

Tartu Ülikool
Matemaatika-informaatikateaduskond
Arvutiteaduse instituut
Infotehnoloogia eriala

REAALAJASÜSTEEMI NÕUDED JA DISAIN:
Liftisüsteem

Teostaja: Allar Vallaots
Teostaja: Reimo Rebane
Juhendaja: Aivo Reinart

Tartu 2009

Sisukord

Nõuded	3
1. Sissejuhatus.....	3
1.1 Eesmärk.....	3
1.2 Ulatus	3
1.3 Mõisted, lühendid.....	3
2. Üldkirjeldus.....	3
2.1 Üldine süsteemi skeem.....	3
2.2 Süsteemi kasutajad	4
3. Spetsiifilised nõuded	4
3.1 Kasutuslugude üldskeem.....	4
3.2 Klassid/Objektid	5
3.3 Kasutusjuhtumid	5
3.4 Funktsionaalsed nõuded	9
3.5 Reaalajalised nõuded	11
Disain.....	12
1. Sissejuhatus.....	12
2. Üldkirjeldus.....	12
3. Disaini kirjeldus	12
3.1 Klassid/objektid	12
3.2 Ajaliste seoste analüüs.....	14
3.3 Jõudlustesti korraldamise plaan.....	15

Nõuded

1. Sissejuhatus

1.1 Eesmärk

Selle dokumendi eesmärk on kirjeldada ära liftisüsteem. Antud dokumendis on palju kasutatud UML skeeme, nende lihtsuse ja arusaadavuse põhjendusel. Kirjeldatakse ära liftisüsteemi nõuded ning disain. Riistvaraline pool jäetakse spetsiifiliselt kirjeldamata.

1.2 Ulatus

Liftisüsteem vastutab inimeste vedamise eest hoones. Samuti on liftisüsteem tihtipeale ainukeseks võimalikuks vahendiks ratastoolis inimesel korrustevaheliseks liiklemiseks. Disainitud liftisüsteem peab vastama üldistele hoonele kehtivatele standarditele (nt. tuleohutusstandardid). Süsteemile on peab olema sisse ehitatud ohtlike olukordadega toimetuleku mehhanismid.

1.3 Mõisted, lühendid

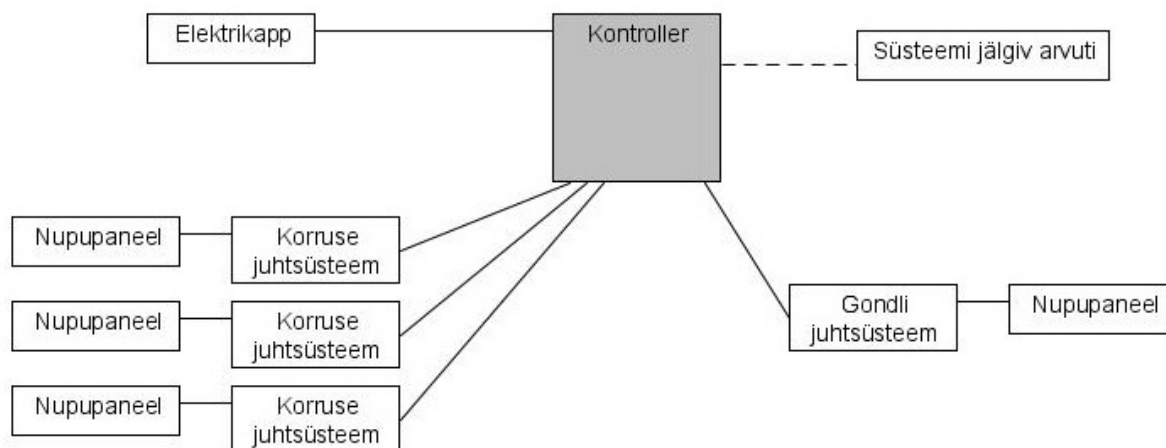
Gondel – Liftisüsteemi reisijaid vedav osa (inglise k. *car*).

Kutsung – Reisija nupuvajutus suvalisel korrusel, millega saadetakse gondlile teade, et antud korrusel soovitakse gondli peatumist (inglise k. *call*).

Hädaolukorra nupp – Reisijal on gondlis võimalik hädaolukordade juhul vajutada nuppu, et abi kutsuda (inglise k. *bell button*).

2. Üldkirjeldus

2.1 Üldine süsteemi skeem



2.2 Süsteemi kasutajad

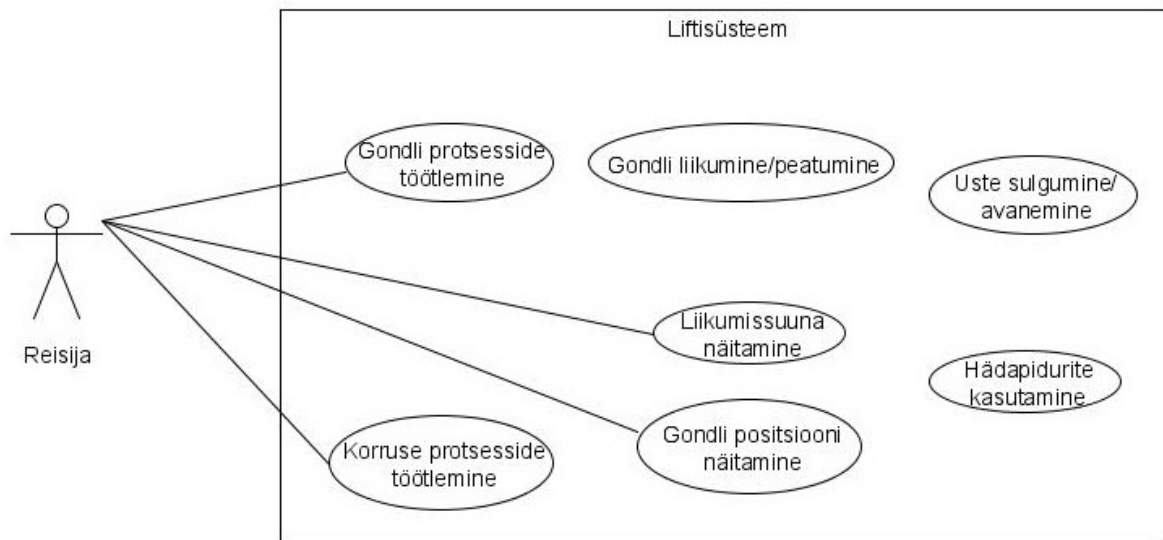
Reisijad – Reisid on kõik antud liftisüsteemiga liiklejad.

Liftisüsteemi hooldajad – Oma ala ekspedid. Teostavad regulaarset süsteemi hooldust ning rikete kõrvaldamit. Ligipääs kogu riistvarale ning tarkvrale.

Liftisüsteemi operaator – võimalik lisada liftisüsteemi jälgiv arvutiseade.

3. Spetsiifilised nõuded

3.1 Kasutuslugude üldskeem



Gondli protsesside töötlemine: See kasutusjuhtum sisaldab mitut erinevat juhtumit. Juhtumite hulgas on reisija nupuvajutuste vastu võtmine, numbrinäitude sisse/välja lülitamine, nupuvajutuste salvestamine jms.

Korruse protsesside töötlemine: Sarnante lifti gondli protsessidega. Selle protsessi ülesandeks on vastu võtta igalt korruselt tulevaid nupu vajutusi ning sellele vastavalt indikaatori tule sisse ning välja lülitamine, ning nupuvajutuste registreerimine.

Gondli liikumine/peatumine: Lifti peamine funktsioon. Liikumiskiiruse määramine, peatumise otsustamine, gondli edasise liikumise suund.

Liikumissuuna määramine: Süsteem peaks näitama reisijale lifti liikumise suunda, et reisija saaks otsustada, kas ta parasjagu tahab lifti kasutada või mitte.

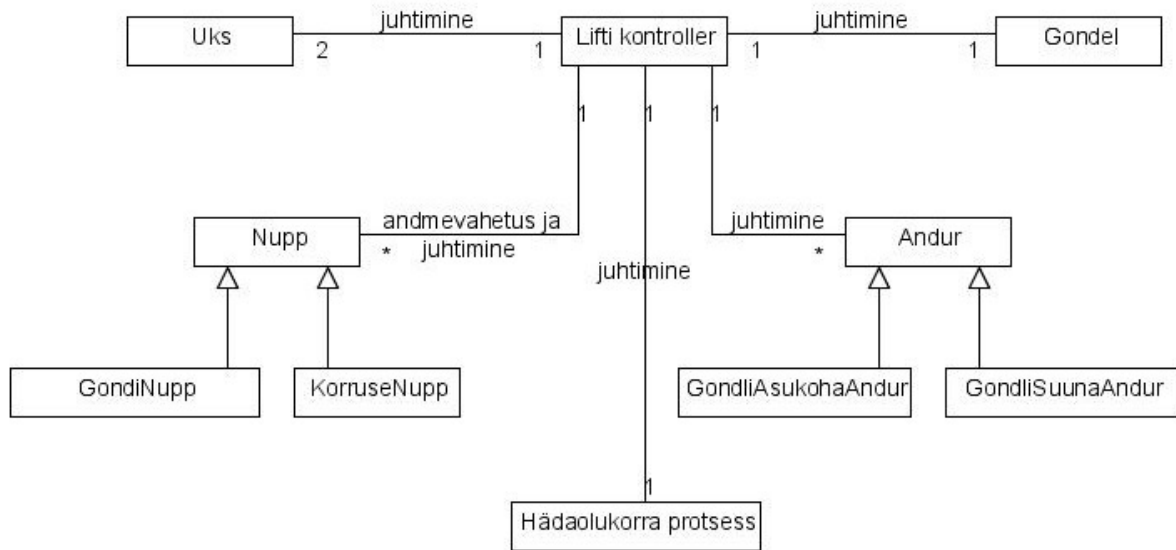
Gondli positsiooni näitamine: Süsteem peaks näitama, kas reisija on jõudnud soovitud korrusele või mitte.

Uste avamine/sulgumine: Lift peaks olema suuteline sulgeda ning avada reisija jaoks uksi. Samuti peaks olema võimalik reisijal vahele segada.

Hädajuhtumid (hädapidurite kasutamine): Liftisüsteemil on ohutusmehhanism, mis hoiab ära ohtlike olukordade tekke.

Ainus otsustaja liftisüsteemis on reisija. Inimene suhtleb otse liftisüsteemiga, tehes otsuseid. Kas siis gondlis või mõnel korrusel. Reisija lisaks otsustab, kas soovib lifti siseneda või väljuda ning soovib näha, mida lift parasjagu teeb.

3.2 Klassid/Objektid



Uks: Gondli ja korruse ustega seotud protsessid.

Gondel: Gondli liikumisega seotud protsessid

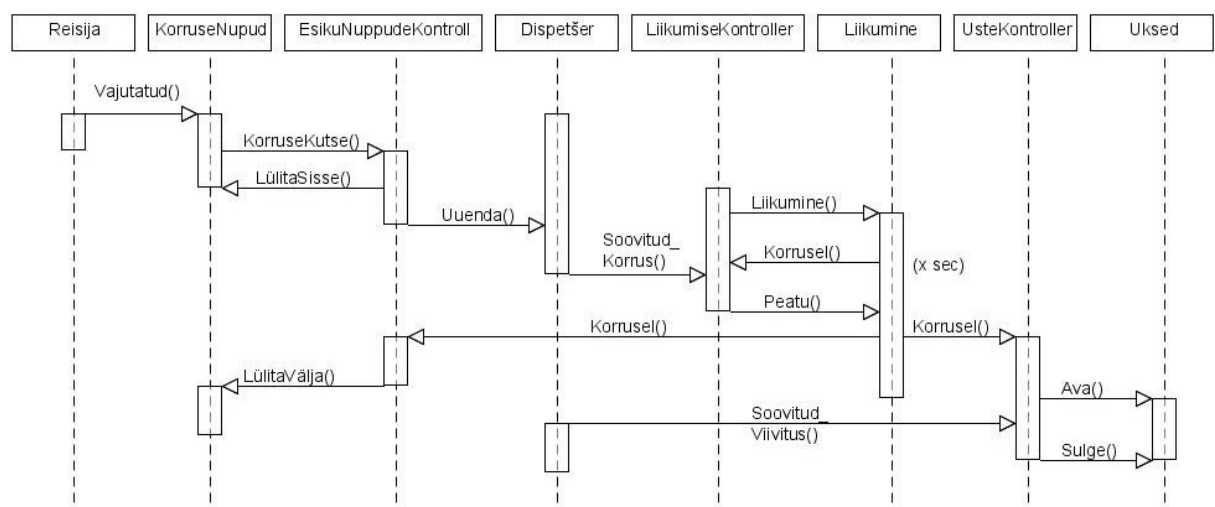
Nupp: Nupuvajutustega seotud protsessid (korruse nupuvajutused ning gondli enda nupuvajutused eraldi).

Andur: Gondli asukoha ja liikumissuuna andurite protsessid.

Hädaolukorra protsess: Töötleb hädaolukorra protsesse.

3.3 Kasutusjuhtumid

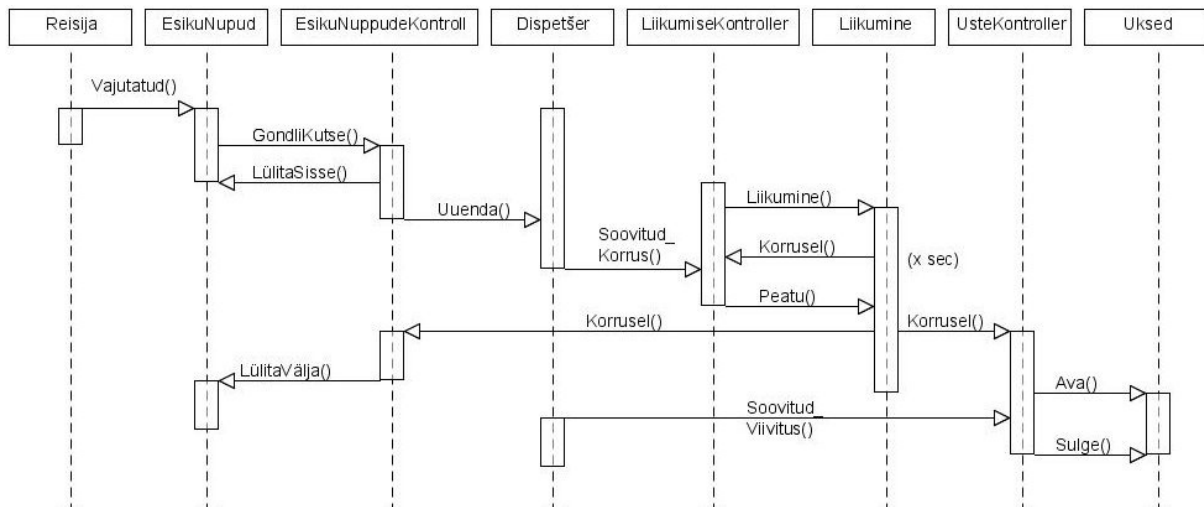
3.3.1 Esiku käskude kontrollimine



Selle kasutusjuhu puhul on kaks võimalust: Kui reisija vajutab eesruumis nuppu siis kas lift liigub parasjagu sinna suunda, kus on reisija või hoopis teise suunda. Mõlemal juhul

on võimalik kasutada sama diagrammi, ainuke erinevus nende juhtude puhul on aeg millal reisija saab lifti astuda ($x \text{ sec}$).

3.3.2 Gondli käskude kontrollimine

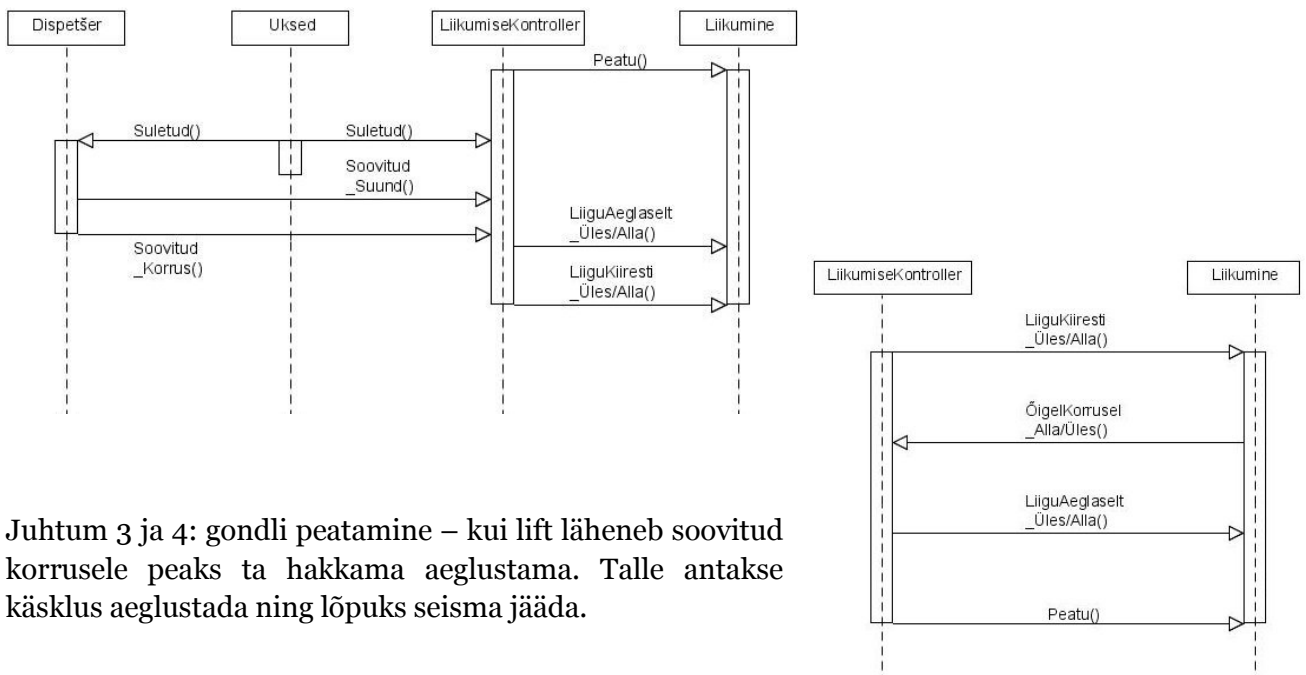


Selle kasutusjuhu puhul on taas kaks võimalust. Reisija astub lifti ning valib korruse. Reisija tahab liikuda kas ülemistele korrustele või alumistele korrustele. Sõltuvalt lifti hetkeliikumisest võib reisija pääseda soovitud korrusele, kui lift liigub soovitud korrusest mööda või kui lift „pöörab end ringi“ ning sõidab tagasi.

3.3.3 Gondli liikumine/peatumine

Gondlile antakse käsk seisvast staatusest liikuma hakata. Soovitavad liikumisjuhised ning korrus sisestatakse gondlist ning gondel peaks hakkama liikuma kiirendades.

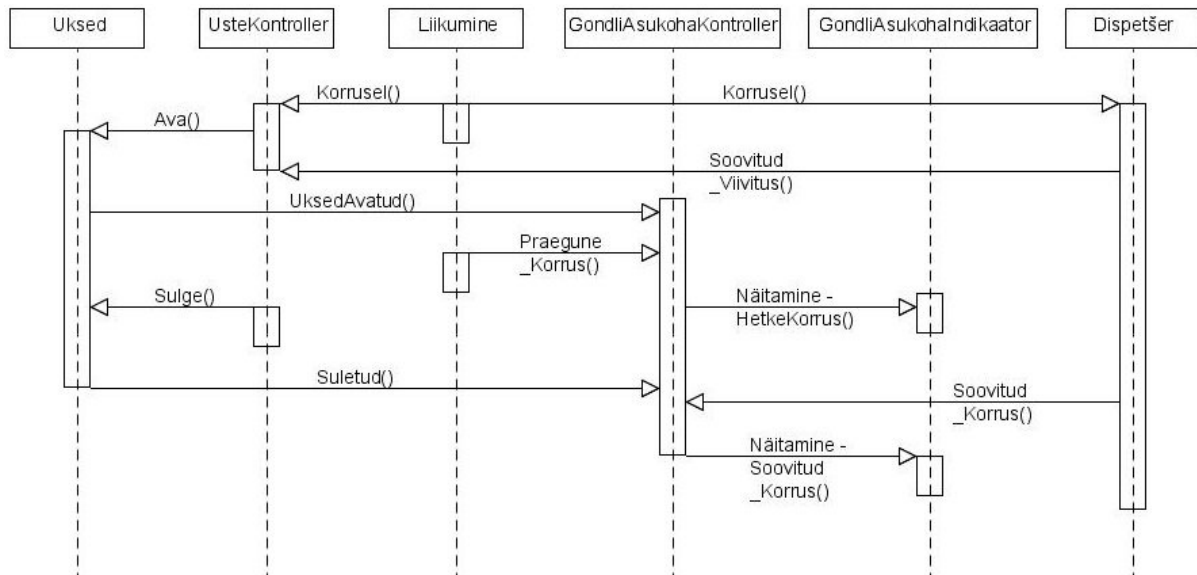
Juhtum-1 on üles liikumiseks ning juhtum 2 alla liikumiseks. Neid juhte saab esitada ühel graafikul:



Juhtum 3 ja 4: gondli peatamine – kui lift läheneb soovitud korrusele peaks ta hakkama aeglustama. Talle antakse käsklus aeglustada ning lõpuks seisma jääda.

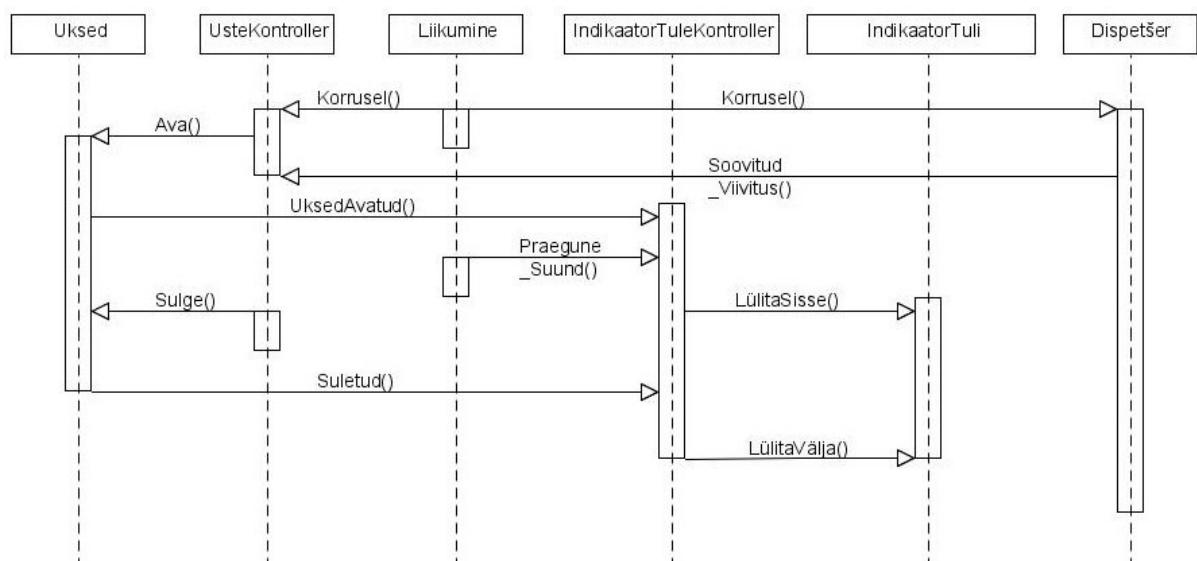
3.3.4 Gondli asukoha määramine

Juhtum-1: gondli asukoha näitamine: Mil iganes lifti ukseid on avatud siis *GondliAsukohaIndikaator* peaks põlema ning näitama millisel korrusel lift parasjagu asub.
Juhtum-2: gondli asukoha näitamise lõpetamine: Kui ukseid sulguvad, siis *GondliAsukohaIndikaator* peaks saama käskluse mille kohaselt näitab ta järgmist soovitud korrust.



3.3.5 Liikumissuuna näitamine

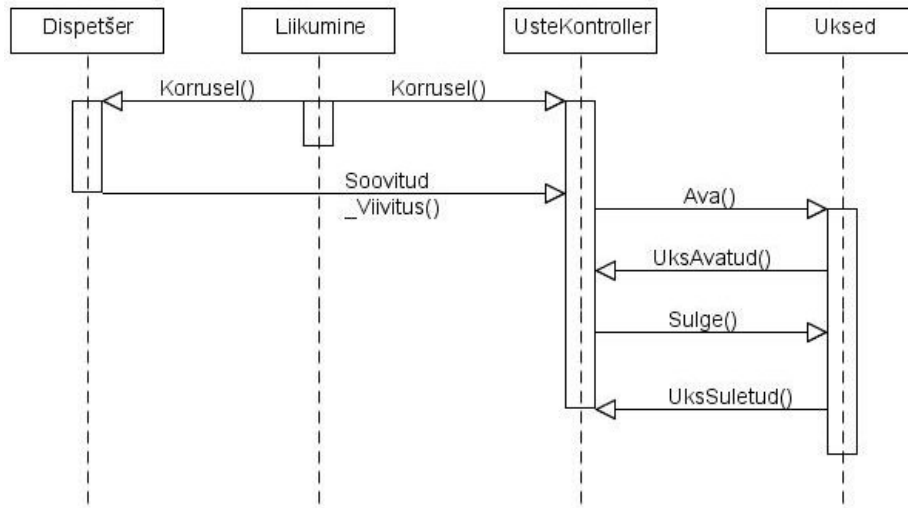
Juhtum-1: Liikumissuuna näitamine (liikumine üles) – Kui ukseid on avatud ning soovitud sõidusuund on ÜLES, siis ÜLES *IndikaatorTuli* põleb. Kui ukseid sulguvad, indikaator kustub.
Juhtum-2: Liikumissuuna näitamine (liikumine alla) - Kui ukseid on avatud ning soovitud sõidusuund on ALLA, siis ALLA *IndikaatorTuli* põleb. Kui ukseid sulguvad, indikaator kustub.



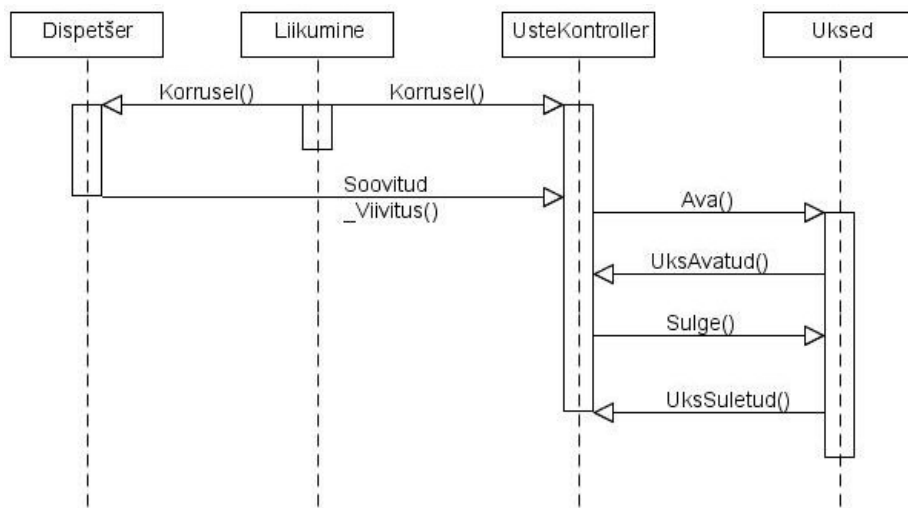
3.3.6 Uste sulgemine/avamine

Juhtum-1: Uste avamine - Kui gondel peatub mingil korrusel, siis ukseid peaksid mingiks ajaks avanema (*Soovitud_Viivitus()*), et reisijad saaksid siseneda.

Juhtum-2: Uste sulgumine – Pärast seda, kui ukseid on mingi aja lahti olnud (*UksedAvatud()*), ukseid peaksid sulguma, et gondel saaks liikuda edasi.



Juhtum-3: Uste uuestiavamine – kui ukseid sulguvad, kuid ei ole veel täielikult sulgunud ning kui on inimesi, kes sooviva veel gondlisse siseneda, peaksid ukseid uuesti uueks ajaperioodiks avanema ja siis sulguma.



3.3.7 Hädajuhtum

Hädajuhtumiteks on kuus erinevat juhtumit:

Juhtum-1: Gondlile antakse käsk mingil korrusel seisma jääda, aga ta ei jää õigel korrusel seisma. Rakendatakse hädapidurit.

Juhtum-2: Gondlile antakse käsk liikumiseks, kuid liikumist ei hakka toimuma. Rakendatakse hädapidurit.

Juhtum-3: Ustele antakse käsklus avaneda, kui gondel peatub, kuid ukseid jäävad suletuks. Rakendatakse hädaapidurit.

Juhtum-4: Uksed avanevad kui gondel alles liigub. Rakendatakse hädaapidurit.

Juhtum-5: Gondli piirkaal on ületatud. Rakendatakse hädaapidurit.

Juhtum-6: Reisijad sõidavad parajasti gondlis, kui ühtäkki puhkeb tulekahju. Hoone tuletõrjealarm saadab signaali lifti süsteemile, et see peatuks lähimal korrusel ning laseks reisijad maha.

3.4 Funktsionaalsed nõuded

2.3.1 Üldised funktsionaalsed nõuded

- Liftisüsteem peab vastu võtma reisijate soovid ning jagama tagasisidet.
- Liftisüsteem peab reisijaid vedama korruste vahel turvaliselt ning mugavalt.
 - Liftisüsteem peab gondleid juhtima tõhusalt.
 - Liftisüsteemile peab olema tagatud efektiivne hooldus ja remont.
- Liftisüsteem peab vastama kõigile tuleohutus- ja ohutus standarditele.
- Liftisüsteem peab olema piisavalt standardne, et seda oleks võimalik paigaldada erinevatesse hoonetesse.
- Liftisüsteemi eluiga peab olema vähemalt 25 aastat.
- Liftisüsteem peab järgima üldiseid ohutusnõudeid
 - Gondli ukseid ei tohi avaneda, kui lift ei ole õigel korrusel ning ei ole peatunud.
 - Korruse ukseid ei tohi avaneda, kui vastaval korrusel ei ole peatunud gondlit.
 - Gondel ei tohiks hakata liikuma enne, kui ukseid on korralikult sulgunud.
 - Kui reisijate kaal ületab ohutu piiri, ei tohi lift jätkata oma tavalist tööd kuni massi on vähendatud lubatud summa piiresse.
 - Kui kontrolleri leiab mingis liftisüsteemi elutähtsas komponendis vea, peab lift koheselt oma töö peatama.

2.3.2 Sisendite funktsionaalsus

2.3.2.1 Reisijad

- Liftisüsteem peab olema võimeline määrama reisijate kogukaalu 90% olukordadest.
- Liftisüsteem peab olema võimeline 99% olukordadest vastu võtma „üles“ ja „alla“ kutsungeid erinevatelt korrustelt.
- Liftisüsteem peab olema võimeline 99% olukordadest vastu võtma reisijate korruse valikuid gondlis

- Liftisüsteem peab olema võimeline 99% olukordadest vastu võtma signaale reisijatelt mis reguleerib gondli uste avamist/sulgemist.

2.3.2.2 Hoone

- Liftisüsteem peab olema võimeline 99% olukordadest vastu võtma hoone hädasignaale.
- Liftisüsteem peab olema võimeline 99% olukordadest vastu võtma kõiki hoone tuletõrjesignaale.

2.3.3 Väljundite funktsionaalsus

2.3.3.1 Reisijad (üldine funktsionaalsus)

- Liftisüsteem peab olema võimeline 99,99% olukordadest avama ja sulgema uksi igal valitud korrusel.
- Liftisüsteemi keskmine ooteaeg (ajainterval erinevate gondlite vahel) on alla 35 sekundi.
- Liftisüsteemi keskmine reisija vedamise aeg gondlist ei ole suurem kui 90 sekundit.
- Liftisüsteem peab toimima ka hoolduse ajal.
- Liftisüsteem peab tagama gondli kiirenduse ja aeglustuse nii, et see oleks reisijatele mugav.
- Liftisüsteemil peavad olema lisaväljapääsud juhuks, kui peamine väljapääs ei tööta.

2.3.3.2 Reisijad (süsteemi usaldusväarsus)

- Liftisüsteem peab tagama 99% olukordadest infot hädaolukordade kohta
- Liftisüsteem peab tagama 99% olukordadest info ootavale reisijale selle kohta et ta on edukalt gondli kutsunud.
- Liftisüsteem peab tagama 99% olukordadest info reisijale kui ta on sisestanud korruse soovi.
- Liftisüsteem peab tagama 99% olukordadest info reisijale, kes parajasti ootab, kus korrusel on lift ning kuhu suunda gondel liigub.
- Liftisüsteem peab tagama 99% olukordadest infot nii reisijatele, kui ka ootavatele reisijatele uste avanemise kohta.
- Liftisüsteem peab tagama 99% olukordadest infot nii gondlis reisijatele kui ootavatele reisijatele uste sulgumise kohta.
- Liftisüsteem peab tagama 99% olukordadest infot reisijatele teavitamiseks, missugusel korrusel gondel on peatunud.

- Liftisüsteem peab tagama 99% olukordadest info liikumise sellises juhul, kui reisija on vajutanud hädaolukorra nuppu.
- Liftisüsteem peab tagama 99% olukordadest infot tuletõrjesignaalist, kui see peaks hoones käivituma
- Liftisüsteem peab tagama 99% olukordadest teavitama, mil gondli kandevõime on ületatud.

2.3.3.3 Hoone

- Liftisüsteem peab tagama hädajuhtumi kommunikatsioonid 99% juhtudest, kui reisija on vajutanud hädaolukorra nuppu ning saatnud hädasignaali.

3.5 Reaalajalised nõuded

Liftisüsteem on ranges reaalajas töötav süsteem. Seega peavad olema mõningad punktid täidetud:

- Kosteaaeg on rangelt nõutud. Ning ei tohiks ühelgi juhul ületada kindlat piiri.
- Ohutus peab olema alati tagatud, kuna inimesed on tihedas suhtluses antud süsteemiga.
- Andmemahud antud süsteemis ei tohiks olla väga suured, hoides andmeedastuse võimalikult kiirena.
- Vigade avastamine peab olema automaatne ning kiire.

Sisendi ja väljund:

- Kõik nupud ja andurid genereerivad katkestuse s.t. on asünkroonsed sisestused.
- Nuppude tuled lülitatakse sisse riistvara poolt. Välja lülitamine toimub tarkvara poolt.
- SuunaIndikaatori on täielikult tarkvara poolt kontrollitud.

Nupud saadavad impulsi kui nuppu kauem kui 10ms peal hoida, impulsid saadetakse intervallidega 500ms. Andurid saadavad impulsse iga 500ms järel. See peaks olema piisav aeg, et piisavalt täpset informatsiooni saada, kuid mitte kontrolleri informatsiooniga üle kuhjata.

Disain

1. Sissejuhatus

Sissejuhatus asub nõuete dokumendi osas 1.

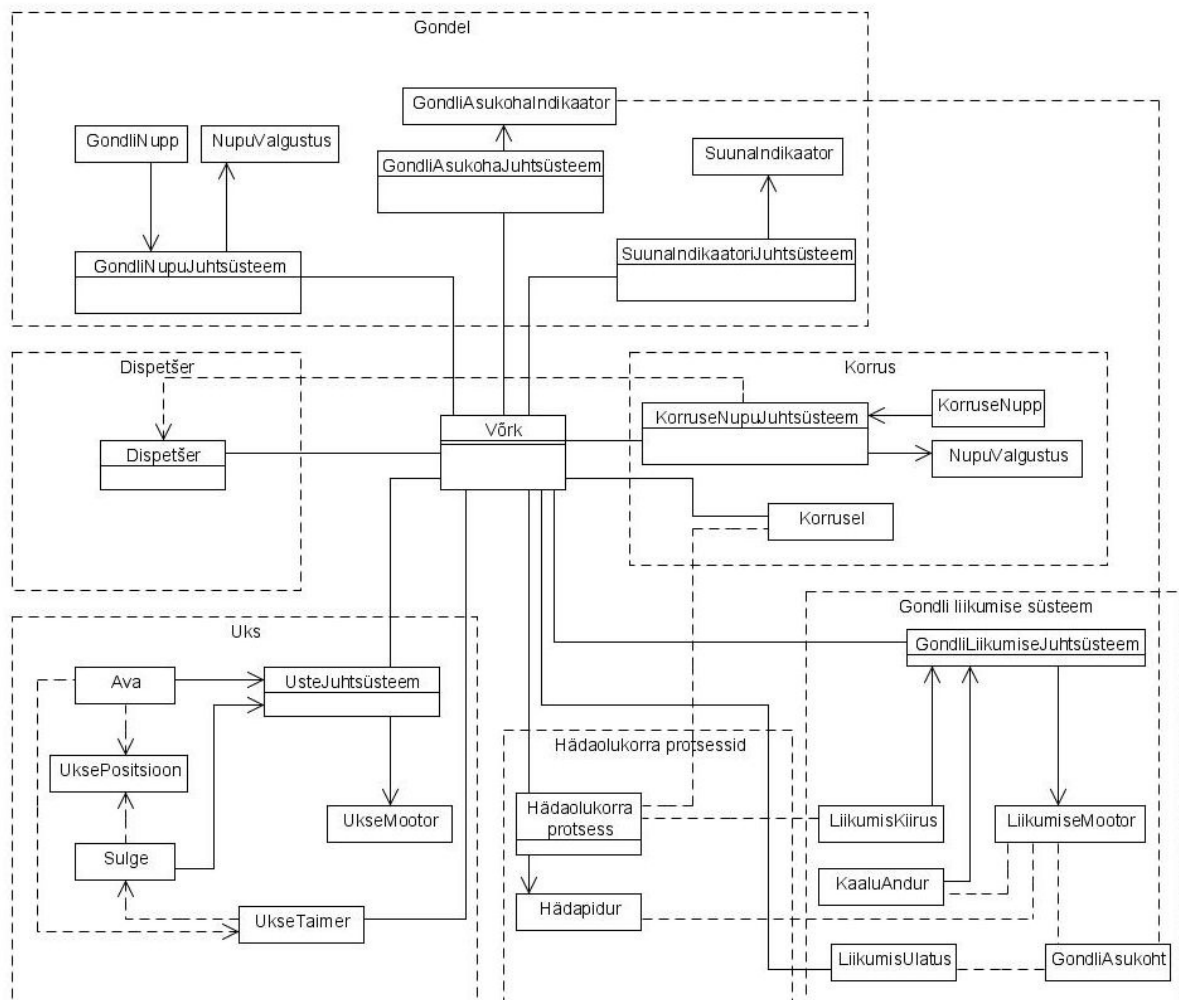
2. Üldkirjeldus

Üldkirjeldus asub nõuete dokumendi osas 2.

3. Disaini kirjeldus

3.1 Klassid/objektid

Diagramm on rohkem kirjeldatud kui nõuete osas ning näitab hästi üldist süsteemi ülesehitust.



UkseJuhtsüsteem: Kontrollib UkseMootorit. Ukse mootorile antakse käsklusi uste sulgemiseks, avamiseks ning taasavamiseks.

GondliLiikumiseJuhtsüsteem: Kontrollib gondli LiikumisMootorit. LiikumisMootor veab gondlit üles või alla ning peatub korrustel. Saab signaale KaaluAndurilt.

GondliAsukohaJuhtsüsteem: Kontrollib AsukohaIdikaatorit, mis tagastab gondli täpse asukoha.

SuunaindikaatoriJuhtsüsteem: Kontrollib SuunaIndikaatorit, mis näitab lifti liikumise suunda.

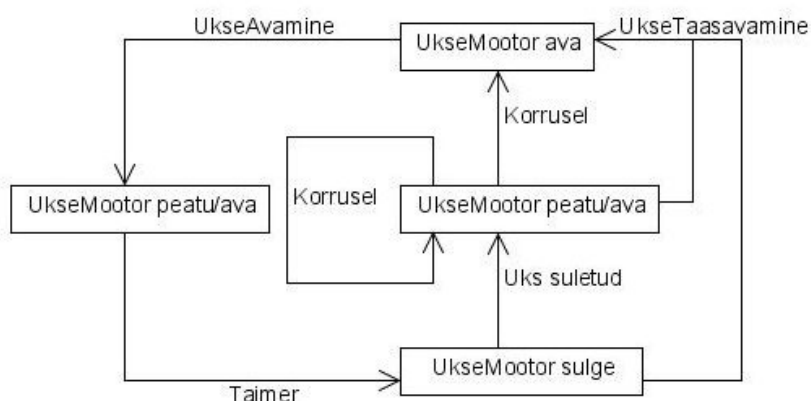
KorruseNupuJuhtsüsteem/GondliNupujuhtsüsteem: Kontrollivad vastava üksuse nupuvajutuste edastamist ning nupu valgustust.

Dispetšer: Igal gondlil on üks dispetšer. Otseselt ei kontrolli ühtegi lifti komponenti, kuid mille eesmärk on välja arvutada järgmine liikumise suund ja asukoht. Salvestab ka uste avamise ajad.

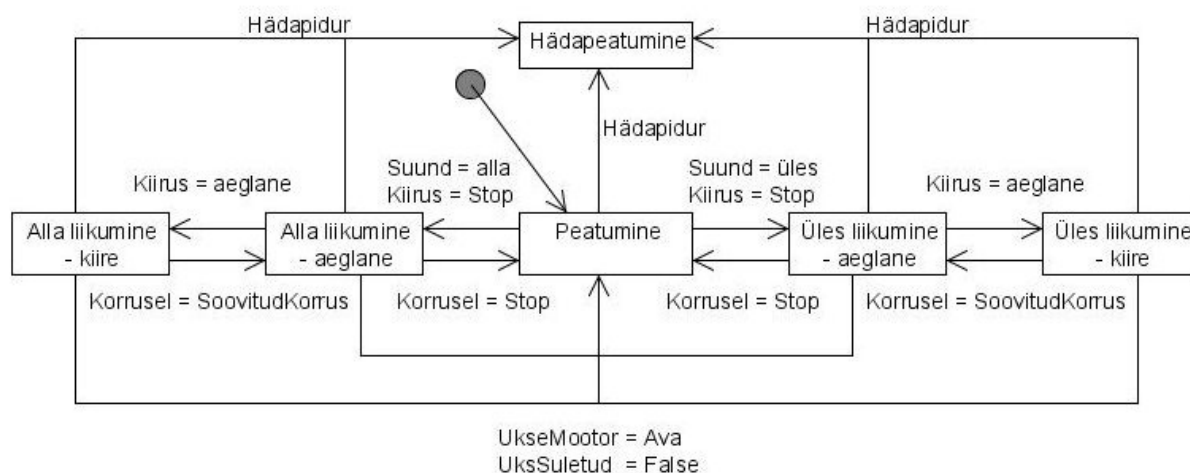
Hädaolukorra protsess: Lifti kontrollsüsteemist eraldiseisev klass. Kui hädaolukorrale vastavad tingimused on tõesed, käivitatakse hädapidurid.

3.2 Olekuskeemid

3.2.1 Uste juhtsüsteemi olekudiagramm

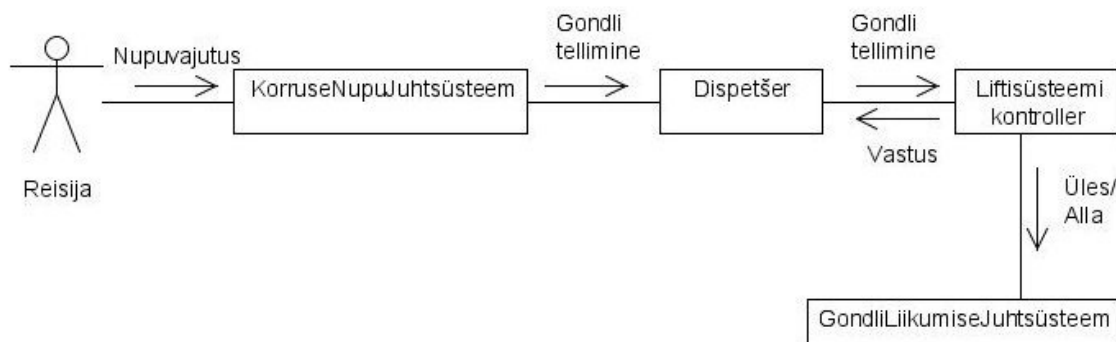


3.2.2 Liikumissüsteemi olekudiagramm

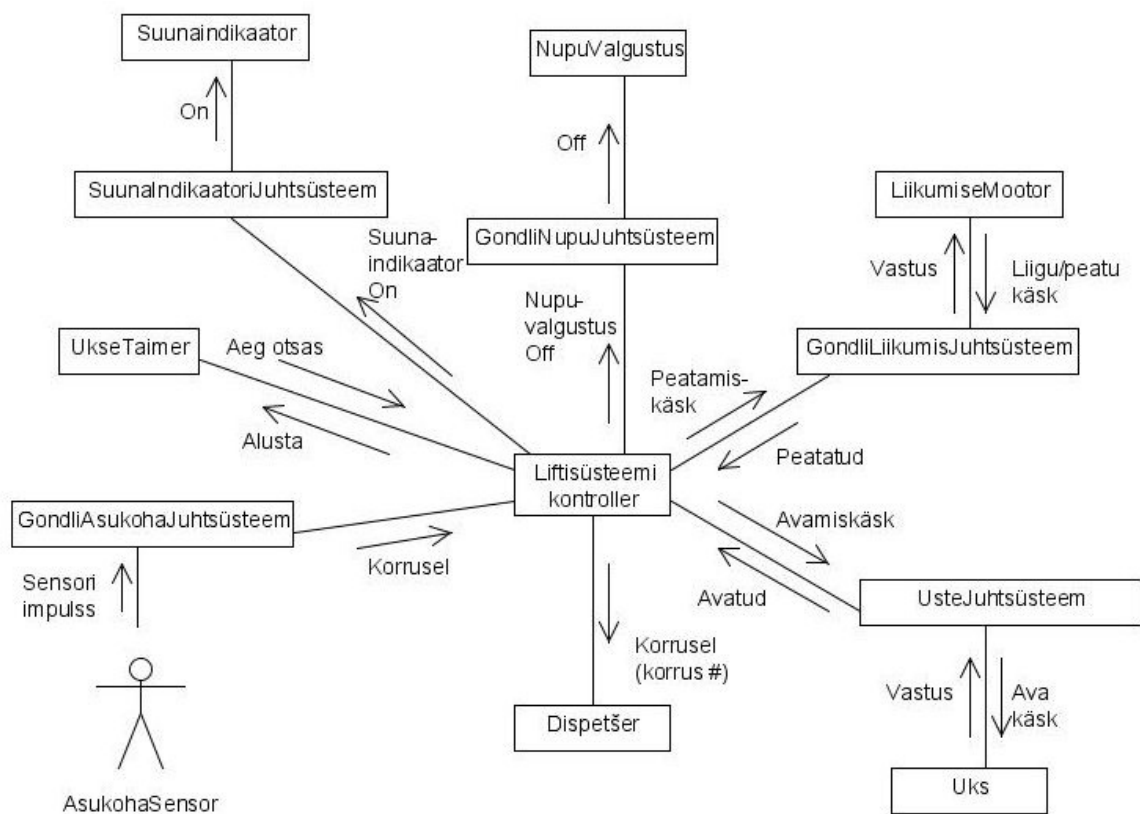


3.3 Koostööskeemid

3.3.1 Gondli kutsumise koostöödiagramm



3.3.2 Gondli korrusel peatumise koostöödiagramm



3.2 Ajaliste seoste analüüs

Halvima olukorra juhu juures peaks kontrollerrisse tulema igalt korruselt korruga kõikide nuppude vajutused (korruste arv * 2 - 2). Ning samal ajal ka gondli kõikide nuppude vajutused (korruste arv + 3). Kontrollor peab siis suutma kõiki neid kutsumisi töödelda ning võtma vastu vastavad otsused.

Võtame olukorra 6 korruselises hoones, kahe gondliga. Kui kontrolleri võtab ühe nupuvajutuse töötlemine aega 10ms, siis kokku läheb nupuvajutuste töötlemisele $19 * 10\text{ms} = 190\text{ms}$. Kuna meil on kaks gondlit siis $2 * 190\text{ms} = 380\text{ms}$. Kontrolleri „dispetšer“ töötab nende andmete põhjal välja gondlite järgmise liikumise plaani. Sellega lisandub ajale kuni 500ms. Kontroller, vastavalt „dispetšerilt“ saadud vastusele saadab signaalid laiali erinevatele seadmetele. Seadmed peamsid impulsid kätte saama vähem kui 100ms pärast. Võtame arvesse ka esialgse nuppude vajutusimpulsside jõudmise aja kontrolleriini (mitte rohkem kui 100ms). Kogu selle protsessi töötlemiseks läks aega $380\text{ms} + 500\text{ms} + 100\text{ms} + 100\text{ms} = 1080\text{ms}$.

Keskmine signaalide töötlemise protsess kontrolleri poolt peaks tulema palju väiksem. Antud reaajasüsteemi puhul on halvima juhu olukord aksepteeritav.

3.3 Jõudlustesti korraldamise plaan

Liftisüsteemi valideerimine toimub läbi demonstrotsioonide, inspeksioonide, analüüside ja simulatsioonide ning täppismõõtmiste. Tuleb läbi töötada kõik kasutusjuhud nii opereerimise kui hoolduse alal. Liftisüsteemi valideerimiseks kasutatakse antud liftisüsteemi prototüüpe, paigaldatakse need test-hoonetesse ning testitakse 3 kuud.

Täppismõõtmisteks kasutatakse vastavaid mõõtmisinstrumente. Testitakse erinevaid liftisüsteemi andureid, et veenduda nende täpsuses.

Simulatsiooniks kasutatakse kas vabavaralist liftisimulaatorit või luuakse vastav simulaator ise, kui olemasolevad programmid ei vasta soovitud tingimustele. Vabavaralise liftisimulaatorina võib kasutada näiteks ElevatorSim 0.4, mille võib leida aadressilt <http://sourceforge.net/projects/elevatorsim>.