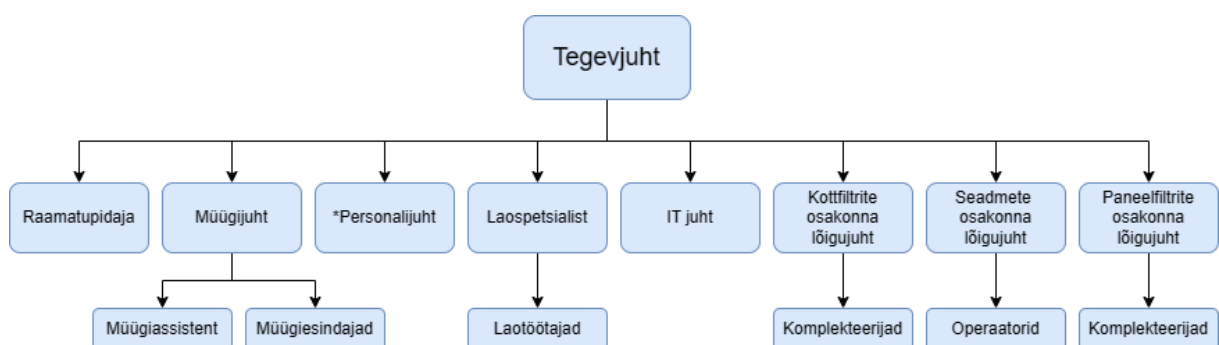
Filter Plus OÜ on 2018 aasta lõpus asutatud Eesti kapitalil põhinev tööstuse ja kodumajapidamise seadmete filtreid tootev ettevõtte. Aktiivne tootmistegevus sai alguse 2019. aasta esimeses pooles. [8]

Ettevõtte missiooniks on toota madala energiatarbivusega ja suure tolmu kogumisvõimega ventilatsioonifiltreid, mis vähendavad allergeenide ohtu inimestele hoonetes ja vähendavad CO2 saastet maailmas.

Filter Plus OÜ peab oluliseks järgmisi väärtusi:

- Ausus;
- Klientidele usaldusväärne partner;
- Avatud muutustele, loome täiesti uusi lahendusi, pidev tootearendus;
- Kvaliteetne toode ja müügitöö teenus;
- Kliendikesksus, rahulolev klient;
- Hoolimine töötajatest;
- Kohaliku elu- ja ettevõtluskeskkonna rikastamine. [8]

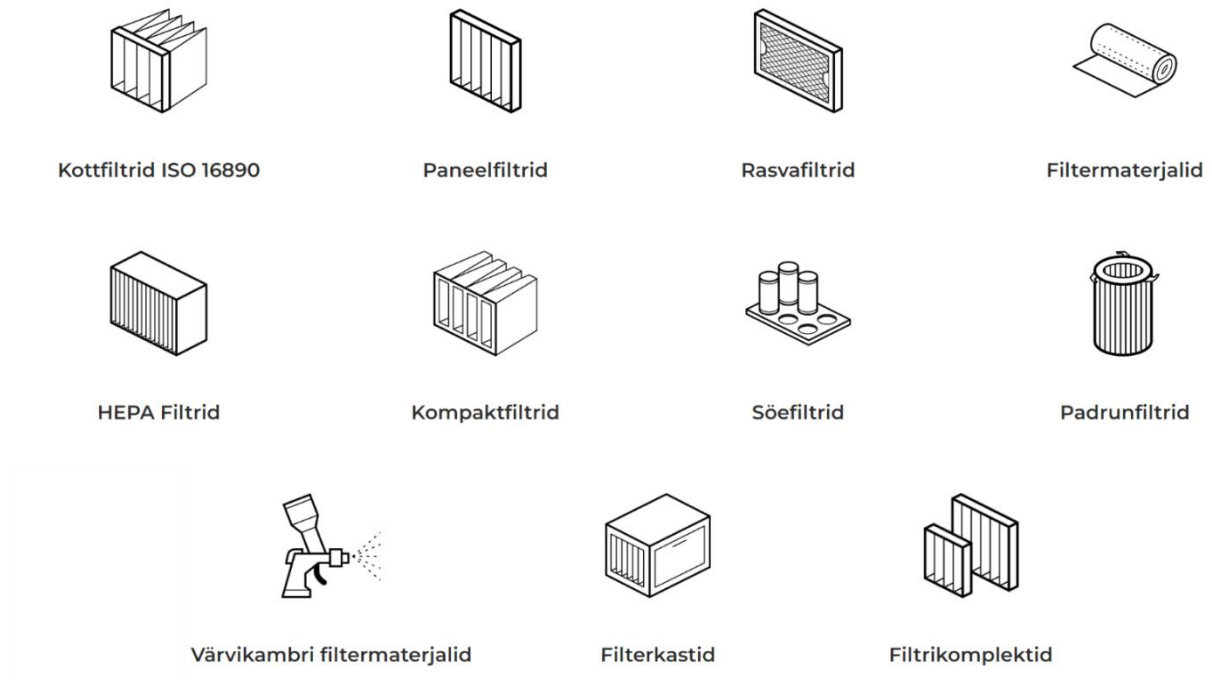
Ettevõtte organisatsiooniskeem kujutab hierarhilist struktuuri, kus tegevjuht juhib ettevõtte erinevaid osakondasid ja töötajaid. Lisaks on osakondades osakonnajuhid, kes vastutavad konkreetsete tootmisprotsesside eest. Ettevõttes töötab 70 töötajat. [8] (Joonis 1)



Joonis 1. Ettevõtte struktuur

## 2.1. Tegevusala

Filter Plus OÜ on Eesti ettevõtte, mis toodab õhu- ja ventilatsioonifiltreid vastavalt rahvusvahelisele ISO 16890 standardile. Filter Plusi tootevalikusse kuuluvad kottfiltrid, paneelfiltrid, söefiltrid, rasvafiltrid, HEPA ja ULPA filtrid, filtermaterjalid ja värvikambri filtermaterjalid. [9] (Joonis 2)



Joonis 2. Filter Plus OÜ tootevalik.

### **3. ETTEVÖTTE TOOTMISÜKSUSE KIRJELDUS ENNE JA PÄRAST KOLIMIST**

Ettevõtte Filter Plus OÜ tegutses enne kolimist kolmes eraldi seisvas tootmishoones – kaks asusid Tallinnas ja üks Hiiumaal. Nende kasutuses oli kokku 3032 m<sup>2</sup> renditud pinda, millest 1911 m<sup>2</sup> moodustas lao- ja tootmispind. Tootmine oli jaotatud kolme hoone vahel vastavalt laotoodete, eksporditoodete ja kliendipõhiste toodete valmistamisele. Selline hajutatud tootmisstruktuur tõi kaasa keerukaid logistilisi lahendusi, et koordineerida materjalide liikumist ja toodangu transporti hoonete vahel. Ettevõtte pidi pidevalt planeerima, kuidas saata materjalid ja valmistooted ühest hoonest teise. Ettevõtte pole varasemalt kasutanud seadmete paigutamise visualiseerimist, seega puuduvad võrdluseks varasemate hoonete seadmete paigutusplaanid.

Pärast kolimist koondas Filter Plus OÜ kogu oma tootmise ühte tootmishoonesse, mis parandas oluliselt nii tootmisprotsesside kui ka logistika efektiivsust. Uus tootmishoone asub logistiliselt soodsamas piirkonnas, tagades parema ja kiirema ligipääsu nii kauba- kui ka logistikafirmadele.

Uue tootmishoone kogupindala on 3717,9 m<sup>2</sup>, millest lao- ja tootmispind moodustab 3180,8 m<sup>2</sup>. Hoone on funktsionaalselt jaotatud erinevateks osakondadeks - kottfiltrite, plastikraamide, paneelfiltrite, pappraamide ja filtermaterjalide tootmisüksusteks, samuti pakkimise, komplekteerimise ja lao osakondadeks. Tootmispinnad asuvad kahel korrusel ning bürooruumid on jaotatud läbi kolme korruse.

Uue tootmishoone esimesel korrusel asuvad kottfiltrite osakond, plastikraamide osakond, filtermaterjalide tootmisosakond, ladu ning pakendamise osakond (Lisa 1). Hoone teisel korrusel asuvad paneelfiltrite osakond ning pappraamide ja filtermaterjalide osakond, mis asuvad vahepõranda peal (Lisa 2).

Ettevõtte uuel kinnistul on piisavalt ruumi ka tulevikuks edasi laienemiseks. Vajadusel saab juurde ehitada väliladu, suurendada tootmisruume või rajada eraldi seisva tootmisüksuse, et toetada ettevõtte kasvavat tootmistahtu ja tulevase vajadusi. See annab ettevõttele paindlikkuse, võimaldades kiiresti reageerida turu nõudmistele ning laiendada tootmist vastavalt kliendibaasi kasvule ja turu vajadustele.

#### **3.1. Tootmispinna paigutusplaan**

Ettevõtte Filter Plus OÜ tootevalik koosneb peamiselt kott- ja paneelfiltritest, mille tootmisprotsessid on üksteisest erinevad. Seetõttu on ettevõttes loodud kaks eraldi tootmisosakonda: üks kottfiltrite ja teine paneelfiltrite tootmiseks.

Ettevõtte tootmisprotsesside paigutus põhineb tootepõhisel asendiplaanil, mis tähendab, et iga tööetapp on paigutatud loogilises järjekorras, kus järgnev etapp saab alata alles pärast eelneva lõpetamist.

Enne kolimist olid vajalikud seadmed jaotatud kolme hoone vahel, sest üks tootmispind ei mahutanud kogu tootmiseks vajalikku seadmeparki. See tähendas, et ühes tootmishoones toodeti filtermaterjale, mida transporditi edasi teistesse tootmishoonetesse, kus toimus laotoodete ja kliendipõhiste toodete tootmine.

Uues tootmishoones rakendas Filter Plus OÜ peaaegu täielikult tootepõhist paigutusplaani, mille eesmärk oli tagada sujuvad töövood ja maksimaalne efektiivsus. Paigutusplaani nägi ette, et kõik seadmed ja tööetapid oleksid paigutatud järjestikku, et vältida logistilisi viivitusi ja tagada tootmise efektiivsus.

Paigutuse kavandamiseks kasutas ettevõtte SmartDraw tarkvara, mis võimaldas luua 2D-vaateid ja katsetada erinevaid tootmishoone paigutuse viise, et leida filtrite tootmise jaoks kõige optimaalsem lahendus.

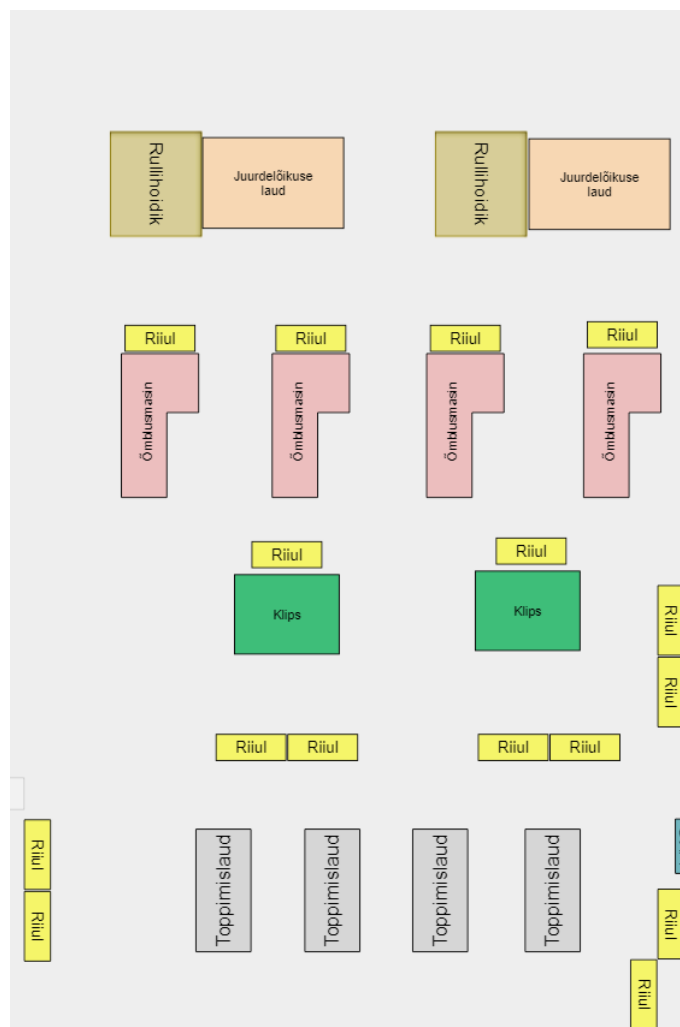
### **3.1.1. Kottfiltrite osakonna asendiplaan**

Kottfiltrite osakonna asendiplaani kavandamiseks alustas töö autor kõigi vajalike seadmete täpsete mõõtmete, vahemaade ja töötajate töökoha jaoks vajaliku pindala määramisega. See andis aluse, et koos tegevjuhi ja osakonnajuhiga arutada, kuidas paigutada seadmed uues tootmishoones nii, et töövoog oleks võimalikult efektiivne ja töötajatele mugav.

Asendiplaani loomiseks koostas töö autor SmartDraw keskkonnas uue tootmishoone joonise, kuhu märgiti laoriulite asukohad ja ala, kus kottfiltrite osakond paikneb. Joonise põhjal katsetati erinevaid paigutuse variante, et leida kõige optimaalsem lahendus, et kasutada maksimaalne ruum hoones ära.

Kottfiltrite osakond paikneb tootmishoone esimesel korrusel, mille pindala on 380,80 m<sup>2</sup>. Osakonna paigutus põhineb tootepõhisel asendiplaanil, kus iga tootmisetapp peab lõppema enne, kui järgmine etapp saab alata. Kottfiltrite tootmine hõlmab järjestikke tööprotsesse nagu juurdelõikust, õblemist, klipsimist ning lõpus filtri paigaldamist plastikraami, mis moodustab tervikliku kottfiltrit. (Joonis 2)

Arvestades, et kottfiltrid koosnevad paljudest erinevatest komponentidest, oli oluline, et kottfiltrite osakond asuks laole võimalikult lähedal. See tagab, et toormaterjalide transport osakonda on efektiivne, vähendades seeläbi ajakulu.



Joonis 2. Kottfiltrite osakonna asendiplaani (Koostatud autori poolt)

### 3.1.2. Plastikraamide osakonna asendiplaani

Plastikraamide osakonna asendiplaani kavandamisel oli töö autoril oluline tagada, et osakond paikneks võimalikult lähedal kottfiltrite osakonna toppimislaudadele, sest toppimislaudade abil toimub kottfiltrite koostamise viimane etapp, kus filtermaterjal pannakse plastikraami sisse. Selleks, et aru saada, kui palju ruumi on vaja plastikraamide osakonnale, tuli ära mõõdistada kõik seadmed, mida kasutatakse plastikraamide osakonnas, lisaks pidi töö autor juurde arvestama tööruumi ning materjalide ladustamise ala, et tagada töö maksimaalne efektiivsus.

Plastikraamide osakond töötab tihedalt koos kottfiltrite osakonnaga, valmistades ette raame, kuhu hiljem paigaldatakse kottfiltrimaterjal. Plastikraamide osakond on varustatud kahe saega, augustusseadme ja tihendusmasinaga, mis tagavad, et kõik vajalikud detailid oleksid kottfiltrite kokkupanekuks valmis. (Joonis 3)

Protsess algab saagidel raamide komponentide lõikamisega, kui detailid on täpselt vajalikku mõõtu lõigatud, liigutatakse need augustusseadmesse, mis teeb vajalikud augud komponentidele, et nendele nurga detailid külge sobiksid. Pärast töötlemist asetatakse plastik detailid abilaudadele, kus toimub raamide lõplik kokkupanek, seejärel suunatakse vajadusel kokku pandud raam tihendusseadmesse, et tagada kottfiltrite õhutihedus ventilatsiooniseadmetes. Lõplikult kokkupandud raamid paigutatakse riiulitesse, kus kottfiltrite osakonna töötajad saavad tellimusnumbri järgi leida õiged raamid.



Joonis 3. Plastikraamide osakonna asendiplaan (Koostatud autori poolt)

### 3.1.3. Filtermaterjalide tootmisosakonna asendiplaan

Filtermaterjalide tootmisosakonna asendiplaani koostamiseks tuli töö autoril mõõta kahe seadme täpsed mõõtmed, mis toodavad vajalikes suurustes filtermaterjale paneel- ja kottfiltrite jaoks. Kuna seadmed on temperatuuri tundlikud, kavandas autor need eraldi ruumi, kus temperatuur on stabiilne. Lisaks teevad need kaks seadet teiste seadmetega võrreldes rohkem müra, seega oli need hea planeerida teistest eraldi ruumi. (Joonis 4)

Kottfiltrite tootmiseks kasutatakse spetsiaalset kottfiltrite masinat, mis lõikab, õmbleb ja liimib kottfiltrite materjali vastavalt nõutud mõõtudele. Masin valmistab kottfiltrid valmis lõigatud kujul kui ka materjalirullidena, mida saab hiljem lõigata täpselt mõõtu kottfiltrite osakonnas juurdelõikuse tööetapis. Kuna kottfiltrite masin on suur ja vajab toimimiseks eraldi kompressorit, tuli töö autoril arvestada eraldi ruum ka selle jaoks. Lisaks tuli läbi mõelda tööstusliku elektripistikute asukohad, et oleks võimalik seadmele vool saada.

Paneelfiltrite jaoks on eraldi filtermaterjali voltimisliin, et valmistada filtermaterjale, mis on volditud või kurrutatud täpsete mõõtmete järgi, mis määratakse vastavalt filtri nõuetele. Lisaks pidi autor voltimisliinile juurde arvestama eraldi pinna kompressorile, et seadmel oleks võimalik töötada.



Joonis 4. Filtermaterjalide tootmisosakonna asendiplaan (Koostatud autori poolt)

### 3.1.4. Lao ja pakendamise osakonna asendiplaan

Lao ja pakendamise osakonna asendiplaani kavandamisel pidi töö autor arvestama sellega, kuidas hakkab liikuma valmiskaubad ja toormaterjalid. Toormaterjalid paigutati võimalikult lähedale tootmisalale, et tagada materjalide kiire ja lihtne liikumine tootmisesse. Valmistoodangu riiulid paigutati komplekteerimisalade ja pakkimisala lähedusse, et optimeerida toodete käsitlemist ja pakki jõudmist. Lisaks pidi autor arvestama laoriulite vahekäikudega, et tagada turvaline ja efektiivne otsetee liftini, mille kaudu liigub paneelfiltrite valmistoodang lattu ning toormaterjal paneelfiltrite osakonda.

Lao ja pakendamise osakonna pindala on kokku 1458,45 m<sup>2</sup>. Pakendamise osakonnas pakitakse filtrid esmalt kiletamiseseadmega kilesse ja seejärel karpidesse. Pakendatud filtrid asetatakse suurtesse kastidesse, mis paigutatakse alustele. Järgnevalt liiguvad alused alusekiletamise, pärast mida paigutatakse tellimused väljastusalasse või riiulitele ootama klientidele väljastamist. (Lisa 3)

Ladu on korraldatud nii, et valmis- ja pooltoodang liiguks tõhusalt tootmisosakondade ja komplekteerimisalade vahel. Kauba väljastamiseks on laos kaks tõstust, mille kaudu saab klientidele kaupasad väljastada. Tõstuste juures on laoriulid jaotatud vastavalt sihtriikidele, kullerteenuse pakkujatele ja eraklientidele, et kiirendada kaupade väljastamist. (Lisa 4)

### 3.1.5. Paneelfiltrite osakonna asendiplaan

Paneelfiltrite osakonna asendiplaani koostamisel pidi töö autor arvestama kahe uue seadme lisandumisega, mis tuli uude tootmishoonesse paigutada. Samuti määrati ette kaubalifti asukoht, mistõttu ei olnud võimalik kasutada järjestikust tootmisvoogu. Selleks, et planeerida efektiivne ja mugav tööruum, mõõtis töö autor kõik paneelfiltrite tootmiseks vajalikud seadmed ja nende vahelised vahemaad, et seadmete vaheline liikumine oleks efektiivne.

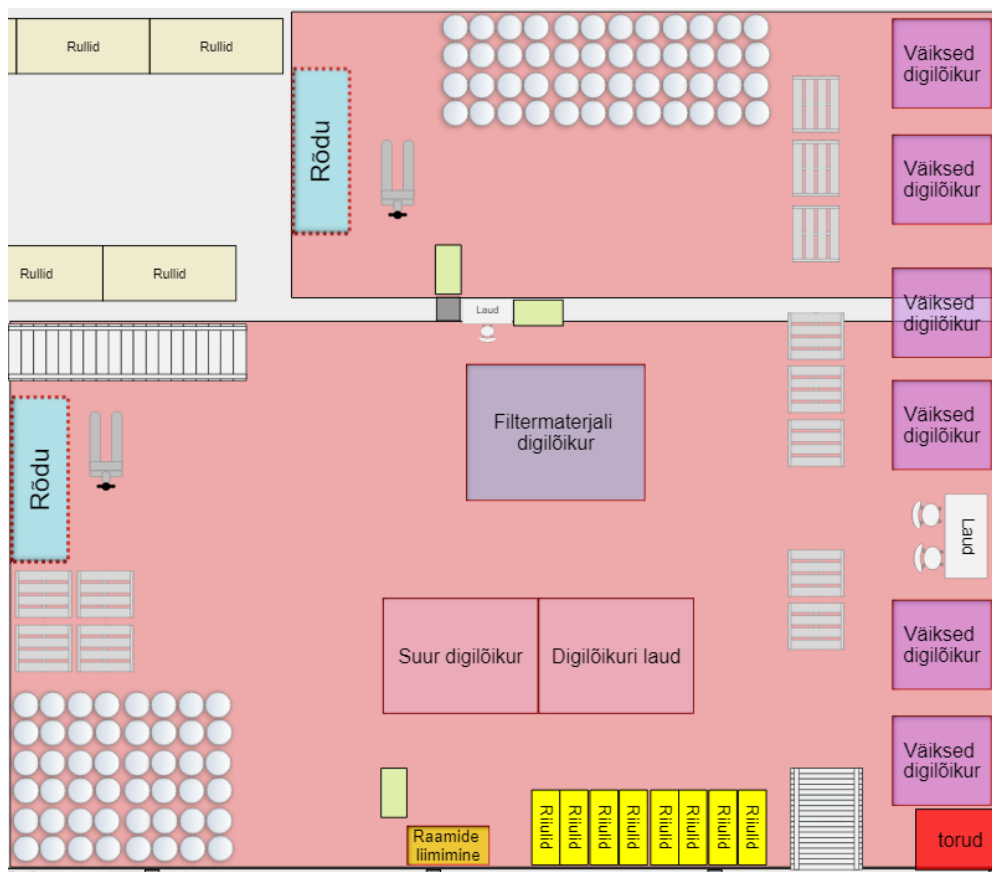
Paneelfiltrite tootmisprotsess algab lintsaal, kus vajadusel lõigatakse paneelfiltrite filtermaterjal sobiva suurustega tükkideks, mis paigutatakse tootmiskärude peale. Seejärel viiakse käru liimiroboti juurde, mille abil liimitakse filtermaterjal pappraami sisse, kui filtermaterjal on korrektselt paigutatud, pannakse filter pressi alla seniks, kuni liim on kuivanud ning siis asetatakse paneelfiltrid kaubaaluse peale, mis liiguvad kaubaliftiga lattu pakendamisse.

Asendiplaani kavandamisel tegi töö autor tihedat koostööd tegevjuhi ja osakonnajuhiga, kellega mängiti erinevad paigutuse viisid läbi, et tagada maksimaalne efektiivsus ja töötajate mugavus. Paneelfiltrite osakond asub tootmishoone teisel korrusel, mille pindala on 595,0 m<sup>2</sup>. Osakonnas ei olnud võimalik kasutada tootepõhist asendiplaani, kuna kogu valmistoodang peab liikuma kaubalifti kaudu lattu. Seetõttu oli oluline, et seadmed, liimirobotid, mis toodavad lõplikke paneelfiltreid, asuksid kaubalifti lähedal, et valmistoodangu liikumine oleks kiire ja efektiivne. (Lisa 5)

### **3.1.6. Pappraamide ja filtermaterjalide osakonna asendiplaan**

Pappraamide ja filtermaterjali osakonna asendiplaani koostamisel oli töö autoril vaja planeerida tööruum vahepõrandale, mille pindala on 262 m<sup>2</sup>. Kuna vahepõrand oli madalamal tasandil kui paneelfiltrite tootmiskorrus, pidi autor kavandama ohutu trepi kahe osakonna vahel liikumiseks. Trepp pidi olema piisavalt lai ja tugeva konstruktsiooniga, et tagada töötajate turvalisus, eriti suurte ja raskete komponentide transportimisel.

Vahepõrandale paigaldati digilõikurid, mis on mõeldud pappraamide ja filtermaterjali lõikamiseks. Nende seadmete abil saab täpselt lõigata erineva tihedusega vatiinist filtermaterjali ja pappkartongi, mis on olulised komponendid paneelfiltrite tootmisel. Kuna pappraamid on otseselt vajalikud paneelfiltrite kokkupanemiseks, oli oluline, et pappraamide digilõikurid asuksid paneelfiltrite osakonna lähedal, et töötajad saaksid kiiresti ja mugavalt viia vajalikud raamid paneelfiltrite osakonda liimirobotite juurde, kus pannakse filtermaterjal pappraami sisse. Lisaks tuli vahepõrandale planeerida rõdud, mille kaudu saaks tõstukiga tõsta valmistoodangut ja toormaterjali vahepõranda ja lao vahel. (Joonis 5)



Joonis 5. Pappraamide ja filtermaterjalide osakonna asendiplan (Koostatud autori poolt)

### 3.1.7. Põranda markeerimine ja tööohutus

Uues tootmishoones puudusid esialgu põrandamärgistused, mis tähistaksid jalakäijate ja tõstukite liikumisteid ning alasid, mida tuleb pidevalt vabana hoida. Õnnetuste vältimiseks ja korra tagamiseks tootmis- ja laopinnal tuli planeerida, kuidas jalakäijad ja tõstukid uues hoones liikuma hakkavad.









Kui kõik seadmed olid hoonesse paigaldatud ja töökohtade ning aluste kohad määratud, koostati asendiplan, millele märgiti erinevate värvidega:

- Jalakäijate ja tõstukite liikumisteid;
- Teede ristumiskohad;
- Alad, mida tuleb hoida vabana;
- Valmiskauba väljastusala;
- Tõstukite laadimisala.

Märgistuste teostamiseks kasutati markeerimisteipi, et vajadusel oleks alasid lihtne ümber tähistada. Lisaks paigaldati iga keerulise ja piiratud nähtavusega teede ristumiskohtadesse peeglid, mis aitavad näha lähenevaid jalakäijaid või tõstukeid.

Tootmis- ja laopinnale märgistati kõik jalakäijate ja tõstukite liikumisteed, teede ristumiskohtadele märgiti ülekäigurajad. Lisaks märgistati laos tõiuste ette punasega märgistatud alad, mis tähistavad ala, mida tuleb hoida vabana, et tõstukitel oleks võimalik efektiivselt kaupu sisse ja välja liigutada. Sinise kattega märgistati ooteala, kuhu pannakse valmistoodang, mis saadetakse majast välja. Eraldi märgistati ka tõstukite laadimisala, mis on märgistatud kollase ja mustaga. Laadimise jaoks valiti ala, kus on ventilatsioon kõige parem, et vältida heitgaaside kogunemist ja tagada ohutu töökeskkond. (Tabel 1) (Lisa 6)

Tabel 1. Markeerimise värvid ja tähendused

Osakond	Liikumisteed	Tõstukite liikumisteed	Vabana hoitavad alad	Valmistoodangu ala	Tõstukite laadimisala
Ladu					
Filtermaterjalide tootmisosakond					

## 4. KOLIMISPROTSESSI ANALÜÜS

Filter Plus OÜ kolimisprotsess kestis kuus kuud, mille käigus toimus ettevalmistus ja uus tootmishoone kohandati ettevõtte vajadustega. Kolimise tegelik protsess algas kolmandal kuul, kui uus tootmishoone oli täielikult tühjaks lammutatud ja valmis seadmete paigaldamiseks. Selle aja jooksul seisis tootmine kokku kolm nädalat, mille jooksul viidi tootmiseseadmed uude hoonesse ja seati hoone töö valmis.

Kolimisprotsessi sujuvaks toimimiseks koostati põhjalik ajakava ning ülesannete vastutajad. Lisaks sellele oldi pidevas kontaktis ettevõtetega, kes pakkusid kolimise käigus vajalikke teenuseid, tagamaks, et kõik kulgeks sujuvalt ning vältida ootamatuid takistusi.

Üks olulisemaid aspekte kolimisprotsessis oli transpordi korraldamine, et leida piisavalt autosid ja ka tööjõudu, kes laeksid hoonetest seadmeid peale ja tooksid uude hoonesse. Selle jaoks koostati samuti täpne ajakava, millal tuleb rekka ja kui kaua on aega, et rekka täis laadida ning uuesti tühjaks.

Kolimisprotsessi ajaks oli planeeritud tootmistöötajatele kollektiivpuhkus, mis võimaldas kolimisprotsessi viia läbi rahulikum ajal, et vältida võimalikke ebamugavusi tootmisprotsessides ja tarneviivitusi klientidele. Kliente teavitati aegsasti tulevases kolimisest, et tootmise planeerimisel oleks võimalik arvestada suurenenud tellimuste hulgaga ning vajadusel saaksid kliendid arvestada pikema tarneajaga. Selleks, et peale kolimist oleks võimalik täiel võimsusel tootmisega alustada, planeeriti toormaterjal pikemaks ajaks ette ning pooltoodang toodeti ette.

### 4.1. Uue tootmishoone pindala

Varasemalt oli ettevõtte Filter Plus OÜ enda tootmiseseadmed paigutanud kolme erineva tootmishoone vahel, millede kogu neto pindala oli kokku 3032 m<sup>2</sup>, millest tootmis- ja laopind oli 1911 m<sup>2</sup>. Uue tootmishoone kogu hoone neto pindala on kokku 3717,90 m<sup>2</sup>, millest tootmis- ja laopind on 3180,80 m<sup>2</sup>. Uue tootmishoonega saadi tootmis- ja laopinda juurde 1269,80 m<sup>2</sup>, mis võimaldab ettevõttel suurendada tootmisvõimsust ja ladustamisvõimalusi. (Tabel 2)

Tabel 2. Võrdlus vana ja uue tootmishoone pindaladest

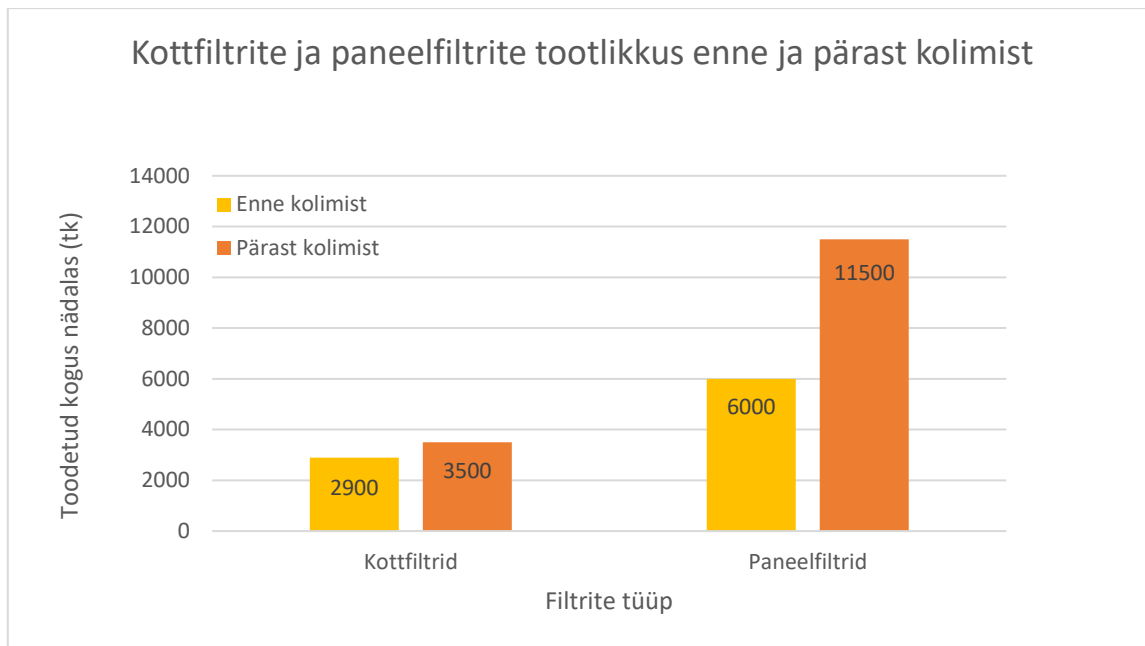
	<b>Enne kolimist</b>	<b>Pärast kolimist</b>	<b>Kui palju saadi uue hoonega ruumi juurde?</b>
Kogu hoonete neto pindala (m <sup>2</sup> )	3032,00	3717,90	685,90
Tootmis- ja laopind (m <sup>2</sup> )	1911,00	3180,80	1269,80

#### **4.2. Ettevõtte tootlikkus enne ja pärast kolimist**

Enne ettevõtte kolimist suuremale pinnale analüüsis töö autor tootmisvõimekust. Analüüsi käigus selgus, et varasemates tootmishoonetes piiras tootmisvõimekust eelkõige ruumi puudus. Kolmes eraldi tootmishoones oli ruumi nii vähe, et pidevalt tuli liigutada kaubaaluseid, et tekitada ruumi valmistoodangu jaoks. See tekitas pidevalt seisakuid ja viivitusi tootmisprotsessides. Kottfiltriteid toodeti keskmiselt enne kolimist 580 tükki päevas ja 2900 tükki nädalas, paneelfiltriteid vastavalt 1200 tükki päevas ja 6000 tükki nädalas.

Pärast kolimist, kus seadmed on optimeeritud ja valmistoodangu liikumine läbi mõeldud, kasvas ettevõtte tootlikkus. Kottfiltrite osakonnas tõusis keskmine tootlikkus 700 filtrini päevas ja 3500 filtrini nädalas. Paneelfiltrite osakonnas kasvas tootlikkus päevas 2200 filtrini ja nädalas 11 500 filtrini. Tootlikkuse kasvu toetasid ka kaks uut seadet, mis lisati uude tootmishoonesse.

Alljärgnev tulpdiagramm kujutab võrdlust kottfiltrite ja paneelfiltrite tootlikkusest enne ja pärast kolimist (Joonis 6). Diagrammist on selgelt näha, et tootlikkus kasvas mõlemas tootmisosakonnas.



Joonis 6. Kottfiltrite ja paneelfiltrite tootlikkus enne ja pärast kolimist (Koostatud autori poolt)

### 4.3. Riskide juhtimine kolimisprotsessis

Selleks, et ennetada võimalikke riske nagu tootmise seiskumine, seadmete kahjustamine transportimisel, tööjõu puudus või probleemid töötajate ümberpaigutamisega, tuli töö autoril planeerida kogu kolimisprotsess põhjalikult läbi.

Enne kolimise alustamist teavitati kõiki kliente ettevõtte kolimisest suuremale tootmispinnale. Klientide rahulolu säilitamiseks informeeriti neid tootmise kolmenädalasest seiskumisest võimalikult varakult, et nad saaksid oma tellimuste mahte vastavalt planeerida. Vastavalt klientide mahtudele, pidi tootmine olema planeeritud võimalikult efektiivselt, et kõik tellimused suudetakse enne seiskumist ära toota.

Kolimise käigus pöörati erilist tähelepanu seadmetele, mis vajasisid hoolikat käsitlemist, et vältida kahjustusi, selleks valiti usaldusväärne transpordipartner. Lisaks kaasati kolimisprotsessi ettevõtte enda töötajad, kes olid seadmetega hästi kursis ja kellel oli varasem kogemus seadmete transportimisel. Seadmete demonteerimise ja monteerimise riskide minimeerimiseks tehti iga seadme kohta märkmeid, et kiirendada seadmete kokku panemist uues tootmishoones.

Selleks, et uues hoones saaks tootmine võimalikult kiiresti täisvõimsusel alata, viidi läbi varajased läbirääkimised töötajatega. Samuti hakati varakult värbama ja välja õpetama uusi töötajaid, et tagada sujuv üleminek ja kasvatada tootmisvõimekus pärast kolimist.

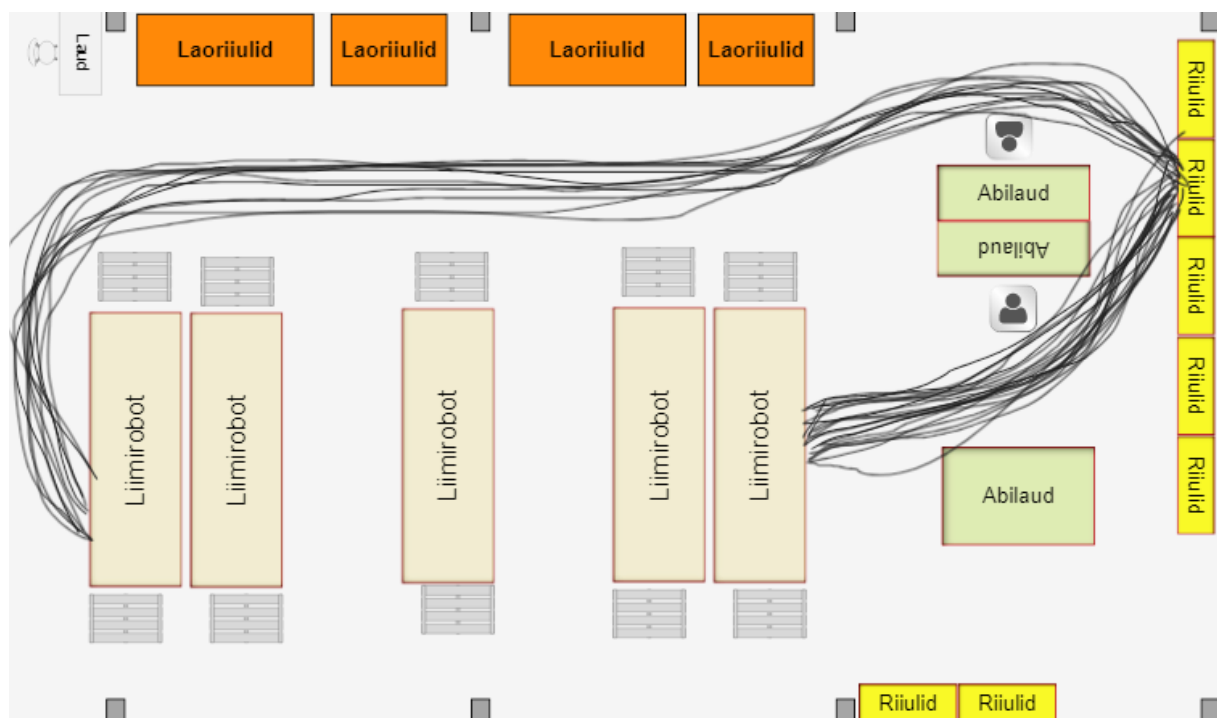
Kokku värvati uude hoonesse juurde 21 töötajat, kellest 9 on tootmistöötajad (**Tõrge! Eileia viiteallikat.**).

Tabel 3. Töötajate arv enne ja pärast kolimist

Enne kolimist töötajate arv	52
Pärast kolimist töötajate arv	73

#### 4.4. Spagetidiagrammi analüüs

Spagetidiagrammi analüüsi koostas töö autor pärast kolimist tegevuste kohta, mida tehakse igapäeva töös pidevalt. Nendeks on paneelfiltrite osakonnas liimirobotite peal töötavate töötajate läbitava teekonna kaardistamine. Need töötajad osutusid valikuks just seetõttu, et nende igapäevatöö hulka kuulub pappraamide toomine riulist, mis tähendab pidevat liikumist liimiroboti ja pappraamide riulite vahel. Analüüsimiseks võeti kaks liimirobotit, millest üks asus riulitest kõige kaugemal ja teine kõige lähemal, et analüüsida nende keskmist tulemust. (Joonis 7)



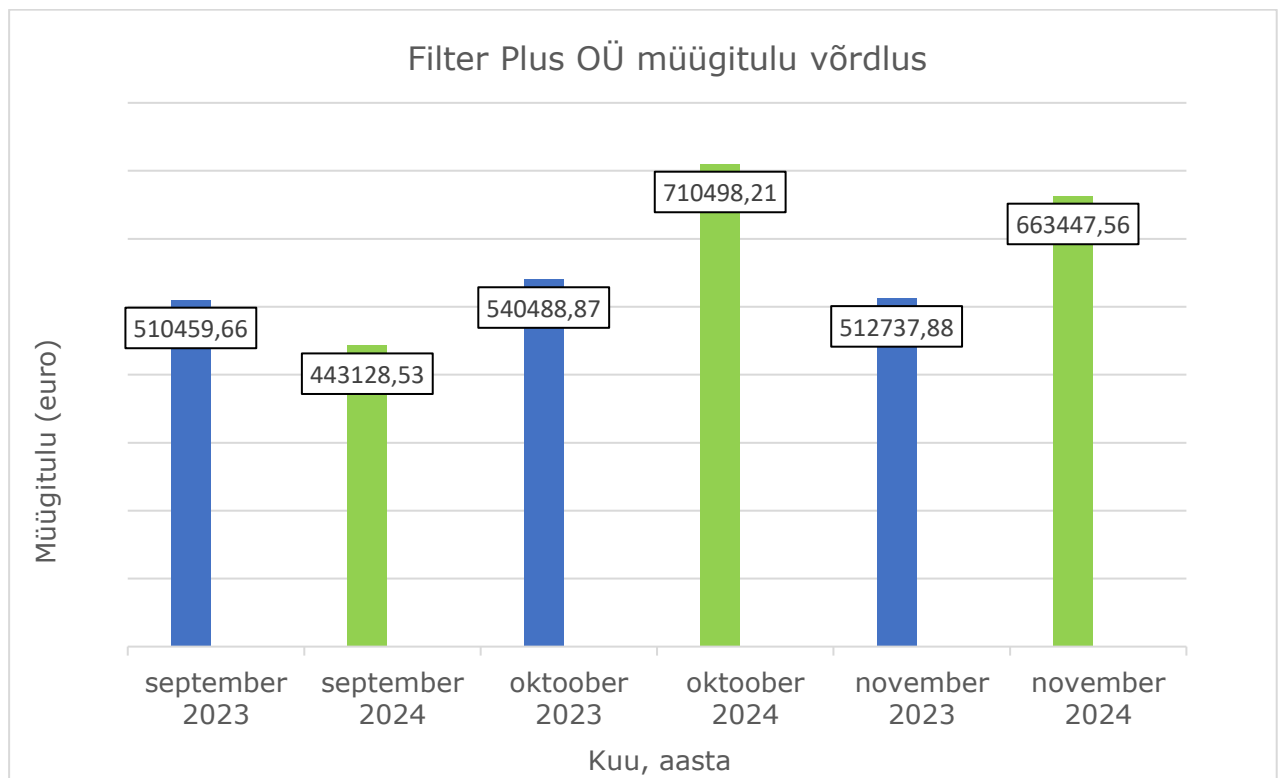
Joonis 7. Liikumine liimiroboti ja pappraamide riuli vahel spagetidiagrammina (Koostatud autori poolt)

Spagetidiagrammi analüüsidest saadi aimu, kui pika maa peab liimirobotil töötaja liikuma, et tuua endale riulist pappraamid, mis asuvad liimirobotitest keskmiselt 18 meetri kaugusel ning keskmiselt teeb ühe liimiroboti peal töötav inimene päevas 13 erinevat tellimust, mille jaoks on vaja liikuda riulite juurde, kus asuvad valmis pappraamid. Lisaks

pole riiulitel pappraamid paigutatud klientide järgi, mis lisab veelgi aega juurde, et õiged pappraamid kiiresti üles leida. Normaalses tempos liikudes kulub pappraamide riiulite juurde kõndimiseks ja tagasi liimiroboti juurde keskmiselt 40 sekundit, lisaks aeg mis kulub õigete pappraamide üles leidmiseks, seda töö autor siia ajale juurde ei arvesta. Võttes arvesse, et liimiroboteid on viis tükki ning iga liimiroboti keskmine tellimuste arv päevas on 13 tellimust, tähendab see seda, et päevas kulub kõikidel robotitel töötaval töötajatel pappraamide riiulite ja tagasi liimiroboti juurde aega 43 minutit. Kui võtta arvesse keskmise töötleva tööstuse tööjõukulu tunnis aastal 2023 (10,17 eurot), siis teeb see tööandjale ligikaudu 2583,18 eurot aasta kuluks [10].

## 5. MAJANDUSLIK MÕJU ETTEVÕTTELE

Järgnevas tabelis on välja toodud ettevõtte Filter Plus OÜ käibe võrdlus aastal 2023 ja 2024 september, oktoober, november. Tabelis on näha, kuidas on muutunud kolme kuu käibe muutus. Septembri kuud võrreldes 2023 ja 2024 aastal on näha, et peale kolimist on ettevõtte käive langenud, sest tootmisel polnud võimekust toota kogu tellimuste mahtu tööjõu puuduse tõttu ära. Oktoobris ja novembris on ettevõtte suutnud käivet kasvatada keskmiselt 160 359, 51 euro võrra mõlemal kuul, sest selleks ajaks töötas ettevõttes rohkem inimesi, kellel oli piisav väljaõpe töö tegemiseks. (Joonis 8)



Joonis 8. Filter Plus OÜ müügitulu võrdlus (Koostatud autori poolt)

### 5.1. Kulude analüüs

Tootmishoone soetamise ja kolimisega tekkisid hädavajalikud kulutused, milleta ei saanud tootmishoones tööd alustada. Selleks, et ostetud hoone oleks võimalik muuta tootmishooneks tuli teostada lammutustööd, soetada kaubalift, mille kaudu transportida kaupa kahe korruse vahel. Lisaks tuli kogu hoones ära vahetada valgustus LED-valgustite vastu ning teostada elektritööd, et tööstuslikku voolu tekitada seadmetele ning selleks, et seadmetel oleks suruõhk, tuli paigaldada terve maja peale suruõhutorustik. Hädavajalik kulutus ettevõtte jaoks oli ka uue põranda valamine, et hoone vastaks tootmishoone nõuetele. Varasemalt oli ettevõttel probleeme varude mahutamise laopinnale, mis

tähendas et uuele tootmispinnale tuli ettevõttel soetada uued laoriulid. Büroo- ning puhkeruumides tuli teostada remont, et pakkuda töötajatele puhast ning hubast töökeskkonda. Tabelis on välja toodud hädavajalike kulutuste summad, mis tuli ettevõttel välja käia. (Tabel 4 **Tõrge! Ei leia viiteallikat.**)

Tabel 4. Hädavajalikud kulutused ettevõttele Filter Plus OÜ

<b>Hädavajalikud kulutused</b>	<b>Summa (EUR)</b>
Hoone lammutustööd	50 000
Kaubalift	76 000
Valgustuse vahetus	15 600
Elektritööd	18 000
Suruõhutorustik	9400
Põranda valamine	20 000
Büroo- ja puhkeruumide remont	22 900
Laoriulid	40 000
<b>Kokku hädavajalikud kulutused</b>	<b>251 900</b>

### **5.1.1. Transpordikulud**

Ettevõtte Filter Plus OÜ kasutas tootmise kolimiseks nii enda kui ka kolmandate osapoolte transporditeenuseid. Kuna osa tootmiseadmeid olid väga suured ja nõudsid eritransporti, tuli lisa transporditeenus sisse osta, mille maksumus oli 7700 eurot.

### **5.1.2. Seadmete paigalduskulud**

Ettevõtte seadmete paigalduskulud ulatusid kokku 2000 euroni. Paneelfiltrite osakonnas vajasisid uued liimirobotite kokku panemine erialaseid oskusi, mistõttu kaasati selleks spetsialistid.

## **5.2. Hoonete kulu võrdlus**

Enne kolimist uuele tootmispinnale, toimus tootmine kolmes eraldi seisvas üüripinnal. Lisaks müüdi nendes kolmes hoones elektrit turuhinnast palju kallima hinnaga, mis suurendas oluliselt ettevõtte tootmiskulusid. Uue tootmishoonega hoitakse elektrikuludelt kokku ligi 40-50%.

All järgnevas tabelis on välja toodud varasemate kolme üüripinna ja uue tootmishoone kulude võrdlus aastal 2023 (Tabel 5). Kui varasemalt maksis ettevõtte kolme hoone üüri eest 170 464,50 eurot, millele lisandusid kolme hoone elekter summas 46 988,00 eurot, lisaks oli üks hoone gaasi küttega, mille eest tuli maksta aastal 2023 kokku 4489,00 eurot

ning muud kulutused kolme hoone peale olid kokku 10 062,00 eurot. Kokku kolme hoone kulutused aastal 2023 oli 232 003,50 eurot. Uue hoone kulutused aastal 2023 olid kokku 45 585,00 eurot, mis on 20% vähem, kui varasema eraldi kolme hoone eest.

Tabelis on selgelt näha, et uue tootmishoonega kaasnevad madalamad kulutused, puudub kõrge üürihind, turuhinnast kõrgem elektri- ja gaasihind ning muud kulutused nagu muru niitmine, lume koristus, akende pesu ja koristusteenused on tunduvalt madalamad, kui varasemate kolme rendipindade kulutused. (Tabel 5)

Tabel 5. Hoonete kulu võrdlus aastal 2023

<b>Kulu</b>	<b>Hoone 1</b>	<b>Hoone 2</b>	<b>Hoone 3</b>	<b>Uus tootmishoone</b>
Üür (EUR)	90 888,50	72 376,00	7200,00	
Elekter (EUR)	18 660,00	26 328,00	2000,00	33 476,00
Gaas (EUR)	4489,00			7434,00
Muud kulud (EUR)	6792,00	3270,00		4675,00

## KOKKUVÕTE

Lõputöö eesmärgiks oli ettevõtte Filter Plus OÜ uue tootmishoone seadmete optimaalne paigutusplaani koostamine ning suurendada seeläbi tootlikkust, kolides suuremale ning optimeeritud tootmispinnale. Kolimisega lisandus ettevõttele 1269,80 m<sup>2</sup> tootmis- ja laopinda, mis võimaldas parandada tootmisprotsesside korraldust ja töövoogu.

Töö autor koostas tootmishoone paigutusplaani, lähtudes tootepõhisest asendiplaanist ning võttes arvesse uue tootmishoone eripärasid ja töötajate soove seadmete paigutamisel. Töö autor kasutas seadmete optimaalseks paigutamiseks ning erinevate variantide läbi mängimiseks Smartdraw tarkvara, mille abil koostas 2D joonised uue tootmishoone paigutusplaani. Lisaks koostas töö autor põranda markeeringuplaani, mis tagab töötajatele ohutu töökeskkonna. Põrandale markeeriti liikumisteed, tõstukite sõidualad, vabana hoitavad alad, valmistoodangu ning tõstukite laadimisalad.

Uude tootmishoonesse kolimisel ning seadmete optimaalsel paigutamisel kasvas ettevõtte tootlikkus kottfiltrite osakonnas 2900 filtrist 3500 filtrini nädalas ning paneelfiltrite osakonnas kasvas filtrite tootlikkus 6000 filtrist 11 500 filtrini nädalas. Eesmärk kasvatada ettevõtte tootlikkust võib pidada õnnestunuks.

Ettevõttel tuli välja käia uue tootmishoone ostuga mõned hädavajalikud kulutused, et hoones oleks võimalik alustada tootmist, nendeks olid lammutustööd, kaubalift, valgustuse vahetus, elektritööd, suruõhutorustiku paigaldus, põranda valamine, büroo- ja puhkeruumide remont ning uued laoriulid, mis kokku läksid maksma 251 900 eurot.

Kolides uuele tootmispinnale vähenes ettevõtte jaoks hoone kulutused 20% võrra, sest ettevõttel ei tule enam maksta üüri, kõrget elektrit ning muud kulutused nagu muru niitmine, lume koristus ja akende pesu ei pea enam ostma sisse kalli teenuse hinnaga.

## SUMMARY

The aim of this thesis was to design an optimal layout plan for the equipment in Filter Plus OÜ's new production building and thereby increase the productivity by moving to a larger and more optimized production space. The relocation added 1269,80 m<sup>2</sup> of production and storage space, enabling improved organization of production processes and workflows.

The author of this thesis prepared the layout plan for the production building based on product-specific placement plan while taking into account the unique characteristics of the new facility and employee preferences regarding equipment placement. The author used SmartDraw software to optimize the equipment layout and play through the different variants, creating 2D drawings of the building layout.

Additionally, the author developed a floor marking plan to ensure a safe working environment for employees. The floor was marked to designate walking paths, forklift routes, areas to be kept clear, finished goods zones and forklift loading areas.

The moving to the new production facility and the optimal placement of equipment resulted in a significant increase in the company's productivity. In the bag filter department production increased from 2900 to 3500 filters in week and in the panel filter department production increased from 6000 to 11 500 filters per week. The objective of enhancing the company's productivity can be considered successfully achieved.

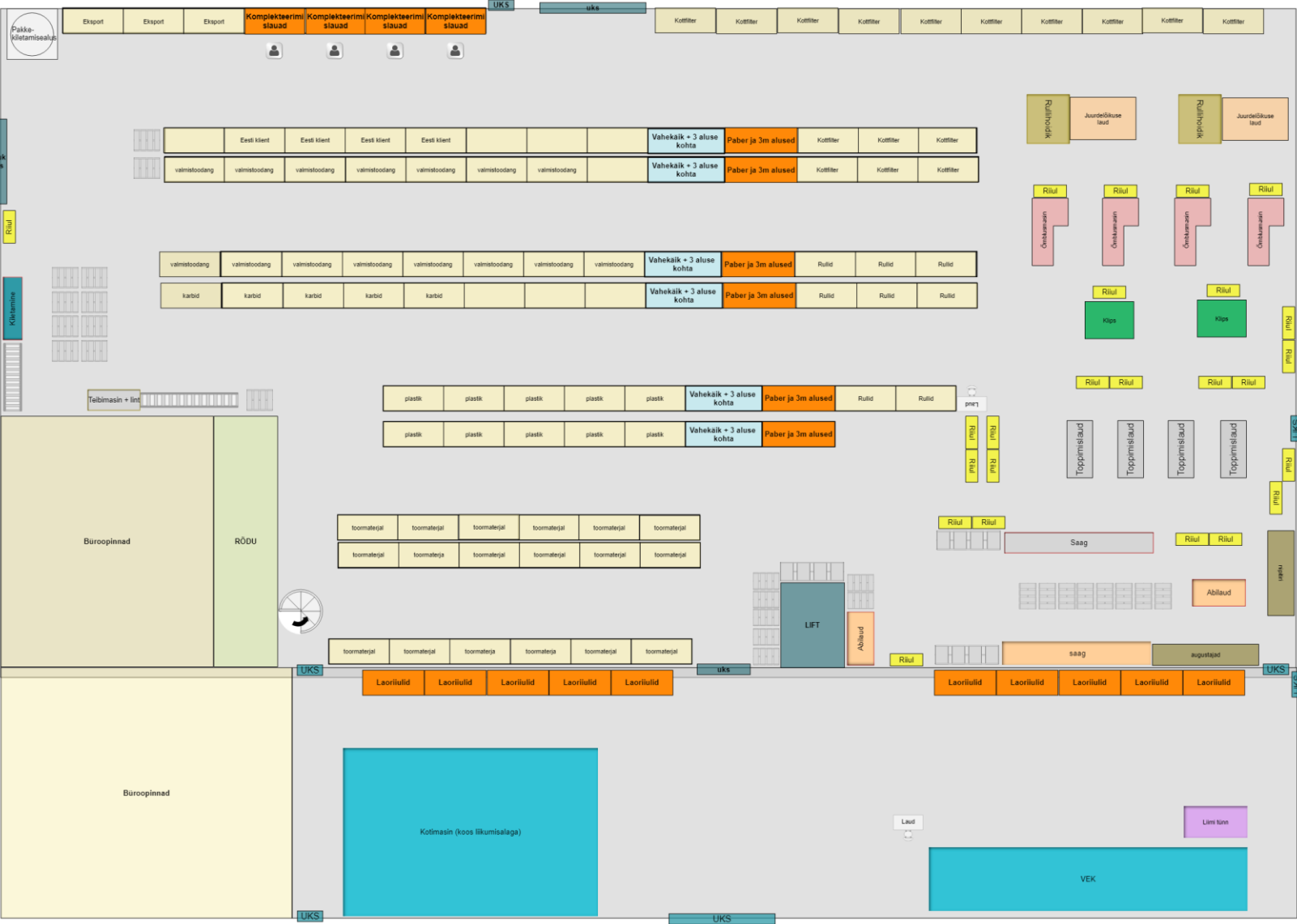
To start production in the new building, the company had to incur some necessary expenses, including demolition work, the installation of a freight elevator, lighting replacement, electrical work, the installation of compressed air pipelines, floor casting, office and break room renovations and new storage shelves. These investments totaled 251 900,00 euro.

Moving to the new production facility also reduced the company's building costs by 20%, as the company no longer has to pay rent, high electricity and gas prices or outsource services such lawn mowing, snow removal and window cleaning at a high cost.

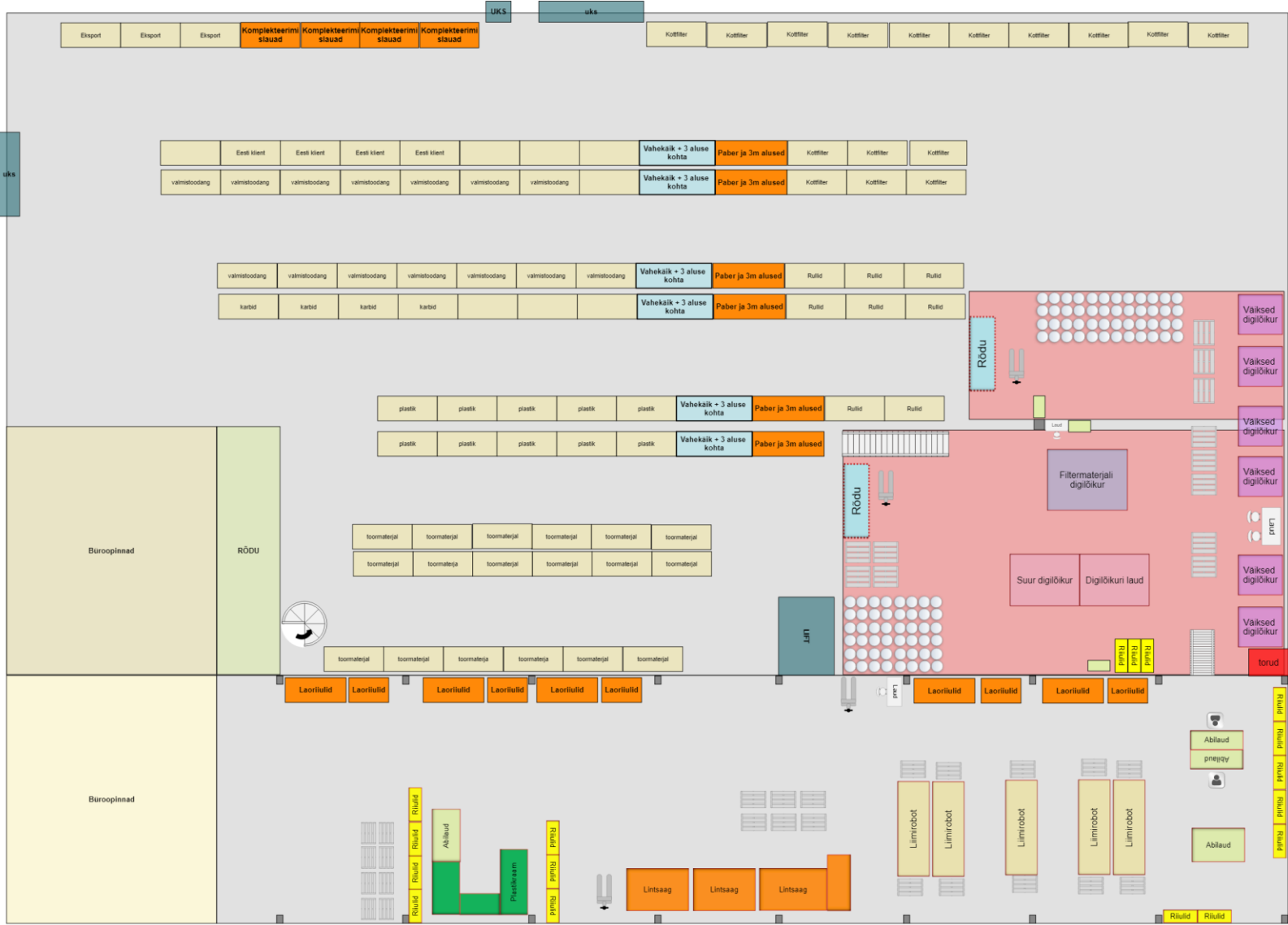
## VIIDATUD ALLIKAD

- [1] J. Lavin, *Terviklik tootmine. Tootmise juhtimine ja planeerimine*. Lavin Kirjastus, 2021, 2021.
- [2] „SmartDraw Makes Diagramming Easy“, Vaadatud: 29. september 2024. [Online]. Available at: <https://www.smartdraw.com/diagramming/>
- [3] K. Gibson, „What Is Risk Management & Why Is It Important?“, okt 2023, Vaadatud: 20. oktoober 2024. [Online]. Available at: <https://online.hbs.edu/blog/post/risk-management>
- [4] „What is risk management?“, Vaadatud: 23. detsember 2024. [Online]. Available at: <https://www.ibm.com/topics/risk-management>
- [5] „Riskijuhtimise protsessi hindamine“. Vaadatud: 27. detsember 2024. [Online]. Available at: [https://fin.ee/sites/default/files/documents/2020-10/riskijuhtimise\\_protsessi\\_hindamine.pdf](https://fin.ee/sites/default/files/documents/2020-10/riskijuhtimise_protsessi_hindamine.pdf)
- [6] „Mida ja milleks põrandatele märgistada“, Vaadatud: 3. november 2024. [Online]. Available at: <https://parkimisjoon.ee/et/teenused/tootmishoone-ja-lao-joonimine/oluline-teada-enne-tellimist>
- [7] „TÖÖOHUTUS – KUIDAS SEDA PARANDADA MÄRGISTUSEGA?“, Vaadatud: 23. detsember 2024. [Online]. Available at: <https://parkline.ee/uudised/tooohutus-kuidas-seda-parandada-margistusega/>
- [8] Filter Plus OÜ, „Juhtimisüsteemi käsiraamat“.
- [9] „Filter Plus OÜ“. Vaadatud: 29. september 2024. [Online]. Available at: <https://filterplus.ee/>
- [10] „Palk ja tööjõukulu“, Vaadatud: 15. detsember 2024. [Online]. Available at: <https://www.stat.ee/et/avasta-statistikat/valdkonnad/tooelu/palk-ja-toojoukulu>

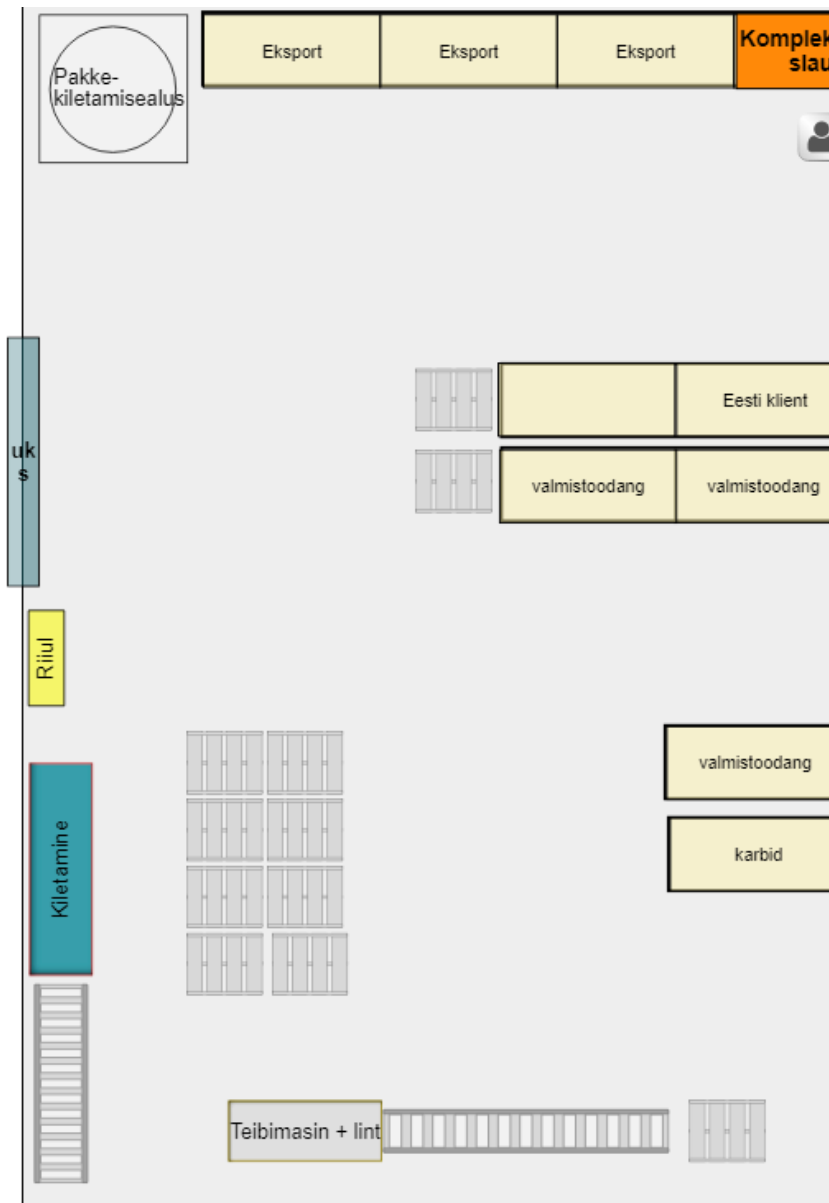
# Lisa 1. Uue tootmishoone esimese korruse asendiplaan



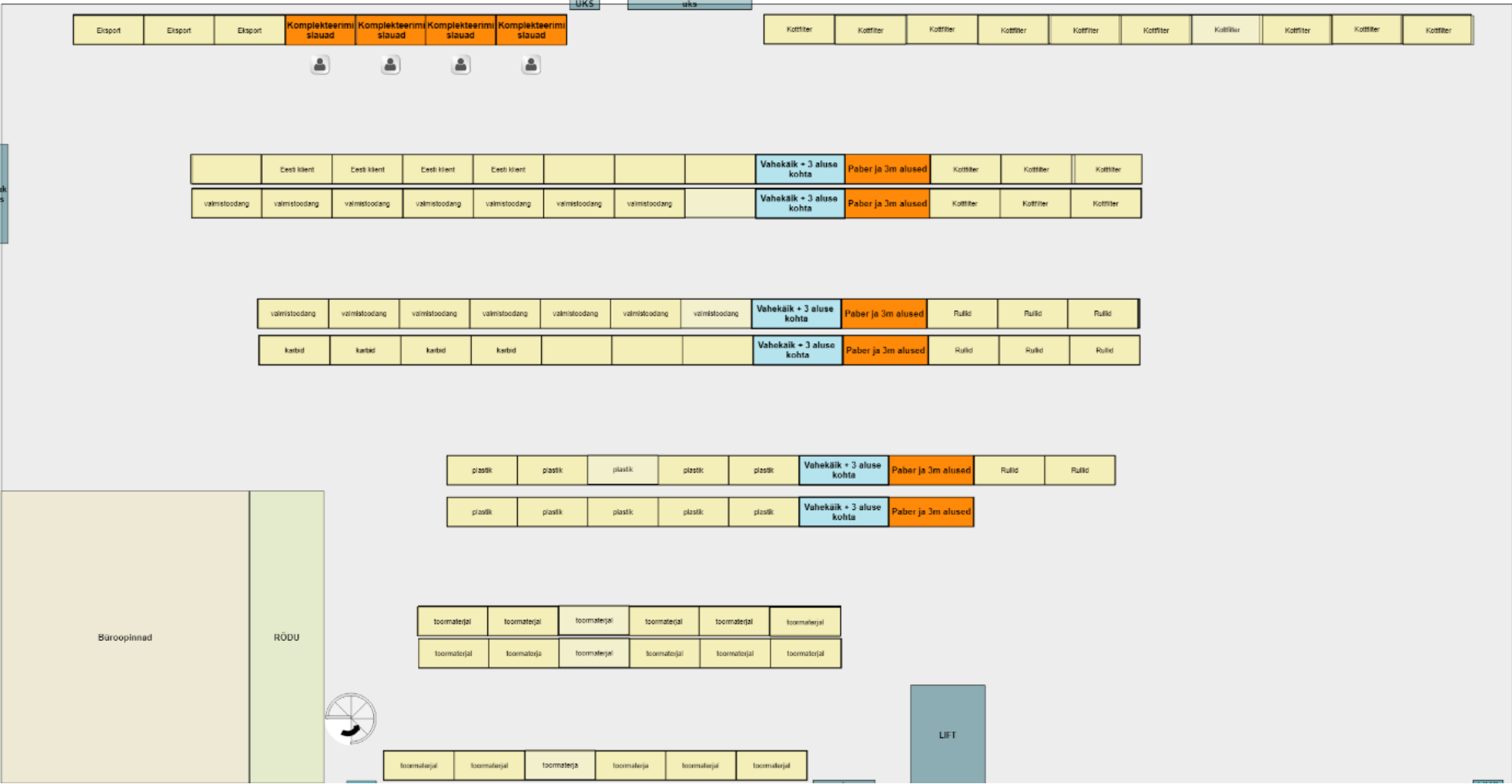
## Lisa 2. Uue tootmishoone teise korruse asendiplaan



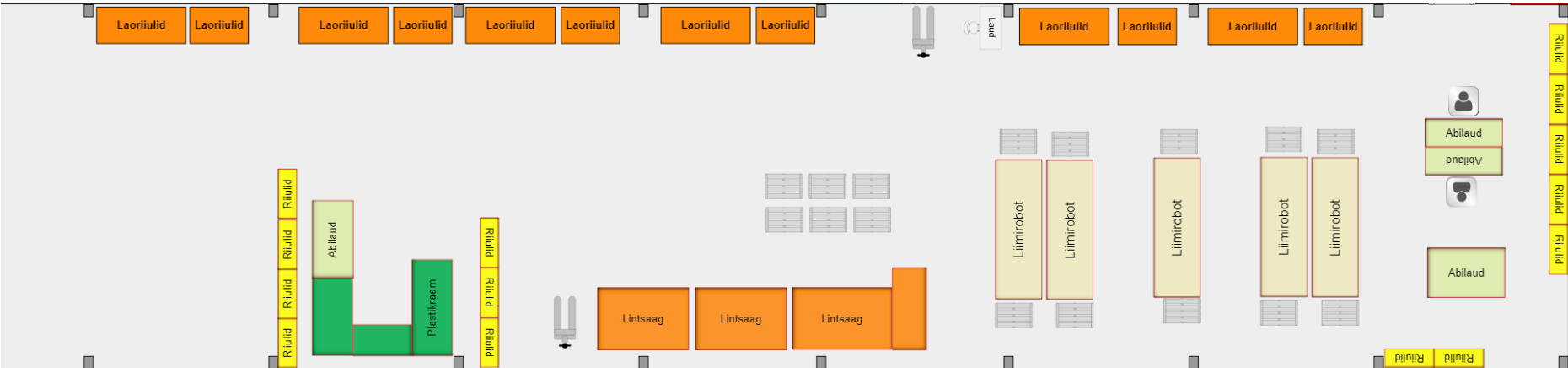
### Lisa 3. Pakendamise osakonna asendiplaan



### Lisa 4. Lao asendiplaan



**Lisa 5. Paneelfiltri osakonna asendiplaan**



# Lisa 6. Põranda markeerimine

