



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

INSENERITEADUSKOND

Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

## **KORTERELAMUTES AMORTISEERUNUD LIFTIDE MODERNISEERIMISE LAHENDUS**

### **COMPLEX ELEVATORS RENOVATION SOLUTION FOR APARTMENT BUILDINGS**

BAKALAUREUSETÖÖ

Üliõpilane: Toomas Hudelainen

Üliõpilaskood: A134620

Juhendaja: Valery Vodovozov. Vanemlektor

Kaasjuhendaja: Jevgeni Kudrjavitsev, Tallinna  
Keskkonna- ja Kommunaalameti projektide ja  
planeeringute menetlemise osakonna  
peaspetsialist

Tallinn 2021

(Tiitellehe pöördel)

## **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.

“.....” mai 2021.

Autor: .....  
/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetööle esitatud nõuetele

“.....” mai 2021.

Juhendaja: .....  
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....” .....202... .

Kaitsmiskomisjoni esimees: .....  
/ nimi ja allkiri /

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks<sup>1</sup>**

Mina Toomas Hudelainen (sünnikuupäev: 27.12.1993)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Korterelamutes amortiseerunud liftide moderniseerimise lahendus,

mille juhendaja on Valery Vodovozov ja kaasjuhendaja on Jevgeni Kudrjajtsev,

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh 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 käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

---

<sup>1</sup>Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil.

\_\_\_\_\_ (allkiri)

18.05.2021

# LÕPUTÖÖ LÜHIKOKKUVÕTE

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <i>Autor:</i> Toomas Hudelainen   | <i>Lõputöö liik:</i> Bakalaureusetöö |
| <i>Töö pealkiri:</i> Korterelamutes amortiseerunud liftide moderniseerimise lahendus  |                                      |
| <i>Kuupäev:</i><br>18.05.2021   | 52 lk                                |
| <i>Ülikool:</i> Tallinna Tehnikaülikool<br><i>Teaduskond:</i> Inseneriteaduskond<br><i>Instituut:</i> Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut   |                                      |
| <i>Töö juhendaja:</i> Vanemlektor Valery Vodovozov<br><i>Töö kaasjuhendaja:</i> Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalameti projektide ja planeeringute menetlemise osakonna peaspetsialist Jevgeni Kudrjvtsev  |                                      |
| <i>Sisu kirjeldus:</i><br>Eesti territooriumil on arvuliselt ligikaudu 5000 reisilifti, milledest suurem osa on kasutuses veel nõukogude aegadest. Reisilift on üks kõige kasutatavamaid liiklemisseadmeid, millede tehnilisest seisundist sõltub arvukate lifti kasutavate inimeste ohutus ja mugavus. Kuid reisiliftide ebapiisava kaasajastamisega seotud probleem on aktuaalne ka täna.<br>Käesoleva bakalaureuse töö põhiülesanne seisneb 9-korrulises tüüpajas oleva reisilifti optimaalse kaasajastamislahenduse otsingus ning selle valitud lahenduse edasises ligikaudses hindamises. Töö põhineb suuremas osas spetsialiseeritud kirjandusest saadud andmete ning reisiliftide paigaldamise ja hooldusega tegelevate firmade spetsialistidelt saadud nõustamiste analüüsil. |                                      |
| <i>Märksõnad:</i> Juhtimissüsteem, liftiajam, kabiin, moderniseerimine, lift, bakalaureusetöö.  |                                      |

# ABSTRACT

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| <i>Author:</i> Toomas Hudelainen  | Type of the work: Bachelor Thesis |
| <i>Title:</i> Complex elevators renovation solution for apartment buildings   |                                   |
| <i>Date:</i><br>18.05.2021  | 52 lk                             |
| <i>University:</i> Tallinn University of Technology<br><i>School:</i> School of Engineering<br><i>Department:</i> Department of Electrical Power Engineering and Mechatronics   |                                   |
| <i>Supervisor of the thesis:</i> Senior Lecturer Valery Vodovozov<br><i>Co-supervisor of the thesis:</i> Chief Specialist of the Projects and Planning Department of the Tallinn Environmental and Municipal Department Jevgeni Kudrjajtsev   |                                   |
| <i>Abstract:</i><br>In Estonia there are about 5000 passenger elevators, most of which were commissioned during the Soviet era.<br>The passenger elevator is one of the most often used means of transportation, the technical condition of which determines the safety and comfort of a large number of people. However, the problem associated with the lack of modernization of elevators remains relevant to this day.<br>The main task of this bachelor's work is to find an optimal typical solution for the modernization of passenger elevators, followed by an assessment of the approximate cost of the chosen solution.<br>The work is largely based on the analysis of data obtained from specialized literature and consultations with specialists from several companies involved in the installation and maintenance of passenger elevators. |                                   |
| <i>Keywords:</i> Control system, elevator drive, cabin, modernisation, elevator, bachelor thesis.   |                                   |

# SISUKORD

|  |    |
|--|----|
| LÕPUTÖÖ LÜHIKOKKUVÕTE  | 4  |
| ABSTRACT   | 5  |
| LÕPUTÖÖ ÜLESANNE   | 7  |
| EESSÕNA  | 10 |
| SISSEJUHATUS   | 11 |
| 1. REISILIFTI TÖÖPÕHIMÕTE JA KONSTRUKTSIOON  | 12 |
| 1.1 Lifti põhiomadused   | 14 |
| 1.2 Lifti tehnilised sõlmed nende kaasajastamise võimalusega ja kaasajastamise mõiste  | 15 |
| 1.3 Ohutus lifti kasutamisel .....   | 17 |
| 1.3.1 Liftide ja lifti ohutusseadiste nõuetele vastavuse hindamine.....                | 19 |
| 1.3.2 Näited tegelikkuses vastuolevate direktiivide nõuetest .....                     | 19 |
| 1.4 Riiklikud programmed abiks korteriühistutele liftide kaasajastamisel.....          | 19 |
| 1.4.1 Eestis paljukorterilistes elamutes reisiliftide kaasajastamisega seotud olukorra |    |
| aktuaalne ülevaade .....   | 20 |
| 2. ETTEPANEKUD MAJAS OLEVA LIFTI KAASAJASTAMISEKS                                      | 23 |
| 2.1 Majas oleva lifti kaasajastamise ettepanekud .....                                 | 23 |
| 2.2 Liftifirmade majandusnäitajate võrdlus.....  | 24 |
| 2.3 Näide elektrienergia tarbimise võrdlusest enne ja peale kaasajastamist .....       | 26 |
| 2.4 Kaasajastamispakkumiste võrdlus .....  | 27 |
| 2.5 Elektriajami töö modelleerimine  | 35 |
| KOKKUVÕTE  | 40 |
| SUMMARY  | 43 |
| KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU   | 46 |
| LISA 1. Hinnapakumised   | 49 |

# LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Lõputöö teema: **Korterelamutes amortiseerunud liftide moderniseerimise lahendus**

Lõputöö teema inglise keeles: **Complex elevators renovation solution for apartment buildings**

Üliõpilane: **Toomas Hudelainen, a134620**

Eriala: **Elektroenergeetika**

Lõputöö liik: **Bakalaureusetöö**

Lõputöö juhendaja: **Valery Vodovozov (Tallinna Tehnikaülikool, Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut, vanemlektor, valery.vodovozov@taltech.ee )**

Lõputöö kaasjuhendaja: **Jevgeni Kudrjajtsev (Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalameti projektide ja planeeringute menetlemise osakonna peaspetsialist, jevgeni.kudrjajtsev@tallinnlv.ee)**

Lõputöö ülesande kehtivusaeg: **18.05.2021**

Lõputöö esitamise tähtaeg: **18.05.2021**

---

Üliõpilane (allkiri)

---

Juhendaja (allkiri)

---

Õppekava juht (allkiri)

## 1. Teema põhjendus

Energia tarbimise vähendamine on kogu maailma üldlevinud ülesanne. Enamik Eesti hooneid on energeetiliselt ebaefektiivsed. Eesti olemasolev elamufond vananeb nii füüsiliselt kui ka moraalselt ning sellega tuleks midagi ette võtta. Vananevad seadmed, tehnosüsteemid ning vajadus tagada maksimaalne varustuskindlus, nõuavad järjepidevaid investeeringuid. Energiasääst on igati tervitatav, kuid eeldab energiasäästule suunatud renoveerimistöde algatuseelset põhjlikku tööde tasuvuse analüüsi.

Üks mitmes energiasäästu allikate küsimustes võiks olema korterelamutes tehnosüsteemide renoveerimine. Usna palju erinevate analüüside on tehtud küttesüsteemide renoveerimisele. Selle suunas minu töös on kava teha analüüsi ja leida tüüplahendus korterelamutes kasutavatele liftide renoveerimise vajadus. Neid ekspluateeritakse juba 45-50 aastat. Nende tehniline seisund on väga halb ja vaatamata sellele, et igal aastal teostatakse tehnohooldust ja ülevaatus, nende turvalisus ja kindlus kahtluse all!

Kas mistahes tehnikaalal on olemas 100% garantiid või tõenäosust, et midagi ootamatud ei juhtu? On hea kui meil oleks aega õigeaegselt olemaslevaid vananenud seadmed uute, turvaliste, ökonoomsete ja energiasäästlike seadmetega asendada. Kaasarvatud on

muutnud seadused, normid ja standardid ning seadmed tuleb kokku viima kehtivale normidele. Ei tohiks unustada ka eesteetilist külge.

## **2. Töö eesmärk**

Töö eesmärgiks on uurida korterelamutes amortiseerunud liftide moderniseerimise lahendus.

Kava teha analüüsi ja leida tüüplahendus korterelamutes kasutatavatele liftide renoveerimise lahendus.

Töö eesmärk seisneb 9-korruselise tüüp maja reisilifti kaasajastamise optimaalse lahendamise ligikaudse hinna määramises.

## **3. Lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:**

- On vaja vaadelda uusi tehnoloogiaid, nende plusse ja miinuseid.
- On vaja arvutada moderniseerimise maksumust.
- Võrdlus baas.
- Eesmärkide lahendamisel plaanin kasutada e-kogudes saadaval olevaid artikleid, raamatukogus saadavat kirjandust ja teemaga seotud uurimusi.

## **4. Lähteandmed**

Olemasolevate ja planeeritavate seadmete tehnilised andmed, andmed raamatutest, internetist ja Olav Lillemäe Liftitehnik OÜ konsultatsioonist.

## **5. Uurimismeetodid**

Analüüsiks ma tahan kasutada võrdlusemeetodit. Minu metoodika põhineb mõõtmisel, vaatlustel ja kirjanduse analüüsil.

## **6. Graafiline osa**

Töös on erinevaid graafilised osad, nagu skeemid, pildid ja tabelid.

## **7. Töö struktuur**

Lõputöö seletuskiri

- Tiitelleht
- Autorideklaratsioon
- Referaadid
- eesti keeles
- inglise keeles
  - Sisukord
  - Lõputöö ülesanne
  - Eessõna
  - 1. Sissejuhatus
  - 2. Lifti elektripaigaldis
  - 3. Renoveerimise majanduslik arvestus.
  - Järeldused ja soovitused
  - Kokkuvõte
  - Kirjanduse loetelu



- Lisad (vajaduse korral)

## **8. Kasutatud kirjanduse allikad**

1. Raamatud, allikad internetist (aruanded, kataloogid).
2. EVS-EN 61140:2006 „Ühisnõuded paigaldistele ja seadmetele“
3. EVS-EN 50110:2005 „Elektripaigaldiste käit“
4. Eeskiri EEI-3-1994 „Ehitiste madalpingeelektripaigaldised“
5. EVS-HD 60364-5-54:2011 „Madalpingelised elektripaigaldised. Osa 5-54: Elektriseadmete valik ja paigaldamine. Maandamine ja kaitsejuhid“;
6. Standardi seeria EVS-HD 60364-4 „Ehitiste elektripaigaldised. Kaitseviisid“;
7. Seadme ohutuse seadus

## **9. Lõputöö konsultandid**

Lõputöö konsultant Olav Lillemäe Liftitehnik OÜ ja lõputöö kaasjuhendaja Jevgeni Kudrjajtsev.

## **10. Töö etapid ja ajakava**

- Informatsioon allikatest läbitöötamine 28.03
- lähteandmete kogumine 05.04
- teoreetilise osa kirjutamine 12.04
- mõõtmiste ja modelleerimise teostamine 17.04
- uuringu tulemuste kirjeldamine 24.04
- järelduste kirjutamine 30.04
- kokkuvõtte koostamine 01.05
- töö esmine versioon valmis 02.05
- jundajale läbilugemiseks saatmine 02.05
- paranduste sisseviimine 10.05
- juhendajale teiseks läbilugemiseks saatmine 11.05
- töö lõplik versioon valmis 15.05

## EESSÕNA

Käesoleva lõputöö teema on valitud eelkõige isiklikust huvist vanade liftide moderniseerimise vastu. Teema valiku juures mängib rolli ka asjaolu, et Tallinnas on endiselt palju nõukogudeaegseid hooneid, kus lifti eluiga on möödas juba 15 aastat tagasi, kuid neid lifte ikka kasutavad kõrghoonete elanikud iga päev.

Peamised tööks vajalikud teoreetilised algandmed on kogutud vastavasisulistest kirjandus- ja meediaväljaannetest. Töös kasutati ka liftile ja selle ohutusseadisele ning nende vastavushindamisele esitatavad nõuded määrust ning Euroopa Parlamendi ja nõukogu 2014/33/EL direktiivi. Lisaks eelmainitud infoallikatele on analüüsitud ka sarnast temaatikat käsitletud varem tehtud bakalaureuse- ja magistritöid.

Antud lõputöö valmimine sai teoks tänu Tallinna Tehnikaülikooli Elektroenergeetika ja Mehhatroonika instituudile. Autor tänab ka eduka lõputöö protsessi käigus abiks olnud kahte juhendajat – Valery Vodovozov ja Jevgeni Kudrjajtsev, kelle poolt on ka sõnastatud antud lõputöö teema. Samuti autor soovib tänada Liftitehnik OÜ-st konsultanti, kes oli ka suur abiks lõputöö kirjutamiseks – Olav Lillemäe.

Juhtimissüsteem, liftiajam, kabiin, moderniseerimine, lift, bakalaureusetöö

## SISSEJUHATUS

19 sajandi keskel töötas E.G.Otis välja reisiliftide ohutuseadme, mis võimaldas kasutada neid pilvelõhkujates. Seejärel katsetati läbi hulgaliselt liftide tehnoloogilise paigaldamise variante. Juhikutena kasutati hiiglasuurt kruvi, liikus aga lift aurumootori abil. 19 sajandi teisel poolel demonstreeriti hüdraullifti, mis hiljem paigaldati Eiffeli torni. 20 sajandi alguseks aga võtsid liidripositsiooni sisse juba elektrilised reisiliftid, mida tänaseni kasutatakse kogu maailmas. Urbanisatsioon ja mitmekorruseliste hoonete ehitamise tendents stimuleerivad pidevalt liftitööstuse arendamist, tingides kasutusohutuse tõstmist, mugavuse parandamist, võimaluste avardamist, samuti elektrienergia säästmist [1].

Eestis on suurem osa mitmekorruselistest majadest ehitatud nõukogude ajal ning ka nendes majades olevad liftid on nõukogudeaegsed, vajades renoveerimist ja kaasajastamist [2]. Käesoleva lõputöö teema on suunatud liftide kaasajastamislahenduste otsingutele.

Töö eesmärgiks on mitmekorrulistes majades olevate liftide kaasajastamise optimaalsete lahenduste otsing, seda nii majanduslikust, kui ka mugavuse ja ohutuse vaatepunktist lähtudes. Lõputöö aktuaalsus seisneb selles, et iga päev kasutavad inimesed vananenud, oma tervist ohtu seadvaid risilifte, tunnevad ebamugavust lifti töötamise ajal kostvast kõrgest müra, samuti ei ole kindlad kasutatava lifti töökindluses. Kui Tallinnas toimuvad mitmekorrulistes majades olevate liftide renoveerimistööd üsnagi aktiivselt, on regioonides selline tendents kordasid väiksem. Mistõttu võib antud töö tulemus anda tõuke paljudele korteriühistutele nende majades olevate liftide kaasajastamiseks. Käesolevas töös on samuti esitatud liftide renoveerimise erinevad lahendused, olemas vanade ja kaasajastatud süsteemide majanduslikud ja tehnilised võrdlused. Tulemusel lihtsustab see nende inimeste valikut ja otsuste tegemist, kes kavatsevad renoveerida oma majas olevat lifti, kuna lisaks erinevate firmade poolt pakutavatele hinnapakumistele, saavad nad põhjenduste ja selgitustega võrdleva baasi.

Tehnilised andmed, komplekslahendused ja renoveerimisvariandid võetakse eesti turul pakutavate seast. Käesolevas lõputöös vaadeldakse selliseid firmasid kui - Otis, Elif, Kone, Liftitehnik jm.

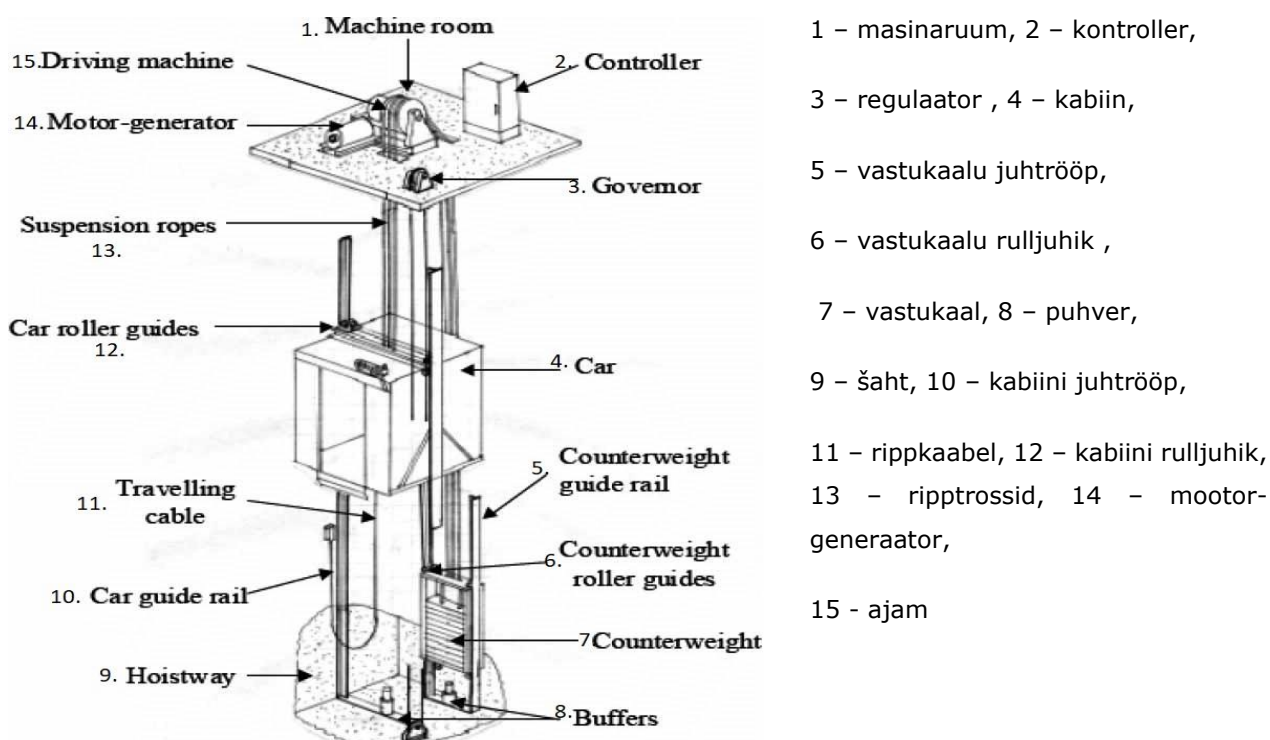
Püstitatud eesmärgi saavutamiseks lahendatakse ja analüüsitakse läbi järgmised küsimused:

1. Liftide kaasajastamise erinevate kaasaegsete lahenduste positiivsed ja negatiivsed küljed, samuti nende võrdlus;
2. Leitud liftide renoveerimismeetodite hinna arvutus;
3. Liftide kaasajastamise kaasaegsete võimaluste ja käesoleval hetkel kasutatavate vananenud süsteemide võrdlus.

# 1. REISILIFTI TÖÖPÕHIMÕTE JA KONSTRUKTSIOON

Lifti kabiin on šahti üles riputatud mitmel trossil või traatköitel. Trossi kulumiskindluse parendamiseks õlitatakse ka traatköisi. Nimetatud meetod aitab reisilifti kasutamisel alandada ka mürataset. Lifti teisaldamiseks kasutatakse jõuseadet, mis koosneb vintsist ja elektrimootorist, mis tavaliselt asub lifti šahti kohal asuvas tehnilises ruumis. Vintsi juhitakse elektrimootorist ja kujutab endast köisjuhtivat rihmaratast (laia veljega ratas, mida painutavad trossid). Pöörlemise ajal mähib rihmaratas hõõrdumisjõudude toimest köied ümber kabiini või vastukaalu, mis liiguvad alati vastassuunas. Vastukaalu eesmärk – kabiini hoidmine tasakaalus ja mootorile mõjuva koormuse alandamine. Kabiini tõstmise ja allalaskmise kiirust kontrollitakse spetsiaalse kontrolloriga. Kabiini välisele osale paigaldatakse suunaklotsid, mis libisevad šahti suunajaid mööda ja hoiavad kabiini vertikaalasendis [3].

Kõige tähtsamaks reisijate ohutust tagavaks mehhaaniliseks seadmeks on automaatpüüdjad. Nimetatud seadmed viiakse töösse eraldi trossi ja kiiruse piiraja rihmarattaga. Kabiini kukkumise või ülekoormuse ajal lõpetab kiirusepiiraja tross liikumise ja selle tulemusel lööb välja püüdja kiilutaolised klotsid, mis lifti peatavad. Juhul, kui kabiin ei peatunud esimese või ülemise korruse tasemel, paiknevad šahti põhjas puhvid, millele laskuvad kabiin ja vastukaal. Uste avamise eest vastutab kontrolleri, mis määrab kindlaks väljakutsutud korruse ning automaatajami abil avab ukse. Lifti kabiini täpseks peatumiseks vajalikul korrusel, paigaldatakse reeglina kabiini välisosale andur, mis töötab koos igal korrusel asuvate magnetšuntidega ning tänu nendele määrab kindlaks täpse asukoha [4].



Joonis 1.1 Reisilifti põhikomponendid [5].

Jooniselt 1.1 nähtub, et reisilifti komponendid on jaotatud nendeks, mis asuvad šahtis ja nendeks, mis asuvad masinaruumis. Lift koosneb järgmistest osadest - vastukaal, kabiin, ajamikomplekt, kabiini juhikud, šahti ukсед, kiiruse piirajad, püüdurid, samuti ka elektriseadmestik.

- **Ajamikomplekt**

Ajamikomplekt on mõeldud kabiini ja vastukaalu liikuvusse viimiseks. Ajamikomplekt koosneb elektrimootorist, ühendusmuhvist, pidurdusseadmest, reduktorist, trumlist või veojõu rihmarattast [6].

- **Kabiin**

Lifti kabiin on šahtis üles riputatud veotrossidele ning on mõeldud reisijate veoks. Kabiin kujutab endast suletud mahukat konstruktsiooni. Ülemistele ja alumistele taladele paigaldatakse kabiini klotsid, millede abil see liigun juhikutel. Ülemisel talal paikneb püüdjate sisselülitamise mehhanism. Kabiini katuse esiosal paikneb uste avamise ja sulgemise mehhanism. Samuti asuvad kabiinis juht-, valgustus- ja signaalseadmed [6].

- **Püüdjad**

Püüdjad on mõeldud kabiini peatamiseks ja selle juhikutel hoidmiseks kabiini allaliikumise kiiruse suurenemisel [6].

- **Lifti ukсед**

Kaasaegsetel reisiliftidel on uste avamiseks ja sulgemiseks enamjaolt automaatsed ajamiga lükanduksed. Automaatuste konstruktsioon: kaks uksetiiba on riputatud kelkudele, mis liiguvad rullikutel kabiini ülemist tala mööda, millel paikneb uste ajam [6].

- **Vastukaal, kiiruse piiraja**

Vastukaal on mõeldud kabiini kaalu ja poole nominaaltõstejõu vahel oleva tasakaalu hoidmiseks. Vastukaal kompenseerib kabiini kaalu ja võrdub lifti tõstejõu massiga. Kiiruse piiraja lülitab välja lifti ja viib töösse püüdjad, kui allalaskumise kiirus ületab lubatud tähendusi. Lubatud tähendusena loetakse tavapäraselt kuni 15 %-list ületamist [6].

- **Kabiini juhikud**

Kabiini juhikud on mõeldud kabiini ja vastukaalu tagasipöörde välistamiseks piki vertikaaltelgesid, samuti kabiini ja vastukaalu võnkumise nivelleerimiseks. Juhikud kinnitatakse šahti kronsteinidele selleks, et need hoone vajumisel või temperatuuritingimuste muutumisel kokku ei puutuks. Juhikud peavad paiknema vertikaalselt ja paralleelselt [6].

- **Ripptrossid või köied**

Ripptrosse ja köisi kasutatakse kabiini kinnitamiseks. Koormuse arvutust peetakse kooskõlas maksimaalselt lubatud tähendustega. Arvutuskooormuse suurus võib küündida 16 korda suurema nominaalkoormuseni. Köisi valmistatakse terastraatidest, mis nende vastupidavuse ja püsikindluse suurendamiseks on eelnevalt termiliselt töödeldud ja tsingitud. Köisi punutakse kimpudest, kimbud aga eraldi traatidest. Köie keskele paigaldatakse orgaaniline südamik, tagades köie paindlikkuse ja traatide õlitamise seestpoolt [6].

- **Kontroller**

Nimetatud seade saab ja üldistab kõikidelt elementidelt, mehhanismidelt ja süsteemidelt saabuvat infot, mis võimaldab teha rikete õigeaegset diagnostikat [6].

- **Juhtimissüsteemid**

Reisiliftide juhtimiseks mõeldud aparatuuri komplekt koosneb seadmetest või plokkidest, milledest igaüks on määratud teatud funktsioonide täitmiseks. Põhiseadmete hulka kuuluvad järgmised:

- Väljakutseseadmed ja kabiinist käskude andmise seadmed.
- Šahtis asuva kabiini asukoha määramise seadmed.
- Seadmed kabiini peatamise tagamiseks nõutava täpsusega.
- Blokeerimisseadmed, samuti ohutust tagavad seadmed.

Juhtimissüsteeme kvalifitseeritakse täitmise ja paigaldamise viisi põhjal:

- 1) Juhtimine korrustel asuvate kipplülitite vahendusel, mis on paigaldatud šahti või korruse keskaparaadil.
- 2) Juhtimine hari- või kontaktitute, katkematu jälgimisega koopiomasinate abil.
- 3) Juhtimine šahtis või kabiinil paigaldatud asendianduri vahendusel väljumisega samm-, relee- või kontaktitutele selektoritele.
- 4) Liftide digijuhtimine [6].

## **1.1 Lifti põhiomadused**

Lifti põhiomadusteks on: tõstevõime, kiirus, lülitamiste arv tunnis ja tõstekõrgus. Nende omaduste põhjal valitakse lifti konstruktiiv- ja tööparameetrid: kabiini suurus, ajami võimsus, kiirendus. Samuti lubavad need omadused määrata reisijateveo planeeritava mahu täitmiseks vajalike liftide arvu. Antud töös vaadeldakse nõukogude ajal ehitatud 9-korruselise tüüpmaja reisilifti. Sellest lähtudes peavad põhiomadustel olema järgmised tähendused:

Lifti tõstevõime - 320 kg (on suurima tõstetava koorma mass, millele lift on arvestatud. Kabiini massi lifti tõstevõimesse ei arvata.)

Lifti kiirus - 0.71-1 m/s (kabiini liikumiskiirus peale käivitamisjärgset kiirendust ja enne aeglustumist peatumisel.)

Lülitamiste arv tunnis – elumajadele kasutatakse tavaliselt 120 lülitamist tunnis.

Tõstekõrgus – 20-25 m (kaugus alumise maandumisplatvormi tasemest ülemise platvormi tasemeni) [3].

## 1.2 Lifti tehnilised sõlmed nende kaasajastamise võimalusega ja kaasajastamise mõiste

Reisilifti kaasajastamine – tehniliste meetmete kompleksi väljatöötamine ja teostamine vananenud ja kulunud seadmestiku osade vahetamiseks uuendatud osade vastu. Kaasajastamise lõppedes peavad liftil olema kaasaegse tasemeni täiustatud omadused.

### Ajamikomplekt

Vana ajamikomplekti vahetamine kaasaegse vastu soodustab [7]:

- Lifti sujuvamat tööd
- Mürataseme alanemist
- Kõrgemat vastupidavust
- Kõrgenenud energiaefektiivsust



Joonis 1.2 Vana ajamikomplekt / uus ajamikomplekt [7]

Antud foto on esitatud ilmeka näitena selle kohta, millises seisundis võib olla ajamikomplekt Tallinna elumajades. Foto paremal pool on kujutatud ajami uuendatud komplekt. Materjal on võetud Liftitehnik OÜ ametliku saidi portfooliost [7].

Lisaks fotole korraldas Liftitehnik OÜ spetsialist töö autorile nõustamise, mille käigus tuvastati vanade renoveerimata vigastuste ja probleemidega liftide elemendid, milledega elumajad pöörduvad kõige sagedamini. Üheks kõige sagedasemaks väljakutse põhjuseks on ustega seotud probleemid. Näiteks võib uste täielikku sulgumist takistada sinna sattunud prügi, vanade liftidega seotult avab süsteem ukсед täielikult ja seiskab töö.

Taolisel juhul on lifti regulaarne töö võimalik vaid spetsialisti välja kutsudes. Tänu kaasaegsetele uste juhtimissüsteemidele laheneb antud probleem iseenesest, kuna süsteem avab ja sulgeb uksi automaatselt mitu korda järjest ning vaid peale seda seiskab reisilifti töö. Järgmised probleemid on peamiselt seotud jõuseadmega, ja nimelt - oleva õli leke, siduri ja trosside kulumine, friktsioonratta ebaühtlane kulumine, lahtised elektrimootori mähised. Ühekordseks remondiks, mis lubab installeerida lifti stabiilse töö, soovitatakse ajamiikomplekt täielikult välja vahetada. Taoliseks vahetuseks kulub keskmiselt 2 päeva. Juhtkilbis on sagedasemad rikked seotud kontaktorite ja rele kontaktidega. Lifti šahtis vajavad peamiselt remonti või vahetamist kabiini ja vastukaalu liugurid.

### **Lifti juhtimissüsteemid**

Lifti kaasaegsete juhtimissüsteemide paigaldamine tingib [7]:

- Võimaluse juhtida lifti rühmas
- Kõrgenenud energiaefektiivsuse
- Vigastuste lihtsama ja täielikuma otsingu
- Seadiste töö statistika lihtsustatud kogumist
- Võimaluse korraldada lifti kiiremat ja mugavamalt hooldust
- Kõrgema vastupidavuse

Joonisel 1.3 on kujutatud kaks reisilifti juhtimiskappi. Foto vasakus osas on veel nõukogude ajal ehitatud juhtimiskapp, paremas osas firma Liftitehnik OÜ poolt uuendatud juhtimiskapp. Fotod saadi Liftitehnik OÜ esindajalt ning on tehtud kaasajastamistöõde tegemise ajal.





Joonis 1.3 Vana juhtkilp / uus juhtkilp

### **Kabiin ja uksed**

Kabiini ja uste kaasajastamine kannab endas suuremas osas tehniliste näitajatega mitteseotud plusse, kuid samas on nendel oluline tähendus. Siinkohal tasub välja tuua kaasajastamise mõningad positiivsed tulemused:

- Kaasaegne kujundus
- Kõrgenenud vandaalikindlus
- Konstruktsiooni üldjäikuse tõus
- Eluaseme hinna tõus
- Lifti ohutusnäitajate paranemine
- Uste sujuvam ja vaiksem töö nende avanemisel ja sulgumisel
- Sees oleva vaba ruumi suurenemine

### **Signalisatsioon**

Kaasaegne signalisatsioon annab vältimatute olude tekkimisel kvaliteetsema ja kiirema sidevõimaluse, tõstes sellega reisijate mugavust ja ohutust [3].

## **1.3 Ohutus lifti kasutamisel**

Eksisteerib hulgaliselt tegureid, mis lifti rikke või vananemise korral võivad nii või teisiti tekitada kahju inimesele ja tema tervisele. Alltoodud tabelis on märgitud lifti kasutamisel tekkida võivad erinevad ohud, nende kirjeldus ja allikad.

Tabel 1. Liftide ohtude tüübid [8]

| Nr. | Ohu liigid   | Ohu kirjeldus   | Ohu allikas ja selle asukoht   |
|-----|--|---|--|
| 1.  | Elektrivool  | Montaažitöötajate või elektrimehhanikute traumeerimine elektrilöögiga elektriseadmestiku montaaži- või hooldustööde tegemisel.                                  | Masinaruumis: juhtimisjaama kapp, sisendseade, sagedusmuundur (selle olemasolul) lifti peajami elektrimootor. Lifti šahtis: ohutusahelatesse kuuluvad ohutuskontaktid, muuhulgas šahti uste, kabiini uste kontaktid, pingutusseadme kontakt. |
| 2.  | Temperatuur  | Mitteolulised traumad kokkupuutest ülesoojenenud elektrimootoriga   | Lifti peajami elektrimootor  |
| 3.  | Tulekahju või ülesoojenemise oht                     | Süttimine lifti kabiinis  | Kabiini kupee, kabiini ukсед, šahti ukсед.   |
| 4.  | Müra   | Töötavast liftist tuleva kõrgenenud müra toime sõitjatele, samuti majas elavatele inimestele.   | Kabiini deformeerumine, suunajate klotsid, lifti ajam; kabiini uste ajam, šahti ukсед, kiiruse piiraja, pingutusseade jm.  |
| 5.  | Vibratsioon  | Reisijatel kõrgenenud ebamugavus tugeva vibratsiooniga lifti liikumisel.  | Lifti kabiin, elektriajam, eraldi osade ja lihti kabiini elementide sisesageduste kokkulangemine.  |
| 6.  | Masina ja seadmestiku osade või sõlmede purunemisoht | Vastukaalu, ohutusseadmete hävimine.  | Juhtimisjaam, elektriajam, šahti ukсед, kabiini ukсед. Lifti šahtis, masinaruumis.   |
| 7.  | Traumaohht pöörlevatest osadest                      | Traumad kokkupuutest lifti liikuvate osadega.   | Haruplokk, kiirusepiiraja rihmaratas, pingutusseadme plokk. Masinaruumis.  |
| 8.  | Traumaohht liikuvatest osadest                       | Sõitjate vigastamine kabiini lubamatust liikumisest, kabiini ustega kokkusurumine, elektrimehhanikute traumeerimine lifti pöörlevate ja liikuvate elementidega. | Lifti kabiin, vastukaal. Lifti šaht, korruseplats.   |
| 9.  | Sõitja lifti kabiinis blokeerimise oht               | Sõitja blokeerimine pika aja vältel lifti kabiinis, vältimatu abi osutamise võimaluseta.  | Juhtimisjaam. Ohutuskett, šahti kaitseseade, välistegurid (elektri väljalülitamine). Masinaruumis.   |
| 10. | Lifti mittekasutamise oht                            | Võimatus saada koju või kodunt väljuda paljukorruselistes hoonetes.   | Paljukorruselised majad  |

### **1.3.1 Liftide ja lifti ohutusseadiste nõuetele vastavuse hindamine**

Iga firma, mis tegeleb lifti kaasajastamise või väljavahetamisega, peab saama Euroopa Liidu poolt heakskiidetud normidele vastava sertifikaadi. Eesti Vabariigis on vastavushindamise asutuseks firma Inspecta OÜ. Lifti vastavushindamine toimub euroopa direktiivist lähtudes (EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU DIREKTIIV 2014/33/ELI, lifte ja lifti ohutusseadiseid käsitlevate liikmesriikide õigusaktide ühtlustamise kohta) [9].

### **1.3.2 Näited tegelikkuses vastuolevate direktiivide nõuetest**

Lift on projekteeritud ja valmistatud selliselt, et selle struktuuralsed tunnusjooned ei takista ega tõkesta juurdepääsu liftile ega lifti kasutamist puuetega inimeste poolt ning võimaldavad teha asjakohaseid kohandusi. Vanades liftides reageerib ukseüsteem ukseava tõkestusele peale vahetat kokkupuudet tõkestusobjektiga, mille järgselt hakkab antud operatsiooni perioodiliselt kordama seni, kuni ukseava osutub vabaks. Ukseava tõkestusobjektiks võib olla invaliidikärul inimene või liikumispiiretega inimene. Kaasaegsed andurid reageerivad tõkestustele täieliku uste avamisega ning hoiavad uksi sellises asendis ukseava täieliku vabanemiseni [9].

Samuti on vanade liftide probleemiks, seda eriti nõukogude aegsetes majades, kus ei ole veolifti, kitsad ukseavad ja kabiini enda väiksed mõõdud. Nimetatud tegur raskendab nii piiratud võimetega inimeste, kui tavainimeste (näiteks lastevankriga inimene) lifti kasutamist. Nimetatud probleemi põhjus peitub nõukogude liftide ehituses, ja nimelt vastukaalu asetuses. Vanades liftides asub vastukaal kabiini taga, uutes liftides asetseb see külgedel, mis lubab suurendada lifti kabiini suurust.

## **1.4 Riiklikud programmed abiks korteriühistutele liftide kaasajastamisel**

Lifti kaasajastamine, seda enam lifti vahetus on kallis teenus. Kus ühe lifti hind võib küündida kümne tuhande euroni ja enam. Käesolevat tööd alustades oletasin, et Eesti Vabariigil on korteriühistutele liftide kaasajastamise või vahetamisega seotud finantskulude toetusprogrammid, suunatuna osa finantskulude kustutamiseks liftide kaasajastamise või vahetamise korraldamisel. Minu arvates on see loogiline, kuna on vahetult seotud kodanike ohutusega [10]. Tulemusel leidsid oletused kinnituse, kuna seaduses on kirjas, et:

- lifti juhtimissüsteemi ja ajami osaline või täielik rekonstrueerimine või lifti asendamine ning sellega kaasnevad tööd

- hoonesse sisse- ja väljapääsu tagamiseks trepimademetele panduste ja käsipuude paigaldamine ning lifti ehitamine ja sellega kaasnevad tööd kuuluvad riigipoolse finantshüvitisega seotud meetmete nimekirja.

Toetust osutatakse ettevõtte KredEx kaudu. 2014.aastast eksisteerib rekonstrueerimistoetus [11]. Mille tingimused ja suurus muutuvad igal aastal, lähtudes riigis ja subsideerivas sektoris olevast majandusolukorrast [12]. Näiteks võisid 2020.aastal nimetatud toetusele loota kuni 1993.aastani ehitatud korterelamud. Toetuse suurus moodustas 30 % Tallinnas ja Tartus, 40 % Tallinna ja Tartuga piirnevate valdade asulates, kus Maa-ameti tehingutebaasi andmetel ületas kinnisvara turuhind taotluse esitamisele eelneval aastal 500 €/m<sup>2</sup>, samuti Elvas, Haapsalus, Keilas, Kuressaares, Maardus, Otepääl, Pärnus, Raplas ja Viljandis, linnatüüpi asulates Kohilas ja Paikusel, Sauga ja Uuemõisa asulates. Ülejäänud Eestis moodustas toetus 50 % KredEx [13].

12.märtsil 2020.a. loodi "Erakorraline korterelamute rekonstrueerimise toetus". Erakorralise korterelamute rekonstrueerimise toetuse eesmärgiks oli soodustada korterelamute energiaefektiivsemat rekonstrueerimist, parandada sisekliimat ja ohutust ning kergendada eriolukorra toimet ehitussektorile. Kuid nimetatud programm peatati 31.12.2020.aastal.

Toetus kattis Tallinnas ja Tartus paiknevate korterelamute rekonstrueerimisega seotud kulusid - 30 %, Tallinna ja Tartuga piirnevate valdade asulates, kus Maa-ameti tehingutebaasi andmetel ületas kinnisvara turuhind taotluse esitamisele eelneval aastal 500 €/m<sup>2</sup>, samuti Elvas, Haapsalus, Keilas, Kohila asulas, Kuressaare linnas, maardu linnas, Otepää linnas, Paikuse asulas, Pärnu linnas, Rakvere linnas, Rapla linnas, Sauga alevikus, Uuemõisa alevikus ning Viljandi linnas - 40 % [14]. Ülejäänud Eestis võis toetust saada 50 %. 2021.a. rekonstrueerimistoetust ei eraldatud, see-eest ilmus uus toetus "Korterelamute tehase renoveerimise toetus", kuid nende tööde nimekirjas, mille põhjal võiks saada toetust, ei ole midagi öeldud lifti kaasajastamise ja vahetamisega seotult [15].

#### **1.4.1 Eestis paljukorterilistes elamutes reisiliftide kaasajastamisega seotud olukorra aktuaalne ülevaade**

Eesti territooriumil on hoonetes üles seatud umbes 5000 reisilifti, nendest umbes 3000 langevad Tallinnale. Enamus lifte on paigaldatud veel Nõukogude Liidu aegu ning on kasutusel 30 ja enam aastat. Postitiivseks momendiks on see, et Eesti Vabariigi ajast pole ükski lift alla kukkunud. Ja eelkõige seetõttu, et seadusandlusega on kinnitatud liftide kohustuslik tehniline hooldus. Nimetatud korralduse täitmist jälgib Tehniline Järlvalveamet. Seejuures tuleb mõista, et liftide plaaniline hooldus ei tee neid uuemaks ning selle näitajaid paremuse poole ei muuda.

Igakuiselt peatub elektri väljalülitamise ja tehniliste rikete tõttu 4 reisijatega lifti 100-st, summas moodustab see umbes 200 lifti igakuiselt. Seda arvu suudab vähendada reisiliftide mastaapne kaasajastamine [16].

Eestis on umbes 80 % reisiliftidest valmistatud nõukogude ajal Mogiljovi liftimasinaehituse tehases, samuti on kasutuses ka Leningradi ja Moskva masinaehitustehaste liftid. Näiteks avaldas Mogiljovliftmaš, et liftide tööaeg moodustab 25 aastat tingimusel, et esimese kuue kasutusaasta järel tehakse remonti, 11 aasta möödudes aga veel üks. Tootja reglemendi kohast kapitaalremonti tuleb teha iga 15 aasta tagant. Probleem on selles, et Mogiljovliftmaš enam nõukogudeaegsetele liftidele varuosi ei valmista, mistõttu tuleb remondiks kasutada sarnaseid detaile või otsida teisi valgevene firmasid, kes siiani toodavad varuosi vanadele mudelitele [7].

Jälitades eesmärki, mille käigus oleks võimalik veenduda täiendavalt renoveerimata liftide suures arvus, käis autor isiklikult Tallinna Lasnamäe linnajaos kolmes (3) juhuslikult valitud mitmekorruselises elumajas. Vaatas üle aadressil Sinimäe 3, Ümera 60 ja Kivila 1 asuvad liftid. Aadressil Sinimäe 3 oli kaasajastatud reisilift. Aadressil Kivila 1 ja Ümera 60 liftide kasutamisel märgiti lifti peatamisel ja startimisel tugevaid punkte (mis osutab vististi vananenud ajamikomplektile), kõrgeenenud mürataset, kabiini vananenud juhtimispaneeli, samuti tugevalt kulunud kabiini vooderdust. Ilmekaks näiteks tehti fotod Ümera 60 liftist, seda nii kabiini sees, kui trepiplatsi poolt. Need fotod lubavad kajastada kabiini, uste ja juhtelementide välist seisukorda.



Joonis 1.4 Vananenud lift aadressil Ümera 60

Võrdluseks esitab autor fotod sarnasest liftist, kuid pärast kabiini renoveerimist ja kaasaegse juhtpaneeli paigaldamist.



Joonis 1.5 Renoveeritud liftikabiini näide [7]

## 2. ETTEPANEKUD MAJAS OLEVA LIFTI KAASAJASTAMISEKS

Töö eesmärgiks oli leida reisilifti kaasajastamisega seotud optimaalne lahendus. Kaasajastamise korraldamise korral peab tulemuseks olema tehniliste näitajate ja mugavuse parendamine kaasaegsete või kaasaegsetele lähedaste näitajateni.

Lifti kaasajastamisele populaarne lähenemine jaotatakse tavapäraselt 3 tüübiks:

- Täielik asendamine – mille korral vana lift ja selle koostisosad eemaldatakse täielikult, mille järgselt paigutatakse olemasolevasse šahti uus seadmestik. Kone spetsialistid soovitavad täismahus vahetust teha juhul, kui lift on enam kui 25 aastane.
- Modulaarne kaasajastamine – toimub konkreetsete sõlmede, näiteks tõsteseadmete, elektrisüsteemi või uste uuendamine. Taolist lahendust soovitatakse liftidele, mille vanus on 15-20 aasta piires.
- Osade uuendamine – toimub väiksemate süsteemide, selliste kui valgustus, lifti juhtimispult, väljakutsenupud, uste ajamid uuendamine. Soovitatakse üle 10 aastastele liftidele [17].

### **Kaasajastamise faasid Schindler kataloogi põhjal**

Firma Schindler pakub jaotada reisilifti kaasajastamise meetmed 3 faasiks. Esimeseks faasiks on juhtimiskapi, ajamikomplekti vahetus ning kabiiniuste renoveerimine. Teine faas lülitab endasse kabiini, šahtiuste ja kabiini juhtimisseadmete renoveerimist. Lõppfaasiks on šahtis oleva seadmestiku vahetus. Põhineb sellel, et nimetatud lähenemine võimaldab saada järk-järgulise tulemuse, kogumata korraga finantsvahendeid suuremastaapsele kaasajastamisele. Samuti ei teki sõitjate jaoks kestva ebamugavust täieliku kaasajastamise perioodil, tingituna lifti väljalülitamisest. Tasub märkida, et Eesti korteriühistud koguvad äärmiselt harva sellise eelarve, mis võimaldaks reisilifti mastapset kaasajastamist ning leiavad väljapääsu laenu võtmises, mida saavad järk-järgult tagastada. Mistõttu ei ole firma Schindler lähenemine Eesti territooriumil eriti otstarbekas [18].

### **2.1 Majas oleva lifti kaasajastamise ettepanekud**

Kaasjuhendaja abil saadi hinnapakumised kuni 320 kg tõstejõuga liftide kaasajastamiseks 9 korrusega paljukorterilisele elumajale. Pakumised tulid järgmistelt firmadelt:

- Eesti Otis AS

Firma Otis (Otis elevator company) on üks vanimaid ja suurimaid tõsteseadmete tootmisel ja hooldusel spetsialiseeruv ettevõtte. Asutatud 1853.aastal New-Yorgis Elisha Otis poolt [19]. Eesti territooriumil registreeritud 1996.aastal, kus tänase päeva seisuga töötab 50 kaastöötajat. 2020.a. käive moodustas umbes 5 820 415 eur [20].

- Liftitehnik OÜ

Liftide paigaldamisega, nende hoolduse, remondi ja kaasajastamisega tegelev Eesti firma. Registreeritud 2011.aastal, kus töötab umbes 10 inimest. 2020.a. aastakäive moodustas umbes 640 000 eur [21].

- Liftiteenused OÜ

Liftide paigaldamisega, nende hoolduse, remondi ja kaasajastamisega tegelev Eesti firma. Registreeritud 2010.aastal, ametlikel andmetel töötab selles 1 töötaja. 2020.a. aastakäive moodustas 20 000 eur [22].

- Kone AS

Tööstetehnika tootmise ja selle hooldusega tegelev suur ülemaailne ettevõtte. Asutamisaasta 1910, Espoo linnas Soomes. Esindatud enam kui 50 maailma riigis ning selles on umbes 1000 esindust [23]. Eestis registreeritud 1997.aastal. Käesoleval ajal töötab Kone AS´is umbes 100 töötajat, 2020.a. aastakäive aga moodustas 14 470 000 eur [24].

- Formet Lift OÜ

Liftide paigaldamise, hoolduse ja kaasajastamisega tegelev Eesti firma. Registreeritud 1998.aastal. Ametlikud andmed finantstegevuse ja töötajate arvu kohta puuduvad [25].

- Elif AS

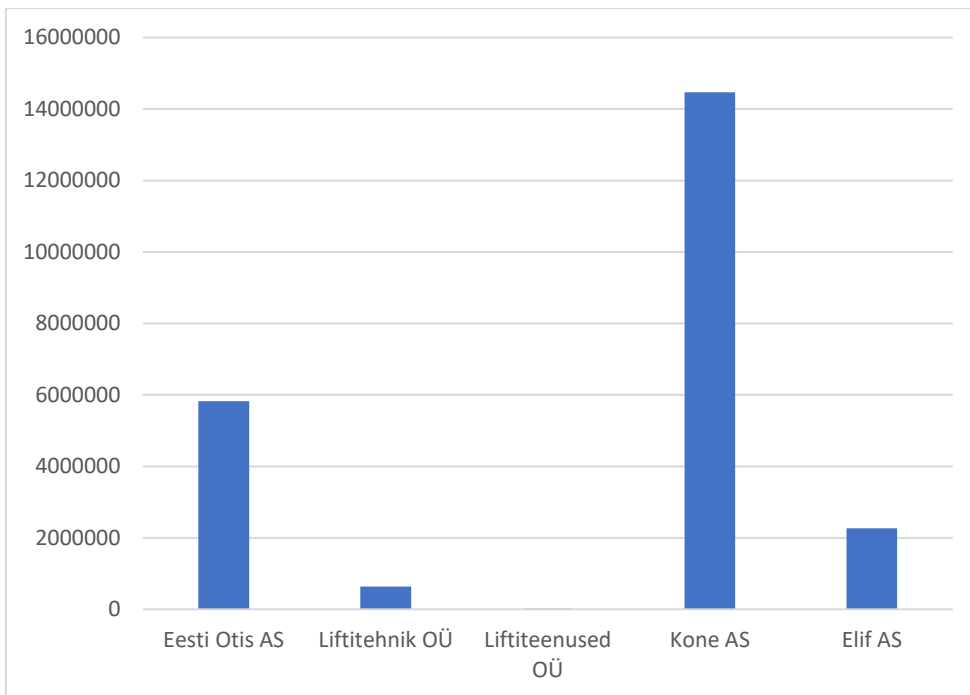
Elif AS oli loodud Eesti trusti "Sojuzliftmontaž" baasil. Firma väidab, et selle spetsialistid tegelevad liftide paigalduse ja hooldusega 1963.aastast [26]. Käesoleval ajal on töötajaid umbes 20 inimest. 2020.a. aastakäive moodustas umbes 2 270 000 eur [27].

Saadud hinnapakkumistes puudutab kaasajastamine lifti põhiosõlmi. Selliseid kui: kabiin, ajamikomplekt, juhtimiskapp ja korruseuksed, täiendav valgustus. Samuti on hinnapakkumistes täiendavad teenused: prügi väljavedu ja utiliseerimine, dokumentatsiooni vormistamine.

## 2.2 Liftifirmade majandusnäitajate võrdlus

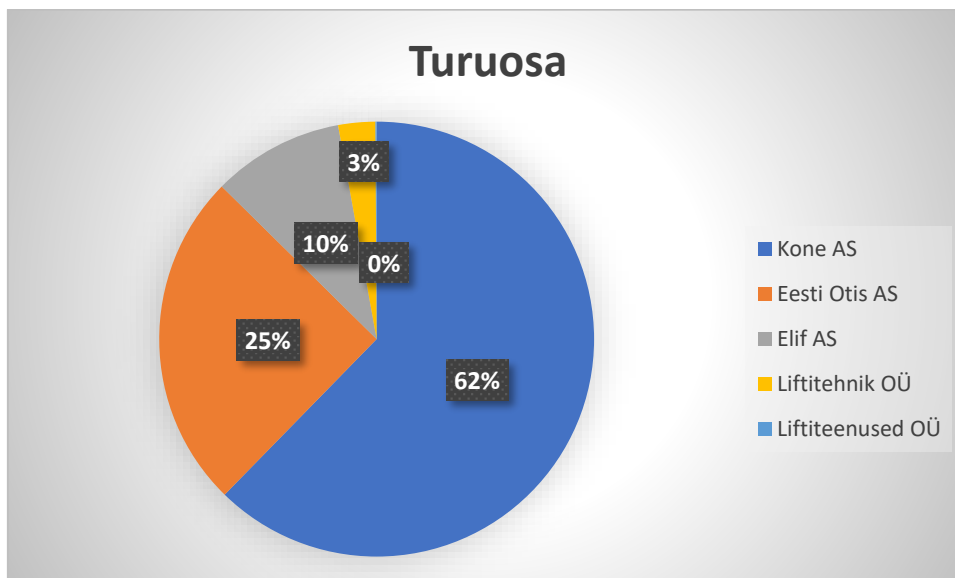
Tähtis on teha objektiivne võrdlus. Taolise tulemuse saavutamiseks tuleb teha ettevõtete majandusnäitajate, hinnapakkumiste lõppsummade võrdlust, seejuures võtta arvesse, millised teenused ja milliste elementide vahetus kuulusid saadud pakkumistesse. Samatähtis on ka asjaolu, kas firma kasutab täielikult, osaliselt enda seadmestikku või teistelt tootjatelt ostetavat seadmestikku.





Joonis 2.1 2020.aasta käibel põhinev firma majandusnäitajate võrdlus

Graafik näitab ilmekalt, et Eesti turul on ilmne liider Kone AS, kuna kõikide ülejäänud firmade käibesumma moodustab umbes 60 % Kone AS käibest. Samuti võib välja tuua Kone AS liidrikoha näite sellega, milline osa on sellel liftide paigaldamise ja hoolduse sektori üldkäibest, moodustades umbes 62 %.



Joonis 2.2 Liftifirmade turuosa võrdlus

Miks peab teenuste hankija valimisel arvestama ettevõtte käibe suurust? Elumajas oleva reisilifti kaasajastamine on keeruline tehniline protsess, nõudes seejärel asjatundlikku plaanilist tehnilist hooldust. Samuti on selle seadme spetsiifika seotud kiiret kõrvaldamist nõudvate avariolukordadega. Näiteks sellised kui - elektrivõrgu katkestused või seadmestiku vigastused, lifti kinnijäänud naine koos lastega, klaustrofoobiaga inimene või

lihtsalt kiirustavad inimesed. Sel juhul lubavad ettevõtte suured finantsressursid õigeaegselt saata kohale vajalike seadmetega tehniku, kuna taolisel firmal on suur töötajate koosseis ning vahendid erinevate linnade vahel liikumiseks. Tähtis on asjaolu, et suurel ettevõttel ei ole töötajatest puudust puhkuste, töövõimetuslehtede ja perekondlike põhjuste korral, mis on väga omane just väiksematele firmadele. Suurfirmade ja eriti rahvusvaheliste korporatsioonide olulise positiivse küljena võib märkida kliendi ja täitja vahel sõlmitud lepingus sätestatud tingimuste ranget täitmist.

## 2.3 Näide elektrienergia tarbimise võrdlusest enne ja peale kaasajastamist

Nõukogude aegu Mogiljovi masinaehitustehase ehitatud, 320 kg tõstevõimega, 9 korrusele arvestatud lifti näitajate võrdlus enne ja pärast kaasajastamist. Andmed esitas AS Kone.

Tabel 4. Elektrienergia tarbimise näitajad võrdlusest enne ja peale kaasajastamist [31]

|                                    | Energia aastatarbimine | Elektrienergia aastakulud | Elektrikulud kogu kasutusaja jooksul |
|------------------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Reisilifti tehnoloogia             | kWh/aasta              | Euro                      | Euro                                 |
| Kahekiiruseline (2SP)              | 2460                   | 250                       | 6200                                 |
| Kontroller ReSolve 200 ajamiga V3F | 1640                   | 160                       | 4100                                 |
| Võrdlev energiasääst               |                        | 33%                       |                                      |

Energia aastatarbimise näitaja koosneb kolmest elemendist: tõstmine, elektrifitseerimine ja valgustus.

Aastas tarbitava energia summa enne kaasajastamist moodustab 2460 kWh/aastas, sellest 960 kWh/aastas valgustus, 660 kWh/aastas elektrifitseerimine, 840 kWh/aastas tõstmine.

Aastas tarbitava energia vahe enne ja pärast kaasajastamist moodustab 820 kWh/aastas, millest 640 kWh/aastas läheb valgustusele, 20 kWh/aastas elektrifitseerimisele ja 160 kWh/aastas tõstmisele. Siin võib märgata, et ligikaudu 78% kokkuhoiust on seotud valgustuse vahetamisega. Ratsionaalsena paistab vaid valgustuse vahetamisega seotud lahendus. Erinevalt jõuagregaatide ja juhtelementide vahetusest, ei nõua valgustuse

vahetus niivõrd suuri finantskulusid ja ehitus-renoveerimistöid. Samas peab märkima, et tulemus puudutab vaid tarbitava energia kokkuhoidu ja mingil määral hoolduspersonali ja sõitjate mugavust. Sellised probleemid kui kõrgenenud müratase, sagedased vigastused, käigu alanenud sujuvus ja vananenud kujundus jäävad lahendamata. Seega on vaid valgustuse vahetus väiksem kaasajastamise element.

## 2.4 Kaasajastamispakkumiste võrdlus

Käesolevas punktis on toodud lifti kaasajastamispakkumiste analüüs. Analüüs koosneb sellistest punktides kui renoveerimine või seadmete vahetus. Igas punktis tuuakse välja igalt firmalt saadud pakkumise võrdlus iga nende poolt pakutud kaasajastamise elemendi kohta.

### a. Juhtimiskapp ja sagedusmuundur

AS Elif pakub välja paigaldada lifti juhtimiskapp Fuji sagedusmuunduriga Fuji VVVF. AS Kone pakkus paigaldada mikroprotsessori baasil Kone Re Generate süsteemi, samuti sagedusmuunduriga. Firmade Formet Lift OÜ ja Liftitehnik OÜ pakkumises on märgitud sagedusmuunduriga juhtimiskapi paigaldus, kuid puuduvad andmed nimetatud seadmestiku tootja ja konkreetse mudeli kohta. AS Otis valis juhtimiskapina E-Motion-CR ning sagedusmuunduri OVF20CRO. Liftiteenused OÜ pakkus kasutada türgi firma Arkel sagedusmuunduriga ARL-500 juhtimiskappi.



Joonis 2.3 ARL-500 juhtimiskapp [32]



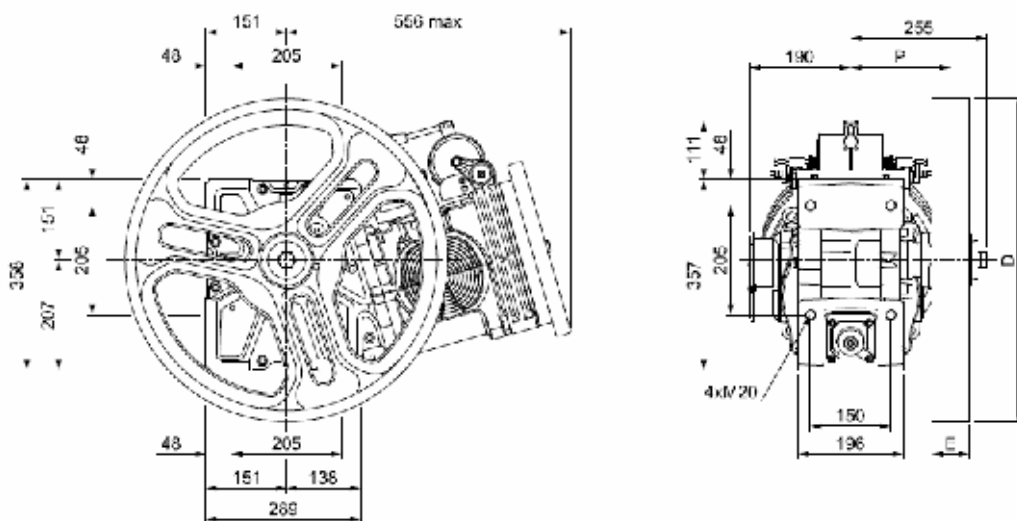
Joonis 2.4 Juhimiskapp Fuji

## b. Reduktoriga elektrijam

Kõikide firmade pakkumistes märgiti järgmiste osade:

- ajami
- reduktori
- kandvate trosside
- ajami platvormi vahetust

üldpunktis märgituna - ajami komplekt. Ning vaid Liftiteenused OÜ-l oli märgitud elektrijami mudel põhjaliku kirjeldusega. Nimetatud firma pakkus paigaldada firma Sicor MR-10 elektrijami.



Joonis 2.5 Ajam Sicor MR10

Elektriajam SicorMR10 on mõeldud 320 kg tõstevõimega ja maksimaalse staatilise koormusega 2100 kg liftile, mille enda kaal moodustab 200 kg. Võimsuse vahemik 4-5.5 kW sageduse 50 kHz juures.

#### **c. Kabiin**

Kabiini seinte renoveerimiseks olid kõikidel pakkumistel, väljaarvatud firmalt Formet Lift OÜ, 2 lahendust vastavalt valikule. Seinte vooderdamise materjalina kasutada roostevaba terast või laminaati. Sarnane olukord ka kabiini peeglite ja käsipuudega, need puudusid vaid firma Formet Lift OÜ pakkumises. Lifti juhtimispult LCD ekraaniga on märgitud firma AS Elif pakkumises. AS Otis ei esitanud lifti juhtimispuldi vahetamise kohta ühtegi lahendust. Ülejäänud firmad märkisid lifti juhtimispuldi vahetuse jooksva korruse kajastamise funktsiooniga. Ülekoormuse määramiseks vajalik elektrooniline kaal on märgitud AS Elif, Formet Lift OÜ, Liftitehnik OÜ ja AS Kone pakkumistes. Ükski firmadest ei täpsustanud, millist valgustust eeldab paigaldada, AS Otis ja Formet Lift OÜ aga ei lülitanud valgustust vahetavate detailide loetellu. Akupatareide toitest avariivalgustuse paigaldamine on esitatud AS KOne pakkumises. Vaid firma Formet Lift OÜ ei märkinud kabiini kaasajastamisele suunatud meetmete nimekirja fotoelemendi paigaldamist uksele. Kõige põhjalikuma ja täielikuma lähenemise kabiini kaasajastamisele esitasid Liftitehnik OÜ, AS Kone, AS Elif ja Liftiteenused OÜ, kuna nende pakkumised sisaldavad lisaks eelpool kirjeldatule ka lae, põranda ja furnituuri uuendamist.

#### **d. Korrused**

AS Elif, Lifti Tehnik OÜ, AS Kone ja Liftiteenused märkisid oma pakkumistes vandaalikindlate väljakutsenuppude paigaldamise igale korrusele, esimesel korrusel aga paigaldada kabiini asukoha andur LCD ekraaniga. Formet Lift OÜ pakkus vaid vandaalikindlate väljakutsenuppude paigaldamise igale korrusele. AS Otis ei märkinud oma pakkumises mingeid korruste kaasajastamise lahendusi.

#### **e. Kabiini ja šahti ukсед**

Formet Lift OÜ ei lisanud pakkumisse kabiini või šahti uksi puudutavat punkti. AS Otis pakkumises on esimese korruse šahti uste renoveerimine ning kabiini ukseajami vahetus. AS Elif, Liftitehnik OÜ, AS Kone ja Liftiteenused OÜ märkisid pakkumistes kabiini ukseajami, muuhulgas sagedusmuunduri vahetamise, samuti kabiini uste, esimese korruse šahti uste vooderdamise roostevabast terasega. AS Elif ja Liftiteenused aga märkisid pakkumistes kabiini ja šahti uste tihendkummide vahetuse ning esitasid valikul 2 šahti uste vooderdamise varianti. Esimene variant - roostevabast terasest vooderdus, teine variant - uste vooderdus pulbervärviga kaetud metall-lehtedega.

#### **f. Pinguti ja kiiruse piiraja**

Liftitehnik OÜ ja Formet Lift OÜ saadud pakkumistes pinguti ja kiiruse piiraja vahetamist ei märgitud. Mõlema seadme vahetus on firmade AS Elif, AS Kone, AS Otis pakkumistes. Liftiteenused OÜ esitas pakkumise vaid kiirusepiiraja vahetamisele.

**g. Juhtmestik**

Mastaapsem juhtmestiku uuendamine on AS Kone pakkumises, kuna selles on märgitud kogu juhtmestiku vahetus alates masinaruumist, lisaks on esitatud kabiini asukoha andurite, lülitite ja pealüliti vahetus. Šahti uue juhtmestiku ja uue rippkaabli paigaldus on firmade Formet Lift OÜ ja Liftitehnik OÜ pakkumistes. AS Elif omakorda pakub vahetada kabiini juhtmestikku, pealülitit ja masinaruumi juhtmestikku. Liftiteenused OÜ oma pakkumises juhtmestiku uuendamist puudutavat infot ei esitanud.

**h. Muu**

Sellise teenuse kui valgustuse vahetamine šahtis ja masinaruumis lisasid oma pakkumistesse AS Elif, Liftitehnik OÜ, Liftiteenused OÜ, Formet Lift OÜ. Renoveerimistöode järgse prügi väljavedu ja utiliseerimine olid märgitud AS Elif, Liftitehnik OÜ, Liftiteenused OÜ pakkumistes. Uuendatud lifti kasutusse andmise dokumentatsiooni ettevalmistamisega Inspecta OÜ-le pakkusid välja kõik firmad peale AS Kone.

Tabel 5. Lifti renoveerimise ettepanekute võrdlustabel

|  | AS Elif | AS Otis | Liftitehnik OÜ | Liftiteenused OÜ | Formet Lift OÜ | AS Kone |
|--|---------|---------|----------------|------------------|----------------|---------|
| Sagedusmuunduriga juhtimiskapp                                 | +       | +       | +              | +                | +              | +       |
| Elektriam  | +       | +       | +              | +                | +              | +       |
| Reduktor   | +       | +       | +              | +                | +              | +       |
| Kandvad trossid  | +       | +       | +              | +                | +              | +       |
| Ajami platvorm   | +       | +       | +              | +                | +              | +       |
| Kabiini seinte vooderdus                                       | +       | +       | +              | +                |                | +       |
| Kabiini peegel   | +       | +       | +              | +                |                | +       |
| Kabiini ukseingid  | +       | +       | +              | +                |                | +       |
| Lifti juhtimispuul   | +       |         | +              | +                | +              | +       |
| Elektroonilised kaalud ülekoormuse määramiseks                 | +       |         | +              |                  | +              | +       |
| Kabiini valgustus  | +       |         | +              | +                |                | +       |
| Avariivalgustus  |         |         |                |                  |                | +       |
| Ukse fotoelement   | +       | +       | +              | +                |                | +       |
| Kabiini lagi   | +       |         | +              | +                |                | +       |
| Kabiini põrand   | +       |         | +              | +                |                | +       |
| Kabiini furnituur  | +       |         | +              | +                |                | +       |
| Kabiini asukoha tabloo I korrusel                              | +       |         | +              | +                |                | +       |
| Väljakutse klahv igal korrusel                                 | +       |         | +              | +                | +              | +       |
| Kabiini ukseajam   | +       | +       | +              | +                |                | +       |
| Šahti ukseportaali vooderdus I korrusel                        | +       |         | +              | +                |                | +       |
| Kabiiniuste vooderdus  | +       |         | +              | +                |                | +       |
| Šahtiuste vooderdus I korrusel                                 | +       | +       | +              | +                |                | +       |
| Šahti ja kabiiniuste tihendkummid                              | +       |         |                | +                |                |         |
| Pingseade  | +       | +       |                |                  |                | +       |
| Kiiruse piiraja  | +       | +       |                | +                |                | +       |
| Masinaruumi juhtmestik   | +       |         |                |                  |                | +       |
| Kabiini juhtmestik   | +       |         |                |                  |                | +       |
| Šahti juhtmestik   |         |         | +              |                  | +              | +       |
| Rippkaabel   |         |         | +              |                  | +              | +       |
| Pealüliti  | +       |         |                |                  |                | +       |
| Kabiini asendiandurid šahtis                                   |         |         |                |                  |                | +       |
| Šahti ja masinaruumi valgustus                                 | +       |         | +              | +                | +              |         |
| Prügi väljavedu ja utiliseerimine                              | +       |         | +              | +                |                |         |
| Kasutusse andmiseks vajaliku dokumentatsiooni ettevalmistamine | +       | +       | +              | +                | +              |         |

Lifti elementide vahetamine või uuendamine annab tulemusel, mis mõjuvad erinevalt selle põhinäitajatele – ohutusele, mugavusele ja vastupidavusele. Mistõttu on mõttekas vahetada välja eelkõige need elemendid, mis suudavad tõsta sõitja ja hoolduspersonali ohutust. Selliste elementide hulka kuuluvad: ajamikomplekt, juhtmestik, juhtimiskapp, kiirusepiiraja ja kandvad trossid. Tasub märkida, et loetletud elementide vahetamine on otseselt seotud reisilifti vastupidavuse tõusuga ning parandab oluliselt mugavust. Tähtsuse poolest teiseks küsimuseks on kulude alandamine hooldusele, remondile ja tarbitavale energiale. Hoolduse ja remondi hind alaneb tehnikute väljakutsete arvu vähendamise arvel sagedaste rikete korral ja lifti detailide vahetamise vajaduse korral. Taolist tulemust võib saavutada peamiste jõuelementide ja põhilise elektriseadmestiku samaaegse vahetamise korral. Elektrienergia tarbimise alandamist saavutatakse esmajärjekorras elektriajami vahetusega. Näiteks sagedusmuunduriga ja dünaamilise pidurdusega elektriajami kasutamine pidurdusenergia tagastamisega võrku. Samuti võib olulise positiivse tulemuse saavutada hõõglampidel töötava valgustuse vahetamisega diood- või LED-lampide vastu.

Viimases järjekorras tuleb tähelepanu pöörata lifti välis- ja sisekujundusele. Juhul, kui eelarvega seotud küsimus on teravalt aktuaalne, piisaks juhtimisseadmete (väljakutseklahvid, lifti juhtimispaneel) vahetamisest, tehes seejärel põhjaliku koristuse ja vahetades välja põrandaliistud ning nurgad. Selline lähenemine lubab säästa raha, samas oluliselt värskendada lifti välisilmet. Ajapikku võib korteriühistu koguda vajalikud finantsvahendid ja lifti visuaalne kaasajastamine lõpuni viia, ja nimelt – renoveerida seinad, lagi, põrand, kabiini paigaldada käepidemed, uus peegel. Nagu juba ülalpool märgitud, ei pea lifti kujunduse kaasajastamine olema esmaülesanne, kuid olema planeeritud vähemalt perspektiivis. Tingitud sellest, et lifti väline seisukord mõjub positiivselt sõitja mugavusele, majas oleva eluruumi hinnale ja kasutaja üldisele esteetilisele tunnetamisele.

Töö ülesanne nõuab 9-korruselise tüüp maja reisilifti kaasajastamiseks vajaliku optimaalse komplekti koostamist, samuti selle komplekti ligikaudse hinna arvutamist. Autor analüüsis läbi ülalnimetatud firmade pakkumised, kuid iga firma keelab seejuures nende hinnapakumiste avaldamisest. Mistõttu otsustas autor saadud pakkumiste põhjal arvutada välja vajalike sõlmede, tööde ja detailide keskmine hind.

Läbiloetud materjali, lõputöö juhendaja ning liftiseadmestiku paigaldus- ja hooldusvaldkonnas töötavate spetsialistide nõustamise põhjal koostati nende seadmete ja detailide loetelu, millede abil on võimalik reisilifti efektiivne ja optimaalne kaasajastamine. Allpool on ära toodud lifti kaasajastamiseks vajalike seadmete ja detailide loetelu, samuti nende keskmine hind, mis arvestati välja olemasolevate hinnapakumiste abil. Keskmise hinna leidmiseks autor kasutas aritmeetilise keskmise valemit  $\frac{a_1+a_2+\dots+a_n}{n}$ .



- 1.) Sagedusmuunduriga juhtimiskapp, pealüliti, masinaruumi ja šahti juhtmestik - 7 980 euro
  - 2.) Ajamikomplekt 4 742 euro
  - 3.) Elektrooniline kaal lifti ülekoormuse määramiseks 377 euro
  - 4.) Valgustuse vahetus 322 euro
  - 5.) Pingeseade ja kiirusepiiraja 586 euro
  - 6.) Kasutusse andmise dokumentatsiooni ettevalmistamine ning prügi väljavedu ja utiliseerimine - 96 euro
  - 7.) Kabiini ukseajam 1095 euro
  - 8.) Ukse fotoelement 172 euro
- Lõplik hind 15 370 euro

Laiendatud nimekiri, milles on ära toodud lifti kaasajastamiseks vajalikud detailid ja süsteemid + sise- ja väliskujundus:

- Kabiini renoveerimine (seinad, põrand, lagi), juhtimispuul, käepide, peegel 2 105 euro
- Šahti uste vooderdus I korrusel 301 euro
- Kabiini uste vooderdus 286 euro
- Šahti uste portaali vooderdus esimesel korrusel 327 euro
- Väljakutseklahvid igal korrusel 312 euro
- Lifti asendi digitabloo (1 korrus) 147 euro

Lõplik hind 18 848 euro

Vahe lifti kaasajastamise optimaalse komplekti ja laiendatud komplekti vahel moodustab 3 478 euro ehk umbes 22 %, see väärtus saadakse järgmiste arvutuste käigus  $\frac{(18848-15370)}{15370} \times 100$ . Paljude inimeste jaoks võib selline erinevus saada optimaalse komplekti valiku ja edasise visuaalse seisukorra parandamise kaalukaks põhjuseks. Kujunduse kaasajastamisest keeldumisel säästetud raha võiks korteriühistu kulutada suuremat ohutustaset tagavate seadmete, näiteks videojälgimissüsteemi soetamisele. Samuti võib sellesse eelarvesse mahtuda valgustuse vahetamisega seotud tööd energiasäästlikuma valgustuse vastu, mis lubab elanikel hoida kokku kommunaalmaksetel. Peale maja tehnilise seisukorra parandamist ja elanike ning nende vara kõrge ohutustaseme tagamist, oleks otstarbekas üle minna liftikabiini visuaalse koostuse küsimuste, samuti kabiini juhtimiselementide ja kabiini korrustel asukoha indikatsiooni elementidega seotud küsimuste juurde. Põhinedes pakkumiste analüüsil, uurides reisilifti seadmete tähtsust ja nende toimet kasutamisele, võib määratleda, et optimaalseks kaasajastamise komplektiks on esimene variant, kuna see võimaldab saada maksimaalselt positiivse tulemuse vajalike finantskulude korral.

Kaasajastamiseks vajaliku komplekti põhjal võib välja tuua mõned sobivamad pakkumised vaadeldud firmadelt. Algkriteeriumile sobivad rohkem järgmised firmad: AS Elif, AS Kone, Liftiteenused OÜ ja Liftitehnik OÜ.

Edasisel vaatlusel otsustati firma Liftiteenused OÜ välja jätta. Põhjuseks see, et firma on väike ja selle koosseisus on vaid üks inimene (ametlikel andmetel). Sellest lähtudes võib oletada, et meie liftis tekkinud avariolukorra ajal võib nimetatud töötaja olla hõivatud muul objektil või siis olla liialt kaugel, et osutada vajalikku ja õigeaegset abi. Samas võib ka oletada, et nimetatud firmal on sõlmitud leping vahendajafirmaga, kes avariilukordadel osutab õigeaegset abi. Vahedusfirma osaluse korral ei ole kindlust osutavate teenuste kvaliteedis, kuna keeruline on hinnata liftitööde osutamisega tegeleva firma mainet.

Edasi tasuks märkida, et AS Elif ja Liftitehnik OÜ on juba algselt eesti ettevõtted, samuti lubavad kasutada erinevate tootjate komplekteerivaid osi, tagades sellega paindlikuma hinnakujunduse. AS Kone omakorda aga on rahvusvaheline Soomes asuv firma. AS Kone on suurtootja ja töötab isiklikult toodetud koostisosadega. Nimetatud firma positiivseks küljeks võib pidada suurt kogemust isiklike kaasaegsete liftisüsteemide väljatöötamises ja nende tootmises. Plussiks on ka firma suur kapital, mis lubab liftisüsteemide paigaldamist suurtel ehitusobjektidel ja uutes hoonetes, kuna tasu toimub suuri finantsvõimalusi ja kõrgemaid nõudeid omavate ehitusfirmade või riigiasutuste arvelt.

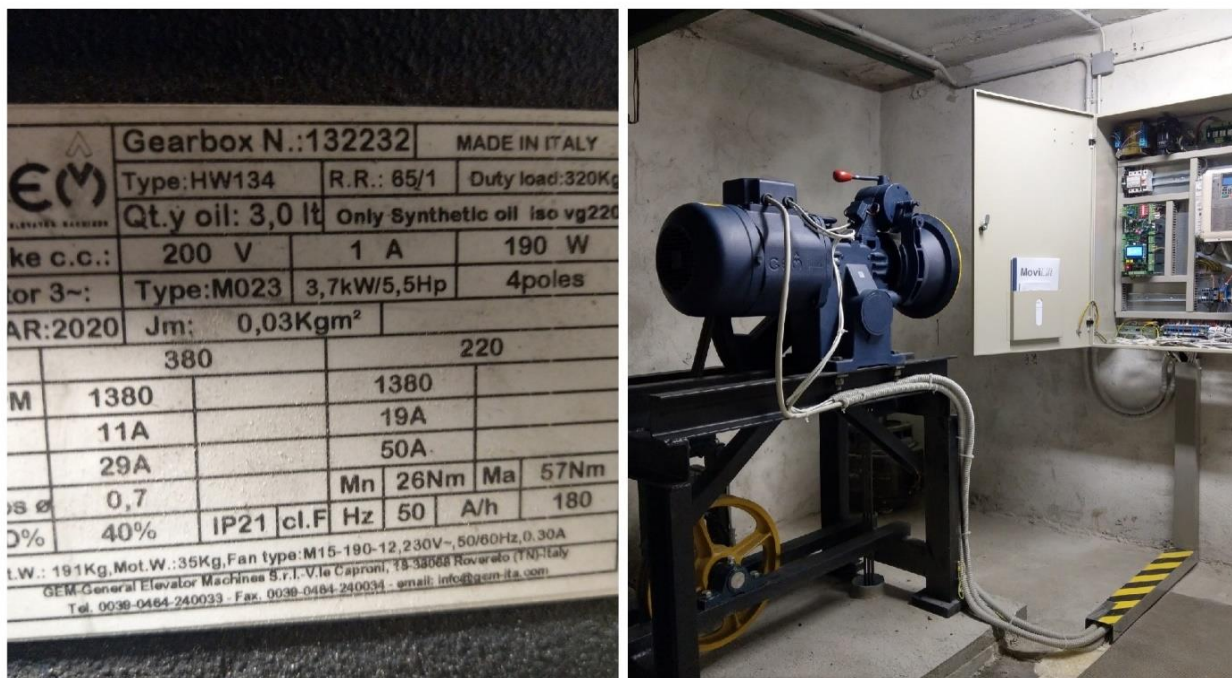
Meie puhul käib jutt nõukogude ajal ehitatud paljukorruselisest majast. Mille reisiliftid nõuavad kaasajastamise standardset optimaalset lahendust. Nimetatud nõuet on täiel määral võimelised tegema AS Elif ja Liftitehnik OÜ, kuna mõlemal firmal on piisav kapital, kogemus, samas ka võimalus koostada eelarvelisem pakkumine, võrreldes firmaga Kone AS. Firmade AS Elif ja Liftitehnik OÜ oluliselt tulusam pakkumine saavutatakse erinevate tootjate agregaatide koostuse ja hoolduse madalama hinna arvel. Siinkohal pean tähtsaks veelkord märkida, et nimetatud firmad on puhtalt eesti firmad, mis eestimaist eelistades ongi firma valikul otsustavaks.

Järgmiste parameetrite ja tingimuste kompleks eristab firmasid AS Elif ja Liftitehnik OÜ oluliselt teistest Eesti turul olevatest konkurentidest:

- Kõrgenenud variatiivsus seadmete valikul
- Reisilifti kaasajastamise planeeritud tööde hinna ja kvaliteedi kogum
- Töötajate arv
- Kapitaliseerimine, mis annab veendumuse firma töövõimest ja selle arengust
- Üsna detailselt lahtikirjutatud kaasajastamise pakkumine.

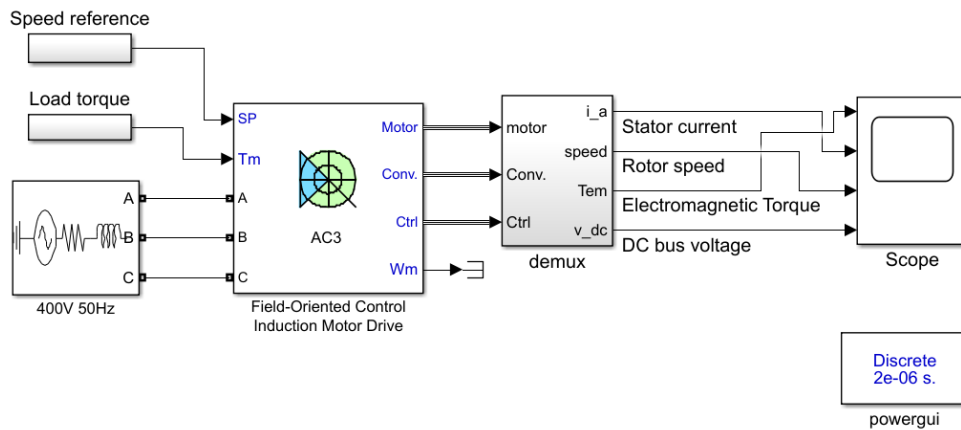
## 2.5 Elektriajami töö modelleerimine

Autor otsustas korraldada modelleerimise Simulink abil, mis on üks kõige sobivamaid, firmade Liftitehnik OÜ ja AS Elif poolt pakutud elektriajameid. Liftitehnik OÜ pakkus kasutada asünkroonset ajamit M023, AS Elif aga sünkroonset reduktorita elektriajamit GTW9-100P5. Mõlemat elektriajamit on firmad reisiliftide kaasajastamiseks varem juba kasutanud. Kuid oma valikul peatus autor firma Liftitehnik OÜ elektriajamil, kuna pakutud asünkroonne ajam on töökindlam, säästlikum ja odavam võrreldes sünkroonse reduktorita elektriajamiga [29].



Joonis 2.6 M023 elektriiaam

M023 – on sisseehitatud reduktoriga asünkroonne elektriiaam, arendades võimsust 3.7/5.5 HPkW, pöördemomenti 650 Nm, pöörlemiskiirust 48 rpm sagedusega 50 Hz. Ülesande täitmiseks võeti MatLab´ist mudel AC3 Field-Oriented Control Induction Motor Drive, mille vektorjuhtimine lubab viia sisseehitatud reduktoriga asünkroonse mootori M023 nõuetele vastavasse režiimi. Selleks tuli seadistada vastavad kiirusparameetrid, ja nimelt 50 rpm kuni -50 rpm, pöördemomendi parameetrid (alates 650 Nm kuni -650 Nm) ning lülitada euroopa toitevõrku (50 Hz, 400 V).



Joonis 2.7 Asünkroonse elektriajami töömudel

Selles skeemis kasutatakse Specialized Power Systems raamatukogu AC3 bloki modifitseeritud versiooni. See modelleerib välja juhtimisega asünkroonse mootori andurita ja pidurikatkestusega ajami vahelduvvooluga mootorile võimsusega 2 kuni 200 l/s. Mootori kiirust hinnatakse klemmidel olevate pingete ja vooludega. Järelikult ei ole kiirusandurit enam vaja.

Asünkroonne motor toitub pingeallikaga PWM-invertorist, mis on ehitatud universaalset sillaplokki kasutades. Kiiruse reguleerimise kontuuris kasutatakse Pi-regulaatorit voolu etteantud tähenduste ja FOC kontrolleri momendi saamiseks. FOC kontrolleri arvutab välja mootori võrgus etteantud voolu, mis vastab voolu ja momendi etteantud tähendustele, kandes seejärel voolu mootorile kolmefaasilise sagedusregulaatori abil.

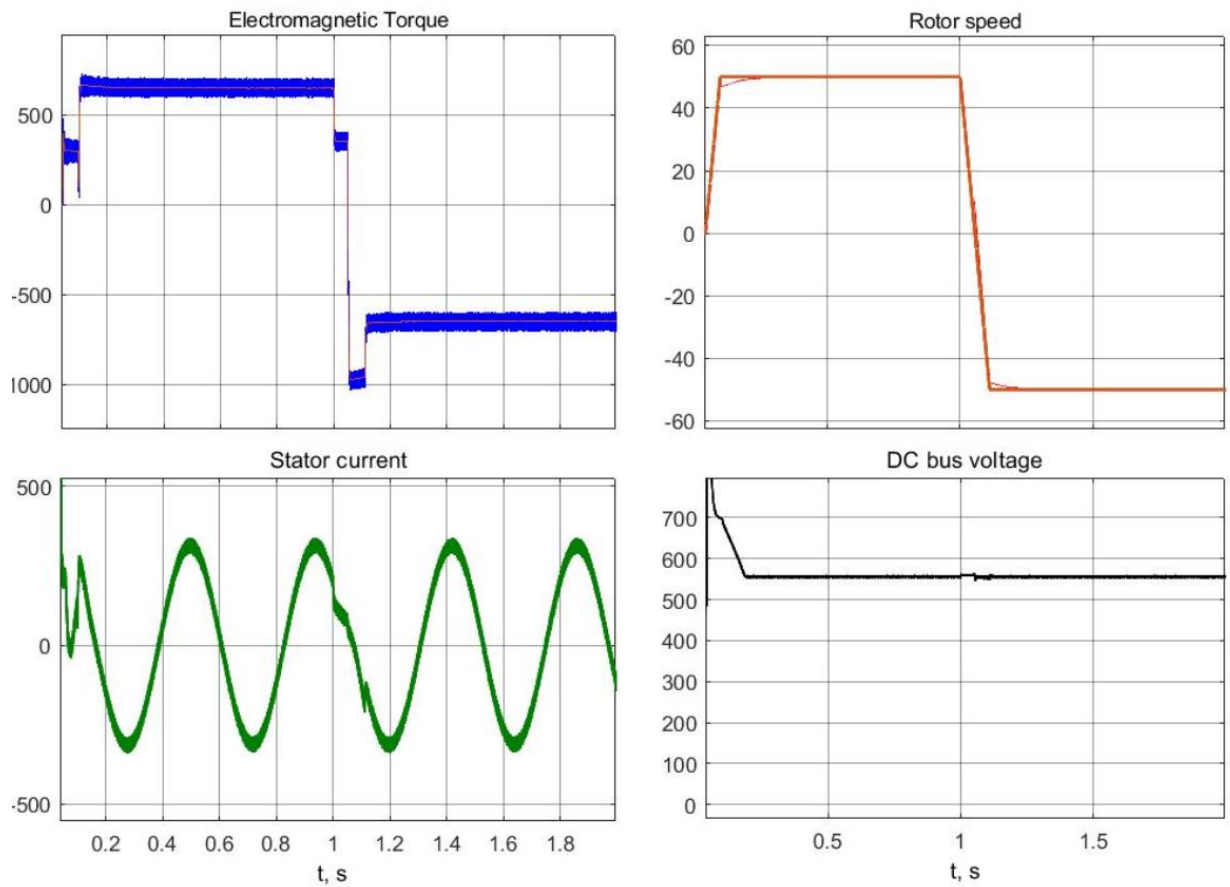
Mootori kiiruse, pöördemomendi, voolu signaalid ja alalisvoolu lati pinged on kättesaadavad väljundil [28].

### Modelleerimisprotsessi kirjeldus

Modelleerimise käivitamise järgselt Scope elemendi abil võib jälgida mootori staatori voolu, rootori pöörlemiskiirust, elektromagnetmomenti ja alalisvoolu lati pinget. Ajamomendil  $t = 0,1$  c (lifti ülesliikumise alguses) pannakse mootori võllile täiskoormuse moment 650 Nm, kiiruse tähenduseks aga seatakse 50 pöört/min. See sunnib elektromagnetmomendil suureneda etteantud tähenduseni. Kiirus järgib täpselt kiirenduse dünaamikat ning kiiruse kasvu lõppedes jõuab motor kasutaja poolt seatud tähenduseni.

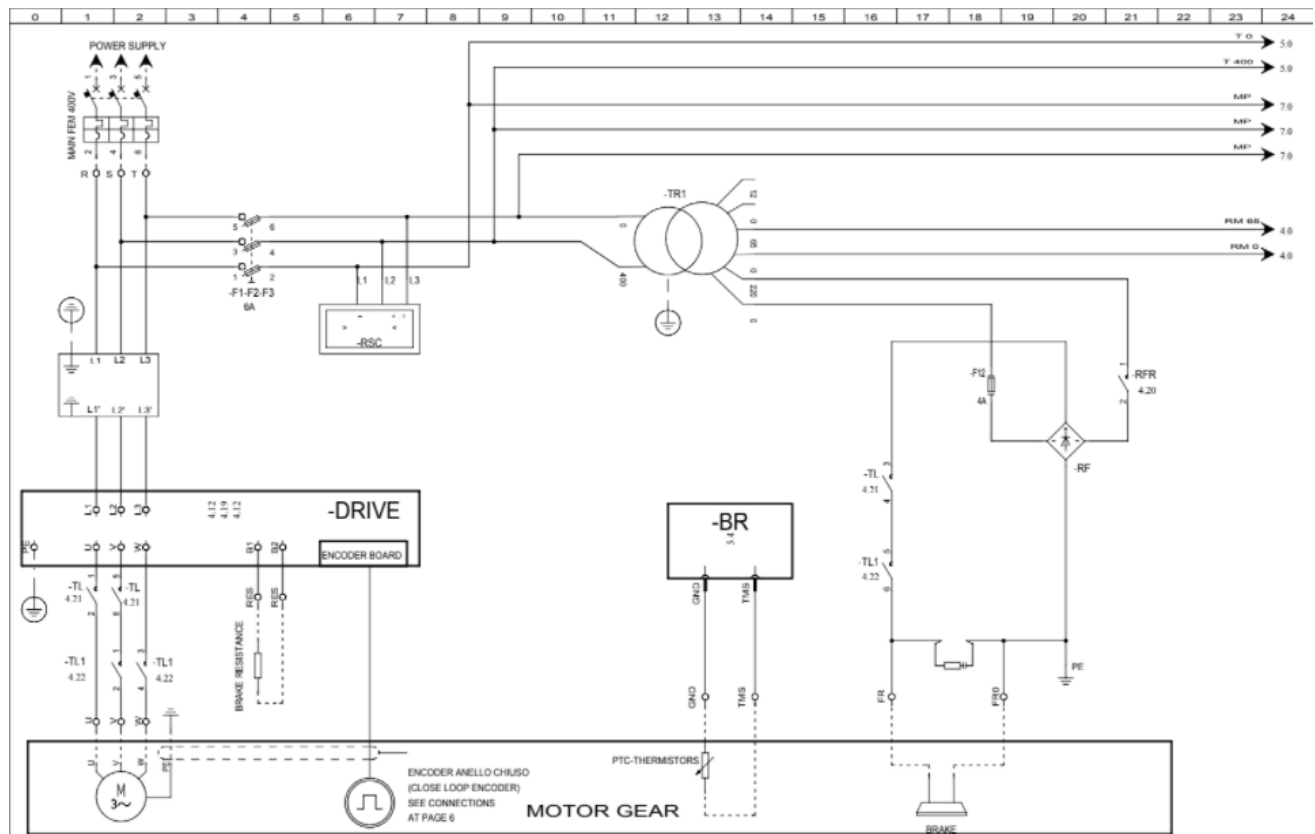
$t = 1$  (lifti allaliikumise alguses) korral muudetakse kiiruse tähendust - 50 pöördele minutis, pöördemomendi tähendus aga - 650 Nm. Kiirus alaneb, järgides kindlalt aeglustumise tempot. Peatselt peale seda mootori kiirus stabiliseerub, vaatamata mehhaanilise koormuse muutumisele.

Alalisvoolu lati pinge on stabiilselt reguleeritav kogu modelleerimisperioodi kestel. Modelleerimise tulemusel saadud alltoodud graafikud kajastavad modelleerimise kirjeldavat protsessi.



Joonis 2.8 Elektriajami modelleerimise protsessi graafikud

Autori poolt tehtud modelleerimine lubab veenduda selles, et kavandatava asünkroonse elektriajami paigaldamisel toimub reisilifti liikumisse viimisega seotud töö optimaalses režiimis (elektriam ei tunnetata ülekoormust ning sellel pole ülemääraselt õigustamata võimsusvaru, tingides kõrgeenenud elektrienergia tarbimise ja juba algsest elektriajami kõrgeenenud hinna).



Joonis 2.9 Elektriajami ühesdusskeem 380V [30]

Motor gear - asünkroonne elektriajam reduktoriga

BR - emaplaat

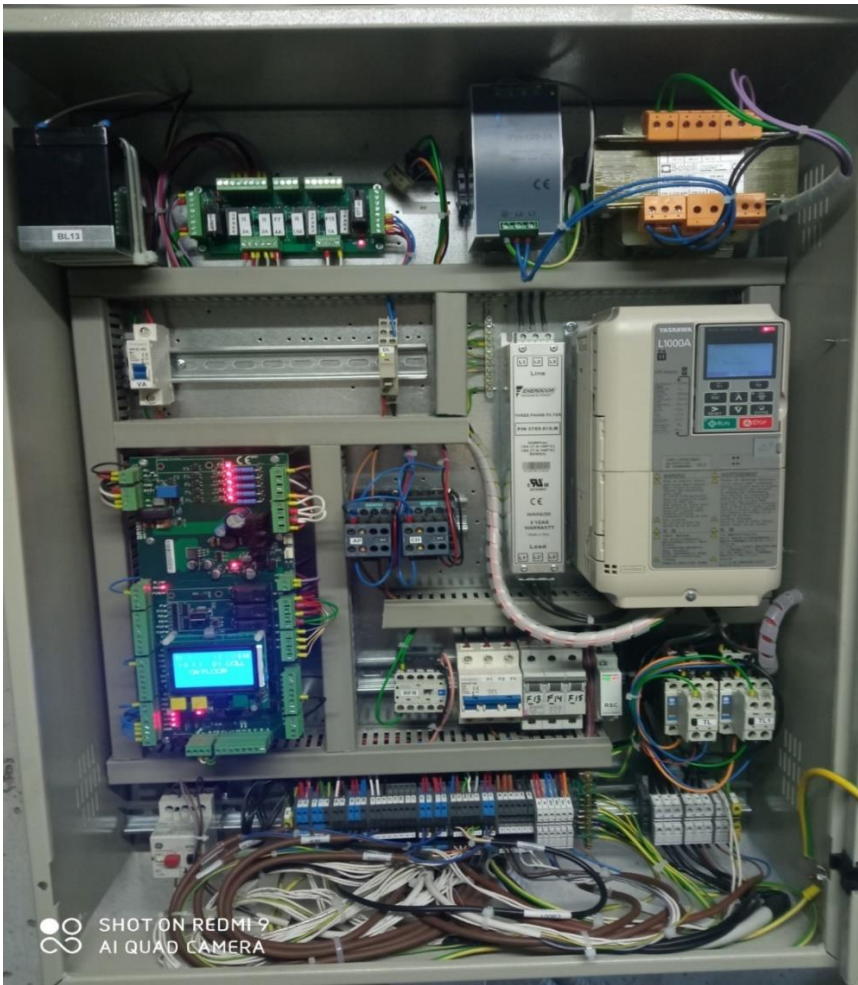
DRIVE - inverter

BRAKE - elektriajami pidur

RSC - faasikao rele

TR 1 - trafo

Selles skeemis on kujutatud valitud asünkroonse ajami ühendust peamise juhtimissüsteemiga. Inverterina kasutatakse Yaskawa L1000 5.5kW ja emaplaatina MoviLift BR100. Allpool on juhtimiskappi foto, mis on kokku pandud ülaltoodud selle skeemi põhjal.



Joonis 2.10 Juhtimiskapp

## KOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureuse töö esimeseks eesmärgiks oli korterelamute reisiliftide kaasajastamise kaasaegsete võimaluste uurimine. Teine eesmärk seisnes nõukogude ajal ehitatud 9-korruselise tüüp maja reisilifti kaasajastamislahenduste otsingutel ja analüüsil. Lõppeesmärk seisneb 9-korruselise tüüp maja reisilifti kaasajastamise optimaalse lahendamise ligikaudse hinna määramises.

Töö eesmärgi täitmiseks oli vaja selgusele jõuda nendes elementides, milledest koosneb reisilift ja nende määratluses. Mille järgselt uuris töö autor lifti erinevate sõlmede, agregaatide ja komplekteerivate osade kaasajastamise tulemusel saavutatud tulemusi. Taoline uuring oli vajalik selleks, et määrata kindlaks ja tähistada, milliste seadmeteta optimaalset ja ratsionaalset kaasajastamist ei saa teha ning milliste seadmete kaasajastamine on teisejärguline.

Reisilifti ja hoolduspersonali ohutus on prioriteetne küsimus, mis peaks stimuleerima kaasajastamise korraldamist. Töös tuuakse ära kõikide nende võimalike põhjuste analüüs, mis võivad tekitada kahju sõitja tervisele ning tekitada lifti kasutamisel kõrgenenud ebamugavust. Samuti koguti infot selle kohta, kuidas ja kes teostab lifti tehnilise seisundi kontrolli ning milliseid euroopa direktiividele vastavaid nõudeid esitatakse reisiliftidele. Üldmainitud direktiivi punktide analüüsi järgselt selgusid mittevastavused antud küsimust puudutavate asjade reaalse käiguga Eesti territooriumil. Avastatud mittevastavused lisasid veendumust selles, et nõukogude ajal ehitatud liftid suudavad kaasajastamiseta vastata kaasaegsetele nõuetele vaid osaliselt.

Töö järgmiseks sammuks oli statistika analüüs, seotuna Eestis kasutatavate reisiliftide arvuga ning veel Nõukogude Liidus ehitatud liftide arvu määramine. Infoallikatest, uudiste artiklitest ja liftisüsteemide paigaldamise ning hooldusega tegelevate spetsialistide nõustamistest saadud andmetest lähtudes selgitati välja, et ligikaudu 80 % Eestis olevatest reisiliftidest on valmistatud veel nõukogude ajal. Probleem seisneb selles, et enamus korteriühistuid ei tegele enda liftide kaasajastamisega, korraldades vaid nende hooldust ning vajaduse korral vahetades välja remondile kõlbmatud detailid samasuguste või analoogiliste vastu. Sõitjate ohutuse ja mugavuse tagamise seisukohast on selline lähenemine objektiivselt vale.

Ülalkirjeldatud situatsiooni põhjuseks võib olla finantsvõimaluste puudumine korteriühistutel liftide kaasaegse kaasajastamise realiseerimiseks. Töö käigus püstitati oletus, et riik eraldab korteriühistutele subsidiidume elumajades olevate liftide kaasajastamiseks. Tõenduste otsingul nimetatud oletustele uuriti läbi seadusandlus, kust saadi infot selle kohta, et reisiliftide kaasajastamist toetab valitsus 2014.aastast ning



toimub ettevõtte KreDex abil. Kuid 2020.a. lõpus liftide kaasajastamise toetused peatati koroonaviirusega esilekutsutud majandusprobleemide tõttu.

Töö teine osa algab sellest, et tuuakse ära kaks näidet kaasajastamisele lähenemisest. Esimene lähenemine lifti kaasajastamisele koosnes kolmest (3) kaasajastamise tüübist – täielik-, moodul- ja osaline kaasajastamine. Taoline lähenemine leiti enamike firmade seas, seda nii eesti turul, kui välismaaturul. Teine lähenemine leiti suure liftiseadmestiku maailmatootjal Schindler´il. Idee seisnes selles, et korraldada vaid täielikku kaasajastamist, kuid jagada see 3 faasiks. Ühe või teise lähenemise valikul osutus firma Schindler meetod sobimatuks ning valik langes moodulkaasajastamise poole (konkreetsete sõlmede uuendamine). Mille järgselt tehti päringud ning saadi kaasajastamise ettepanekud mitmelt firmalt: AS Elif, Formet OÜ, AS Otis, AS Kone, Liftiteenus OÜ, Liftitehnik OÜ. Selleks, et kvaliteetselt võrrelda firmadelt saadud pakkumisi ja firmasid endid, sisaldub töös lühiinfo igast firmast, nende finantsnäitajate analüüs ja võrdlus ning ametlikult registreeritud töötajate arv. Mille järgselt toimub arutus teemal, miks tuleb oma tähelepanu pöörata ülalootletud näitajatele firma valikul reisilifti kaasajastamiseks ja hoolduseks.

Tuuakse ära 6 firma pakkumised, selleks eraldatakse erinevad elemendid, millel on kaasajastamise võimalused edasise igalt firmalt saadud lahenduste võrdlusega iga seadme või sõlme kohta eraldi. Võrdluste tulemusel tuuakse välja koondtabel, milles on ära toodud kõik kaasajastatavad elemendid iga firma vastandamisega. Edasi tuli valida seadmete ja sõlmede loetelu, mida oli vaja kanda optimaalseks kaasajastamiseks vajalike elementide nimekirja. Nimetatud lahendus põhineb elementide gradatsioonil saadava energeetilise efektiivsuse, ohutuse ja saadava mugavuse järgi. Läbiviidud gradatsioon on tehtud eelnevalt uuritud ja töö esimeses osas esitatud reisilifti põhielementide kaasajastamise tulemuste põhjal. Kokkuvõttes koostati reisilifti kaasajastamise 2 plaani, arvestades välja iga elemendi keskmise hinna ja pakutud lahenduste lõpphinna. Kaasajastamise teine lahendus lülitab endasse enamuses täiendavaid kujunduselemente, juhtimis- ja indikatsiooniseadmeid. Edasi tehtud nende kahe lahenduse hinna võrdlus ning korraldatud saadud tulemuste hindamine, mille kokkuvõtte alusel tehakse järeldus, et esimene kaasajastamise variant on optimaalne. Firmadelt saadud kaasajastamise pakkumistega töö käigus otsustati välja tuua üks või mitu firmat, mis oleksid maksimaalselt sobilikud koostatud kaasajastamise optimaalse plaani teostamiseks. Firmade valik põhines saadud pakkumiste, majandusnäitajate ja töötajate koosseisu analüüsil. Lõpptulemusena peatati valik sellistel firmadel kui AS Elif ja Liftitehnik OÜ.

Edasi pidas autor vajalikuks määrata kindlaks, millist konkreetset elektriajamit võiks pakkuda optimaalseks kaasajastamiseks. Analüüsi käigus tehakse järeldus, et asünkroonse elektriajami valik on püstitatud eesmärgi täitmiseks kõige õigustatum.

Viimaseks sammuks oli valitud elektriajami modelleerimine programmis Simulink. Elektriajami mudel, sobilik kavandatud koormustele, oli välja töötatud AS Elif ja Liftitehnik OÜ poolt esitletud elektriajamite tehnilistele andmetele toetudes. Modelleerimiseks võeti mudel AC3 Field-Oriented Control Induction Motor Drive MatLab raamatukogust. Peale nõutavate tehniliste parameetrite kandmist Simulink mudelisse, saadi mootori staatorivoolu, rootori pöörlemiskiiruse, elektromagnetmomendi ja alalisvoolu lati pingegraafikud. Saadud graafikud kajastasid täielikult elektriajamile etteantud tehnilisi parameetreid, mis tõestas selle valiku õigsust reisilifti kavandatavaks kaasajastamiseks. Töö lõppedes olid kõik püstitatud ülesanded täidetud, kuna autori poolt oli koostatud 9-korruselises tüüpajas oleva reisilifti kaasajastamise optimaalne lahendus ning teostatud valitud lahenduse ligikaudse maksumuse hindamine.

Autori arvates on liftide kaasajastamise kiirendatud protsessiks vajalik riigipoolne aktiivsem osalus, seda nii korteriühistutele osutatava finantsabi küsimuses, kui ka infokoostisosana, mis on suuteline tõstma paljukorruseliste majade elanike motivatsiooni ja mõistmist, et kasutades vananenud liftimehhanisme, alandavad nad isikliku ohutuse, mugavuse ja oma maja energiaefektiivsuse taset.

## **SUMMARY**

The first goal of this bachelor's work was to study the modern possibilities for the modernization of passenger elevators in apartment buildings. The second goal was to analyze and find solutions for the modernization of the passenger elevator for a typical 9-story building of Soviet construction, with the subsequent identification of the optimal solution. The final goal is to determine the approximate cost of the optimal elevator modernization solution for a typical 9-story building.

To achieve these goals, it was necessary to understand the elements that make up the passenger elevator and its purpose. After that, the author of the work conducted a study of the results that are achieved through the modernization of various components, assemblies, and components of the elevator. This study was necessary in order to determine and identify which devices are required for a truly optimal and rational modernization and the modernization of which devices are secondary.

The safety of elevator passengers and service personnel is a priority issue that should encourage modernization. The paper provides a detailed analysis of all possible factors that can cause damage to the health of the passenger and cause increased discomfort during the use of the elevator. Information was also collected on how and by whom the technical condition of the elevator is monitored, and what requirements are put forward for passenger elevators in accordance with the European directive. After analyzing the points of the above-mentioned directive, inconsistencies with the actual state of affairs concerning this issue on the territory of Estonia were revealed. The discrepancies found added to the confidence that the elevators of Soviet construction without modernization are only partially able to meet modern requirements.

The next step of the work was to analyze statistics related to the number of passenger elevators used in Estonia and to determine the number of elevators built in the Soviet Union. Based on the data obtained from information sources, news articles, and consultations of specialists involved in the installation and maintenance of elevator systems, it was found that about 80% of passenger elevators in Estonia were made in the Soviet era. The problem is that most apartment associations do not upgrade their own elevators, but only carry out maintenance and, if necessary, replace a non-repairable part with the same or its equivalent. From the point of view of ensuring the safety of passengers and comfort, this approach is objectively not correct.

The reason for the existence of the above situation may be the lack of financial opportunities for the implementation of high-quality modernization of elevators in apartment associations. In the course of the work, it was suggested that the state allocates subsidies to apartment associations for the modernization of elevators in residential buildings. To find evidence for this assumption, the legislation was reviewed, from which information was obtained that the

modernization of passenger elevators has been subsidized by the government since 2014 and is carried out with the help of the KreDex institution. However, at the end of 2020, subsidies for the modernization of elevators were suspended due to the economic difficulties caused by the coronavirus.

The second part of the work begins with an example of two approaches to the issue of modernization. The first approach to elevator modernization included 3 types of modernization: complete, modular, and partial. This approach was found in most companies, both in the Estonian market and abroad. The second approach was found in the world's largest manufacturer of elevator equipment Schindler. The idea was to carry out only a complete upgrade, but divide it into 3 phases. In the course of choosing one or another approach, the method of Schindler was not suitable, and the choice fell in the direction of modular modernization (updating specific nodes). After that, proposals for modernization were requested and received from several companies: AS Elif, Formet OÜ, AS Otis, AS Kone, Liftiteenused OÜ, Liftitehnik OÜ. In order to qualitatively compare the offers received from firms and the firms themselves, the paper contains brief information about each of the companies, an analysis, and a comparison of their financial indicators, as well as the number of officially registered employees. After that, a discussion is held on the topic of why you need to pay attention to the above indicators when choosing a company for the modernization and maintenance of a passenger elevator.

The analysis of offers from 6 companies is carried out. For this purpose, various elements with the possibility of modernization are identified, followed by a comparison of solutions from each of the companies for each of the devices or node. As a result of the comparisons, a summary table is displayed that includes all the upgraded elements with a comparison to each of the firms. Next, it was necessary to select a list of devices and nodes that needed to be included in the list of elements for optimal modernization. This solution is based on the gradation of the elements according to the degree of energy efficiency, safety and comfort obtained. The conducted gradation is made with the help of the results of the modernization of the main elements of the passenger elevator, which were previously studied and described in the first part of the work. As a result, 2 plans were drawn up for the modernization of the passenger elevator with the calculation of the average cost of each element and the total cost of the proposed solutions. The second modernization solution includes more additional design elements, controls, and displays. Further, a comparison of the costs of these two solutions and an assessment of the results obtained are carried out, as a result of which it is concluded that the first option for modernization should be considered optimal. In the course of working with proposals for the modernization of the elevator from companies, it was decided to select one or more companies that are most suitable for the implementation of the optimal modernization plan. The decision on the choice of firms was based on the analysis of the received offers, economic indicators, and their staff. The result was the choice of such companies as AS Elif и Liftitehnik OÜ.

Further, the author considered it necessary to determine which specific electric drive could be offered for optimal modernization. In the course of the analysis, it is concluded that the choice of an asynchronous electric drive is more justified for the task at hand.

The last step was to simulate the operation of the selected electric drive in the Simulink program. The model of the electric drive suitable for the planned loads was developed based on the technical data of the electric drives provided by AS Elif и Liftitehnik OÜ. For the simulation, the AC3 Field-Oriented Control Induction Motor Drive model was taken from the MatLab library. After entering the required technical parameters into the Simulink model, graphs of the motor stator current, rotor speed, electromagnetic torque, and DC bus voltage were obtained. The resulting graphs fully reflected the specified technical parameters of the electric drive, which proved the correctness of its choice for the planned modernization of the passenger elevator.

At the end of the work, all the tasks were completed, as the author compiled the optimal solution for the modernization of the passenger elevator in a typical 9-story building and estimated the approximate cost of the chosen solution.

According to the author, for the accelerated process of modernization of elevators, more active participation of the state is necessary, both in the issue of financial assistance to partnerships and as an informing component that can increase the motivation and understanding of residents of multi-story buildings that using outdated elevator mechanisms they reduce the level of their own safety, comfort, and energy efficiency of their home.

## KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- [1] Elevator History, „Interesting about Elevators “ 2021. [Võrgumaterjal].  
Saadaval: <http://www.elevatorhistory.net/>. [Kasutatud 08.05.2021].
- [2] Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, Tallinna Tehnikaülikool,  
„Hoonete rekonstrueerimise pikaajaline strateegia,“ Majandus- ja  
Kommunikatsiooniministeerium, Tallinn, 2020.
- [3] Brodsky M. (1975). Liftide ohutu käitamine. Nedra.  
[https://sinref.ru/000\\_uchebniki/02750\\_lifti/005\\_bezopasnaia\\_expluatacia\\_liftov\\_brodski\\_19\\_75/001.htm](https://sinref.ru/000_uchebniki/02750_lifti/005_bezopasnaia_expluatacia_liftov_brodski_19_75/001.htm)
- [4] K.A.Jegorov, „Lifti juhtimissüsteemid“, Moskva, 1977.
- [5] Professional Engineering Publishing Limited, “Journal of mechanical engineering science”, London, 2009
- [6] A.D. Vorobjev, V.L.Segal, “Elektrimontööri käsiraamat” , Moskva, 1980.
- [7] Liftitehnik OÜ, „Liftide uuendamine,“ Liftitehnik OÜ, [Võrgumaterjal]. Saadaval:  
<http://liftitehnik.ee/teenused/liftide-uuendamine>. [Kasutatud 08.05.2021].
- [8] Lukachevsky, N. “Ohtude kindlakstegemine liftis” [Võrgumaterjal]. Saadaval:  
<https://moluch.ru/archive/183/47063/>. [Kasutatud 08.05.2021].
- [9] Euroopa parlament ja Euroopa liidu nõukogu, “ Euroopa Parlamendi ja nõukogu  
direktiiv  
2014/33/EL”, Euroopa parlament ja Euroopa liidu nõukogu, Tallinn, 2014.
- [10] Korterelamute rekonstrueerimise toetuse andmise tingimused ja kord (2019). RT I,  
28.08.2020, 2.
- [11] SA KredEx, “Rekonstrueerimistoetus 2014-2018,“ SA KredEx, [Võrgumaterjal].  
Saadaval: <https://kredex.ee/et/teenused/ku-ja-kov/rekonstrueerimistoetus>.  
[Kasutatud 09.05.2021].
- [12] SA KredEx, “Rekonstrueerimistoetus 2019,“ SA KredEx, [Võrgumaterjal]. Saadaval:  
<https://kredex.ee/et/teenused/ku-ja-kov/rekonstrueerimistoetus-2019>. [Kasutatud 09.05.2021].
- [13] SA KredEx, „Rekonstrueerimistoetus 2020,“ SA KredEx, [Võrgumaterjal].  
Saadaval: <https://www.kredex.ee/et/teenused/ku-ja-kov/rekonstrueerimistoetus-2020>. [Kasutatud 09.05.2021].
- [14] SA KredEx, “Erakorraline korterelamu rekonstrueerimistoetus,“ SA KredEx,  
[Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://kredex.ee/et/teenused/ku-ja-kov/erakorraline-korterelamu-rekonstrueerimistoetus>. [Kasutatud 09.05.2021].
- [15] SA KredEx, „Korterelamu tehaselise rekonstrueerimise toetus,“ SA KredEx,  
[Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://kredex.ee/et/teenused/ku-ja-kov/rekonstrueerimistoetus>. [Kasutatud 09.05.2021].
- [16] A. Oja, „Vanad liftid vajavad kaasajastamist,“ Äripäev, 2016. [Võrgumaterjal].

- Saadaval: <https://www.dv.ee/novosti/2016/12/14/starye-lifty-nuzhdajutsja--v-modernizacii>. [Kasutatud 09.05.2021].
- [17] Kone AS, „Liftide moderniseerimine,” Kone AS, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.kone.ee/olemasolevad-hooned/liftide-moderniseerimine/>. [Kasutatud 09.05.2021].
- [18] Schindler Lifts Ltd, „Schindler modernization,” Schindler Lifts Ltd, 2015.
- [19] Otis AS, „Ajalugu,” Otis AS, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.otis.com/ee/ee/our-company/history>. [Kasutatud 07.05.2021].
- [20] Register OÜ, „Eesti Otis AS,” Register OÜ, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.inforegister.ee/ru/10055798-EESTI-OTIS-AS>. [Kasutatud 09.05.2021].
- [21] Register OÜ, „Liftitehnik OÜ,” Register OÜ, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.inforegister.ee/ru/12116726-LIFTITEHNIK-OU>. [Kasutatud 09.05.2021].
- [22] Register OÜ, „Liftiteenused OÜ,” Register OÜ, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.inforegister.ee/ru/11988888-LIFTITEENUSED-OU>. [Kasutatud 09.05.2021].
- [23] Kone AS, „Meist,” Kone AS, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.kone.ee/meist/>. [Kasutatud 07.05.2021].
- [24] Register OÜ, „Kone AS,” Register OÜ, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.inforegister.ee/ru/10205453-KONE-AS>. [Kasutatud 09.05.2021].
- [25] Äriteatmik OÜ, „Formet-lift OÜ,” Äriteatmik OÜ, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.teatmik.ee/et/personlegal/10381473-O%C3%9C-FORMET-LIFT>. [Kasutatud 09.05.2021].
- [26] Elif AS, „Põlvkondadevahelised kogemused,” Elif AS, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <http://elif.ee/ettevottest/>. [Kasutatud 07.05.2021].
- [27] Register OÜ, „Elif AS,” Register OÜ, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.inforegister.ee/ru/10040302-ELIF-AS>. [Kasutatud 09.05.2021].
- [28] MathWorks, „AC3 - Field-Oriented Control Induction 200 HP Motor Drive,” MathWorks, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://se.mathworks.com/help/physmod/sps/ug/ac3-field-oriented-control-induction-200-hp-motor-drive.html>. [Kasutatud 07.05.2021].
- [29] CircuitGlobe, „Difference Between Synchronous and Asynchronous Motor,” CircuitGlobe, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://circuitglobe.com/difference-between-synchronous->

and-asynchronous-motor.html#:~:text=and%20Asynchronous%20Motor-  
,Synchronous%20motor%20is%20a%20machine%20whose%20rotor%20speed%20and  
%20the,less%20than%20the%20synchronous%20speed.&text=Synchronous%20motor  
%20requires%20an%20additional,near%20to%20the%20synchronous%20speed.

- [30] Movilift Italian elevator, „Manuals, Software and Catalogues,” Movilift Italian elevator, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://www.movilift.com/documentation/>. [Kasutatud 14.05.2021].
- [31] KONE Corporation, „Liftide energiatarbimise võrdlus,” KONE Corporation, 2015.
- [32] ISF ELEVATOR TURKEY, „ARL 500 Elevator Controller Panels,” ISF ELEVATOR TURKEY, [Võrgumaterjal]. Saadaval: <https://isfelevator.com/product/arl-500-panel/>. [Kasutatud 09.05.2021].



# LISA 1. Hinnapakumised

Lifti omadused: Tõstevõime 320 kg, peatuste arv –9, nimikiirus– 0,63 m/s

| Nr.                            | Materjalide ja tööde nimetus  | hind      | kogus | summa                |
|--------------------------------|---|-----------|-------|----------------------|
| <b>Lifti ajam ja juhtimine</b> |   |           |       |                      |
| 1.                             | Lifti juhtkilp (sagedusmuunduriga )   | 8 560,- € | 1     | 8 560,- €            |
| 2.                             | Ajamikomplekt reduktoriga (platvormiga ja kande trossidega)   | 4 500,- € | 0     | 0,- €                |
| 3.                             | Kiiruspiiraja (trossiga)  | 580,- €   | 0     | 0,- €                |
| <b>Kabiin</b>                  |   |           |       |                      |
| 4.                             | Lifti kabiini uuendamine (seinad roostevaba teras)<br>(seinad, põrand, lagi, valgustus, käsupaneel, käsipuu, peegel)  | 2 200,- € | 0     | 0,- €                |
| 5.                             | Lifti kabiini uuendamine (laaminadiga)<br>(seinad, põrand, lagi, valgustus, käsupaneel, käsipuu, peegel)              | 2 000,- € | 0     | 0,- €                |
| <b>Korrustel</b>               |   |           |       |                      |
| 6.                             | Murdmiskindlad nuppude paigaldus (Demon)  | 40,- €    | 9     | 360,- €              |
| 7.                             | Korrusenäitaja paigaldamine LCD (1 korrusel)  | 210,- €   | 1     | 210,- €              |
| <b>Kabiini- ja šahtiüksed</b>  |   |           |       |                      |
| 8.                             | Fotosilma paigaldus   | 140,- €   | 1     | 140,- €              |
| 9.                             | Sagedusmuunduriga motor olemasolevatele ustele  | 980,- €   | 1     | 980,- €              |
| 10.                            | Kabiiniuste katmine roostevaba terasega ning<br>uue kummitihendi paigaldamine   | 270,- €   | 0     | 0,- €                |
| 11.                            | Šahtiuste katmine roostevaba terasega ning<br>uue kummitihendi paigaldamine   | 270,- €   | 0     | 0,- €                |
| 12.                            | Šahtiuste katmine pulbervärvitud metalliga (RAL värv vastavalt tellija soovile)<br>ning uue kummitihendi paigaldamine | 210,- €   | 0     | 0,- €                |
| 13.                            | Šahtiuste piitade(portaali) katmine roostevaba terasega I korrusel  | 340,- €   | 0     | 0,- €                |
| <b>Muud:</b>                   |   |           |       |                      |
| 14.                            | Šahti ja masinaruumi valgustus  | 260,- €   | 1     | 260,- €              |
| 15.                            | Inspecta (TKK) kontroll juhtimine   | 97,- €    | 1     | 97,- €               |
| 16.                            | Prügi väljavedu ja utiliseerimine   | 46,- €    | 1     | 46,- €               |
| 17.                            | Süvise redeli paigaldamine  | 56,- €    | 0     | 0,- €                |
| <b>Kokku:</b>                  |   |           |       | <b>10 653,- €</b>    |
| <b>Kokku käibemaksuga:</b>     |   |           |       | <b>12 783.60,- €</b> |

Joonis L1.1 Hinnapakumine 1

| <b>NIMETUS</b>                               | <b>KOGUS</b> | <b>HIND</b> | <b>SUMMA</b>       |
|--|--------------|-------------|--------------------|
| Sagedusmuunduriga liftikontroller (juhtkilp) | 1            | 6 990,00    | 6 990,00           |
| Kabiini ülekoormusandur                      | 1            | 370,00      | 370,00             |
| Šahti ja masinaruumi juhtmed ning valgustus  | 1            | 350,00      | 350,00             |
| Lifti ajami komplekt                         | 1            | 4 790,00    | 4 790,00           |
| <b>Utiliseerimine</b>                        |              |             |                    |
| Juhtkilbi ja ajami utiliseerimine            | 1            | 20,00       | 20,00              |
| <b>Kokku:</b>                                |              |             | <b>12 520,00 €</b> |
| <b>Käibemaks 20%:</b>                        |              |             | <b>2 504,00 €</b>  |
| <b>SUMMA:</b>                                |              |             | <b>15 024,00 €</b> |

Joonis L1.2 Hinnapakkumine 2

| <b>Nimetus</b>  | <b>Hind</b> | <b>Kogus</b> | <b>Summa</b> |
|---|-------------|--------------|--------------|
| Lifti moderniseerimine - juhtiissüsteem Arkel<br>ajam , kabiini modernis. | 16 000      | 4            | 64 000       |
| <b>Soodustus 7%</b>   | -4480       | 1            | -4 480       |
| <b>Summa käibemaksuta:</b>  |             |              | 59 520,00 €  |
| <b>Käibemaks:</b>   |             |              | 11 904,00 €  |
| <b>Kokku:</b>   |             |              | 71 424,00 €  |

Joonis L1.3 Hinnapakkumine 3

| NIMETUS  | HIND                             | KOGUS | SUMMA     |
|--|----------------------------------|-------|-----------|
| <b>Lifti ajam ja juhtimine</b>   |                                  |       |           |
| Sagedusmuunduriga kontrollid, rippkaabel, šahti püstik, magnetlülitite kompl.      | 7 030,00                         | 1     | 7 030,00  |
| Lifti ajamikomplekt, raam, plokiratas, kandetrossid ja paigaldus                   | 4 474,00                         | 1     | 4 474,00  |
| Šahti ja masinaruumi valgustid.  | 357,90                           | 1     | 357,90    |
| AKUS-SD automaatne päästesüsteem (voolukatkestuse korral)                          | 1 016,20                         | 0     | 0,00      |
| Kabiini ülekoormusanduri paigaldus (vajalik)                                       | 377,00                           | 1     | 377,00    |
| <b>Kabiin ja šahtiüksed</b>  |                                  |       |           |
| Kabiini uuendus (seinad, uks, lagi, põrand, käsupaneel, valgusti, peegel, käsipuu) | 2 094,00                         | 1     | 2 094,00  |
| Fotosilma paigaldus  | 106,00                           | 1     | 106,00    |
| Ukseajam (VDC mootor koos ajamiga, hammasrihm) olemasolevatele ustele              | 1 198,50                         | 1     | 1 198,50  |
| Šahtiuste katmine roostevabaterasega, ukseriputusrullide vahetus (1 korrus)        | 313,00                           | 1     | 313,00    |
| <b>Korrustel</b>   |                                  |       |           |
| Kutsepaneelide vahetus / roostevaba (1 korrus)                                     | 34,00                            | 9     | 306,00    |
| Lifti kabiini asukoha tabloo paigaldus - esimesel korrusel                         | 156,00                           | 1     | 156,00    |
| Šahtiuste piitade katmine roostevabastruktuurterasega (1. korrus)                  | 319,00                           | 1     | 319,00    |
| <b>Muud tööd</b>   |                                  |       |           |
| Ajami, trosside, juhtkilbi ja kabiini seinte utiliseerimine                        |                                  |       |           |
| Lifti seadistamine ja reguleerimine  |                                  |       |           |
| Lifti esitamine Inspecta Estonia OÜ eksperdile eksploatatsiooniloa uuendamiseks    | 65,00                            | 1     | 65,00     |
|  | Kokku:                           | €     | 16 796,40 |
|  | <b>Pakkumine Teile:</b>          | €     | 15 788,62 |
|  | Käibemaks 20%:                   | €     | 3 157,72  |
|  | lifti uuendamise maksumus kokku: | €     | 18 946,34 |

Joonis L1.4 Hinnapakumine 4

**Ajam**

|                               |                   |   |                   |
|-------------------------------|-------------------|---|-------------------|
| Ajam 9 korrust 0,71 m/s 320kg | 3 694,00 €        | 1 | 3 694,00 €        |
| Koormusmõõteseade trossidele  | 547,00 €          | 1 | 547,00 €          |
| Kiiruspiiraja                 | 458,00 €          | 1 | 458,00 €          |
|                               | <b>Ajam kokku</b> |   | <b>4 699,00 €</b> |

**Juhtimine**

|                         |                        |   |                   |
|-------------------------|------------------------|---|-------------------|
| Juhtimise vahetus       | 8 303,00 €             | 1 | 8 303,00 €        |
| Tehnokontroll juhtimine | 63,00 €                | 1 | 63,00 €           |
| Ukseajam                | 985,00 €               | 1 | 985,00 €          |
| Fotosilm                | 185,00 €               | 1 | 185,00 €          |
|                         | <b>Juhtimine kokku</b> |   | <b>9 536,00 €</b> |

**Kabiin**

|                                  |                     |   |                   |
|----------------------------------|---------------------|---|-------------------|
| Kabiini renoveerimine laminaat   | 1 975,00 €          | 1 | 1 975,00 €        |
| Kabiini renoveerimine roostevaba | 2 253,00 €          | 0 | 0,00 €            |
| Peepli paigaldus                 | 58,00 €             | 1 | 58,00 €           |
| Käsipuu paigaldus                | 89,00 €             | 1 | 89,00 €           |
|                                  | <b>Kabiin kokku</b> |   | <b>2 122,00 €</b> |

**Uksed**

|                         |                    |   |                 |
|-------------------------|--------------------|---|-----------------|
| Sahtiuste renoveerimine | 388,00 €           | 1 | 388,00 €        |
|                         | <b>Uksed kokku</b> |   | <b>388,00 €</b> |

---

**Mustamäe tee 149 kokku** **16 745,00 €**

**Kõik kokku** **16 745,00 €**

**Soodustus** **1 295,00 €**

**Summa ikm** **15 450,00 €**

**Käibemaks** **3 090,00 €**

**Summa kkm** **18 540,00 €**

Joonis L1.5 Hinnapakkumine 5