



**EESTI MAAÜLIKOOL
TARTU TEHNIKAKOLLEDŽ**

Rain Pettai

**AUTOMATISEERITUD KAALUKODA TERAVILJALE
AUTOMATED WEIGHING CHAMBER FOR GRAIN**

Rakenduskõrghariduse lõputöö
Biotehniliste süsteemide õppekava

Juhendaja: lektor Taavi Leola, *MSc*

Tartu 2017

LÜHIKOKKUVÕTE

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaurusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Rain Pettai		Õppekava: Biotehnilised süsteemid	
Pealkiri: AUTOMATISEERITUD KAALUKODA TERAVILJALE			
Lehekülgi: 33	Jooniseid: 15	Tabeleid: 5	Lisasid: 5
Osakond: Tehnikainstituut Uurimisvaldkond: Juhendaja: lektor Taavi Leola, <i>MSc</i> Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2017			
Töö teema valisin, kuna ettevõttes kus ma praktikal olin on vana ja ebatäpne mehaaniline kaalukoda. Töö eesmärgiks on projekteerida uus kaalukoda mis on täielikult automatiseeritud ja kindlaks teha, kas see on ettevõttele majanduslikult tasuv. Projekteerisin kaalukoja hoone ja valisin sinna sisse kõige sobivama tehnika ja tarkvara kombinatsiooni. Arvutasin välja projekti maksumuse. Tulemuseks sain valmis kaalukoja projekti mis on realselt võimalik valmis teha suurema ettevõtte poolt.			
Märksõnad: automatiseeritud kaalukoda, teravili, niiskus			

ABSTRACT

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bachelor's Thesis	
Author: Rain Pettai		Speciality: Biosystem Engineering	
Title: AUTOMATED WEIGHING CHAMBER FOR GRAIN			
Pages: 33	Figures: 15	Tables: 5	Appendixes: 5
Department: Institute of Technology Field of research: Supervisor: lektor Taavi Leola, <i>MSc</i> Place and date: Tartu 2017			
I chose this topic because of the company where I was an intern, had a old and inaccurate weighing chamber for grain. In my work I designed a building which holds the necessary equipment for a completely automated weighing system. I calculated the cost the project to see if it would be financially viable option. I came to a conclusion that for a large company it is possible to build such a project and still be profitable.			
Keywords: automated weighing, chamber, grain, moisture			

SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE	2
ABSTRACT	3
SISSEJUHATUS	6
1.1 Üldiseloomustus.....	6
1.2 Olemasolev kaalukoda.....	7
2. TERAVILJA KORISTUSJÄRGNE KÄITLEMINE.....	8
2.1 Teravilja käitlemise etapid.....	8
2.2 Teravilja kvaliteedi määramine.....	9
2.4 Eesti kaalukojad.....	9
3. TERAVILJA KAALUMINE	10
3.1 Automaatkaalumise üldpõhimõtted	10
3.2 Kaalud	10
3.2.1 Teljakaal	11
3.2.2 Autokaal	11
3.2.3 Ülesõidukaal.....	13
3.3 Määravad parameetrid	15
3.3.1 1000 tera kuivaine massi määramine	15
3.3.2 Teravilja niiskuse arvutamine	15
3.3.3 Niiskuse automatproovivõtu sond.....	16
3.4 Tarkvara valikud.....	17
3.4.1 Tarvara Cultura Agris.....	17
3.4.2 Tarvara DTK LPR SDK.....	17
3.5 Tuvastusseade	18
4. TEHNOLOOGIA VALIK.....	19
4.2 TEHNOLOOGIAPLAAN	22
4.3 Majandusarvestus	23
4.3.1 Projekti hind.....	23
4.3.2 Ettevõtte kasumiaruanne.....	24
KOKKUVÕTE	26
Lisad	28
Lisa 1 Kaalukoja eestvaade	29

Lisa 2 Kaalukoja külgvaade	30
Lisa 3 Kaalukoja pealtvaade koos masinate asenditega	31
Lisa 4 Kaalukoja 3D vaade.....	32
Lisa 5. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks (avaldamise tähtajatu piirang) ning juhendaja(te) kinnitus töö kaitsmisele lubamise kohta	33

SISSEJUHATUS

Valisin sellise teema, kuna ettevõttes, kus ma praktiliselt olin kasutati juba oma aja ära elanud mehaanilist kaalu. Sealsel kaalul puudub piisav täpsus, et kaaluda teravilja müügiks või ostuks. Ainuke ülesanne mida selle kaaluga täita sai oli teha ülevaade inventuurist, et teada ligikaudne kogus kui palju teravilja viiakse ladudesse ja kui palju sealt väljub. Sellise kaalukojaga probleemiks peale kaalu enda ebatäpsuse on ka veel lisaks see, et iga kaalumise käigus peab inimene käsitsi kaalu sättima. See omakorda kulutab aga aega ja lisab omakorda ebatäpsust inimese poolt tekitatud kaalumise vigadest. Lisaks kaalumisele on kaalukojas ka veel vaja koheselt kirja panna vedava masina number, vedaja nimi, kus kohast koorem tuleb ja mis teraviljaga on tegemist ning ka kus kohta see koorem läheb. Mõnikord on veel lisaks vaja kontrollida teravilja niiskust.

Automatiseeritud kaalukoda peab saama hakkama kõikide nende andmete kogumisega ja andmebaasi salvestamisega. Lisaks peaks kaalukojas olema ka mingi indikaator koorma vedajale kus kohta koorem tuleb viia kuna mitte alati ei ole vedaja teadlik millisesse lattu ta koorma peab viima.

Käesoleva lõputöö eesmärgiks oli koostada plaan automatiseeritud kaalukojale mis suudab ilma inimese abita ära tunda sissetuleva masina, tuvastada missuguse koormaga on tegemist ehk kus kohast see tuleb, millise teravilja tüübiga on tegemist, kuhu see läheb ning samaaegselt kontrollides selle niiskust ja kaalu.

Eesmärgi saavutamiseks püstitasime järgmised ülesanded:

- teemakohase kirjanduse läbitöötamine;
- olemasoleva olukorra analüüsimine;
- erinevate kaalusüsteemide analüüsimine;
- sobivaima tehnoloogia valik ning tehnoloogiaprojekti koostamine.

1.1 Üldiseloomustus

Ettevõtte põhilised tegevusvaldkonnad [7] on õlikultuuride, teravilja- ja juurviljakasvatamine, piima ja liha tootmine, tõuveiste ja tõusigade kasvatamine, põllumajandus- ja autotransporditeenused, kaubandus ja toitlustamine. Ettevõttes on töötajaid 60. Haritavat maad on 2044 ha ja sellest teravilja tootmiseks kasutatakse 1000 ha. Enim kasvatatavad teraviljad on suvioder, suvinisu, talinisu ja talirukis, nendest kasumlikum oli talinisu.

1.2 Olemasolev kaalukoda

Praegu on antud ettevõttes kasutusel vana, oma aja ära elanud mehaaniline kaal. Kaal on pärit ajast millal majandite kaalud ja kaaluvihid olid riikliku kontrolli all [20]. Hetkel kasutusel oleval kaalul on selgelt näha kulumise jälgi ning sellega kaanevat ebatäpsust. Kuna kaalu platform on tehtud puidust mõjutab ka suurem vihma sadu kaalu näitu kuna see omastab hästi niiskust. Sellisel kaalul on palju vigasid, mistõttu ei saa seda kaalu kasutada muuks kui ligikaudse inventuuri tegemiseks. Hetkel kasutusel oleval mehaanilisel kaalu lubatud viga läheneb poolele tonnile, millele võib veel lisanduda mõõtja poolt tehtud mõõtmise vead. Lisaks on antud kaal on ka suht lühike, misstõttu tuleb enamus koormaid mõõta kaks korda. Masin ja haagise osa eraldi ja teha vastav arvutus, et saada ligikaudne kaal.

Kõik kaalukojas mõõdetu pannakse kirja paberile kaalu operaatori poolt. Kaaluja peab kirja panema auto numbri, vedaja nime, veetava toote nime, niiskuse, kuupäeva, kus kohast koorem tuleb ja kuhu läheb. Kõik see nõuab head tähelepanu ja liigselt aega. Ajakulule lisandub ka veel niiskuse mõõtmine, mida peab tegema käsitsi. Niiskuse proovi jaoks peab koormast võtma kannuga proovi ja selle mõõdu aparati panema. Niiskuse mõõtmiseks kasutatakse kannu kujulist aparati nimige multi-grain.



Joonis 1.1 Olemasolev kaalukoda



Joonis 1.2 Niiskuse mõõtur multi-grain

2. TERAVALJA KORISTUSJÄRGNE KÄITLEMINE

2.1 Teravilja käitlemise etapid

Peale teravilja koristamist tuleb vili viia eelsorteeri ja kuivatada veesisaldus 14% või alla selle. Eelsorteerimisega saab operatiivselt viljast kõrvaldada prahi, umbrohuseemned, varred, lehed jms, mis on viljast niiskemad ja suu-rendavad kuivatuskulusid. Umbrohuseemned võivad juba 24 tundi peale koristamist tõsta vilja niiskust 5% [24]. ELi määrus nr 1572/2006 sätestab sekkumiskokkuostu suurimaks lubatud niiskuseks nisule ja odrale 14,5%. ELi komisjoni määruse nr 824/2000 ja nr 1572/2006 nõuete järgi ei tohi katkiste terade hulk ületada 5%, prügilisandit olla mitte üle 3%. EVS 743:1998 (nisu) järgi on lubatud teralisandit, mille hulgas ka kidurad terad, kokku 5%; EVS 757:1998 (oder) järgi on lubatud peenteri mitte üle 5% ja umbrohuseemneid 1%. Peale sorteerimist ja kuivatis kuivatamist tuleb vili kaaluda inventuuri tegemiseks ja seejärel ladustada. Kõikide sammude vahel tuleb vilja kvaliteeti pidevalt kontrollida.

2.2 Teravilja kvaliteedi määramine

Esmane ja väga oluline protseduur vilja kvaliteedi määramisel on proovivõtt. Proov tuleb võtta nii, et see esindaks kogu teraviljapartii keskmist kvaliteeti. Kuna teravilja partiid ei ole homogeensed, tuleb võtta partii erinevatest osadest piisav arv pistelisi proove ja nendest kokku pandud koondproov hoolikalt segada. Proovivõtuks koormast kasutatakse spetsiaalset proovivõtuora, mis võimaldab pitselisi proove võtta viljamassi eri sügavusel asuvatest kihtidest. [20]

Proovivõtt on Eestis reguleeritud standarditega: EVS 780:2003 "TERAVILI, KAUNVILI JA JAHVATATUD TOOTED. Proovivõtt staatilistest kogustest" ja EVS 798:2003 "TERAVILI JA JAHVATATUD TERAVILJASAADUSED. Automaatproovivõtt."

Proovivõtt tule järgneb laboratoorne proovi analüüs.

2.4 Eesti kaalukojad

Hetkel on Eestis taludel üldkasutusel aegunud mehaanilised kaalukojad. Kasutatakse ka veokitele üldkasutuseks mõeldud elektroonilisi kaale. Puuduvad spetsialiseerunud automaatsed kaalumise kohad koos niiskuse mõõtjaga.

Uue kaalukoja projekteerimiseks pean ma välja valima selleks vajalikud komponendid. Koostan ka hoone joonise kuhu peavad ära mahtuma ja olema loogiliselt paigutatud välja valitud komponendid. Kuna minu plaan on koostada kaalukoda, mis ei vaja inimese abi. Pean valima välja elektroonilised vahendid mis üksteisega klapivad. Kaalukojas peaks olema sertifitseeritud kaal ja niiskusemõõtja mis suudavad andmeid saata arvutisse. Peab olema ka elektrooniline vahend mis tunneb ära mis masinaga on tegemist. Valima pean ka tarkvara, mis tagab komponentide vahelise suhtluse ja salvestab saadud andmed.

3. TERAVILJA KAALUMINE

3.1 Automaatkaalumise üldpõhimõtted

Kaalu automatiseerimine on alus paremale organiseerimisele, täpsusele ja efektiivsusele [21]. Kaalu automatiseerimine hõlmab endas arvutitega ja tarkvaraga ühendamist kaalu lähedal. See vähendab suurel määral operaatori töö koormust, stressi ja vigade arvu. Tarkvara ühendab kõik osad omavahel. Tarkvara kogub organiseerib ja töötleb kättesaadud andmeid vastavalt programmile. Hästi kirjutatud programm on kergesti arusaadav ja kasutajasõbralik. Elektroonilised teate tahvlid paigutatakse strateegilistesse kohtadesse, et veoki juhtidega suhelda ja neile juhiseid anda. Tekst tuleb tahvlile automaatselt ilma kaalu operaatori tegevuseta kui süsteem on masina ära tundnud kas magnet kiibi või numbrimärgi abil. Juht saab ekraanilt näha protsessi kulgemist ja koorma andmeid. Mõningad kaalud võivad lubada juhtidel masina viltu parkida mille tulemuseks ei saa õiget raskust kätte. Kui tegemist on sellise kaaluga kus on võimalik valesti peale sõita tuleb kasutada sensoreid mis jälgivad rehvide õiget asukohta. Kaamerad salvestavad kaalutud masinate numbrimärke ja nende juhte, et vajadusel seda kontrollida saaks.

3.2 Kaalud

Igal teraviljakasvatajal on vaja teada täpselt kui palju saaki ta on kasvatanud. Probleem seisneb täpsete ja piisava võimekusega kaalude kallis hinnas [22]. On olemas erinevaid masina kaalumiseks mõeldud kaale mis kõik on oma plusside ja miinustega. Olemas on teljekaalud, integreeritud koormakaalud, autokaalud ja ülesõidukaalud. Teljekaalud on kergesti transporditavad ja odavamad kui staatilised kaalud kuid vajavad iga kord ülesse seadmist ja kuna nad on kompaktsed siis ka täpsemat pealesõitmist. Integreeritud koormakaalud on integreeritud haagisesse. Sellised kaalud on kasutatavad vaid antud haagises, mis piirab nende kasutust. Autokaalud on kõige robustsemad ja suurema töömahuga kaalud. Neid kaale ei ole võimalik kergesti ühest kohast teise transportida kuna nad on üldjuhul ühes tükis laiuselt ja pikkuselt suuremad kui veok mis nende peale sõidab. Autokaalud on mõeldud täpseks ja usaldusväärseks raskemate koormate kaalumiseks. Ülesõidu kaal on staatiliselt paika pandud kaal mis kaalub masinal ühte telge korraga. Selline kaal on mõeldud soodsalt väiksemate koormuste kaalumiseks.

3.2.1 Teljekaal

Teljekaal AXW-45 [15] on väga kompaktne ja modulaarne. AXW-45 suudab kaaluda kuni 45 tonni velje kohta. Kuid antud kaal ei sobi projektile kuna on liiga väike ja masina kaalu peale sättimine oleks liiga tülikas. Oleks vaja kaalu mille pind on piisavalt suur kergeks pealesõiduks, suudab kaaluda vähemalt 100 tonni raskust ja on arvutiga ühendatav.



Joonis 3.1 Teljekaal AXW-45 [15]

3.2.2 Autokaal

Autokaal Survivor OTR [14] on NTEP atesteeritud ja suudab kaaluda kuni 122 tonni raskust koormat. Kaalu miinuseks on selle liigne suurus. Antud kaal ei ole modulaarne mis teeb transpordi väga kalliks ja võtab liiga palju ruumi. Vaja oleks kompaktsemat kaalu.



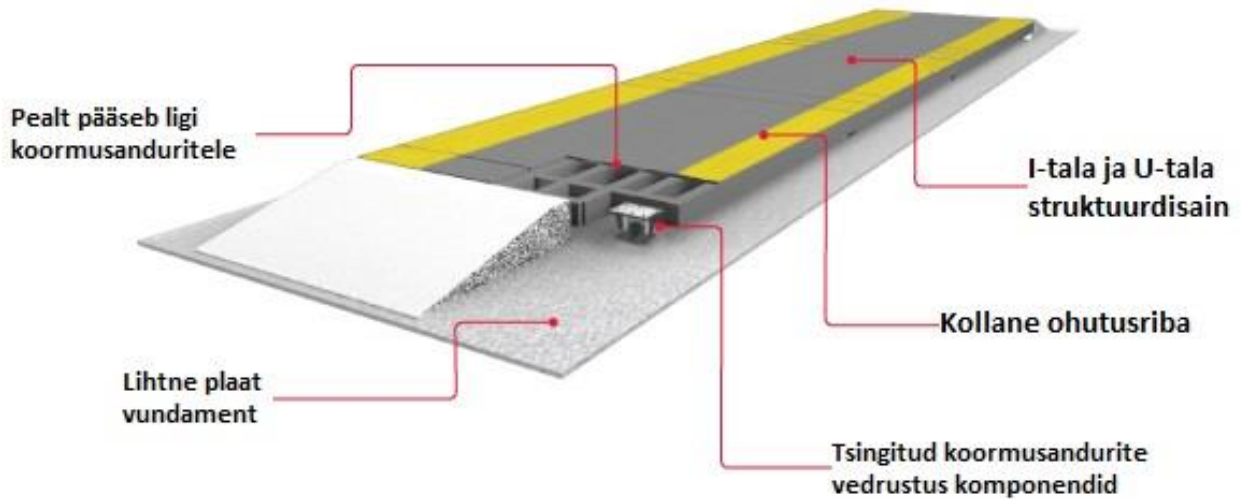
Joonis 3.2 Survivor OTR [14]

Autokaal Walz on standardne talu nõuetele vastav veokite kaal. Walz kaaluga saab kaaluda kuni 100 tonni raskust kormat. Saadaval on 3 kuni 4.26m laiusega kaalusid. Modulaarne ehitus teeb kaalu kokkupanemise kergeks, ei ole vaja kraanat. Kaal töötab koos tarkvaraga, mis salvestab andmed programmi ja lubab ka nendele ligipääsu läbi mobiili tarkvara. Walz kaalud on NTEP atesteeritud.

Valisin selle kaalu kuna on oma omaduste ja hinna poolest kõige sobivam valik. Kvaliteedi ja hinna suhe on ideaalne.

Valisin välja 3,6 m laiuse ja 22 m pikkuse kaalu, et erinevat tüüpi masinate peale mahtumisega ei tekiks probleeme. Kaalu maksumus on \$32000 [1].

Standard haagise laius on 2,45m ja pikkus 13,6m [2].



Joonis 3.3 Autokaal Walz [1]

3.2.3 Ülesõidukaal

Kaaluplatvormi suurus on optimeeritud põllumajanduslikele rattasuurustele. Integreeritud turvakiired tunnevad ära erinevad teljevahed ja ratta mõõtmed. Kaal on vaja integreerida arvutiga. Sõidukid kaalutakse ülesõidul traktoritega 3 kuni 5 km/h ja veokitega 5 kuni 7 km/h. Kaal on suuteline kaaluma kuni 15 tonni telje kohta. Kaalu platform on 100 x 320 cm [23]. Antud kaal on küll soodne valik kuid ei sobiks kaalukotta kuna on suuteline kaaluma vaid 15 tonni telje kohta.



Joonis 3.4 Ülesõidukaal paigutatult [23]



Joonis 3.5 Ülesõidkuaal [23]

3.3 Määravad parameetrid

3.3.1 1000 tera kuivaine massi määramine

1000 tera mass tegeliku niiskusesisalduse juures m_1 grammides saadakse valemiga [18]:

$$m_1 = \frac{m_t * 1000}{N} \quad (4.2.1)$$

Kus

m_t on katsekoguses olevate tervete terade mass grammides;

N on katsekoguses olevate tervete terade arv.

1000 tera massi ümberarvestatult kuivainele

$$m_0 = \frac{m_1 * (100 - w_{H_2O})}{100} \quad (4.2.2)$$

Kus

m_1 on 1000 tera mass terade tegeliku niiskusesisalduse juures grammides;

w_{H_2O} on terade niiskusesisaldus protsentides.

3.3.2 Teravilja niiskuse arvutamine

Teravilja niiskuseks nimetatakse temas sisalduvat veehulka protsentides teravilja kaalust. [19]

Teravilja niiskust võib arvutada:

1) protsentides niiske teravilja kaalust:

$$w = 100 \frac{W}{G} \% \quad (7.1.1.)$$

2) protsentides teravilja kuivaine kaalust:

$$w_k = 100 \frac{W}{G_k} \% \quad (7.1.2.)$$

Kus

W on teraviljas oleva vee kaal, kg;

G on niiske vilja kaal, kg;

G_k on niiske vilja kuivaine kaal, kg.

3.3.3 Niiskuse automaatproovivõtu sond

Automaatproovivõtu eesmärgiks on saada proov, mis näitab partii niiskuse sisalduse protsendi. Paigaldatud, vastavalt reguleeritud tööle ja seatud mehaaniline proovivõtuseade võtab partiist ilma inimese abita automaatselt pistelisi proove või proovide seeriaid võetakse pidevalt või vahelduvalt ja korduvalt. [17]

Toru-proovivõtjat kasutades tuleb see paigaldada 4 m raadiusse kaaluseadme, salve või koppelevaatori esiotsast või pneumotästuki tsükloni väljavoolu punkti suhtes nii, et viljajoa suurim liikumiskiirus ei põhjustaks vilja vigastumist. Toru kalle ei tohi olla alla 35° horisontaaltasandist. [17]

3.4 Tarkvara valikud

3.4.1 Tarkvara Cultura Agris

Cultura [3] on tarkvara platvorm mis võimaldab ühendada kaalukojas olevad masinad andmekogudega. Programm salvestab ja kombineerib andmed erinevatest sisenditest kaalukojas. Esialgse disaini järgi tunneb programm individuaalse masina ära kiipkaardi abil, aga on võimalik ka integreerida numbrimärgi lugemise ja ära tundmise programmiga (DTK LPR SDK) [4], mis teeb toimingu omakorda veelgi lihtsamaks.

Kui programm on ära tundnud sissetuleva masina numbrimärgi, salvestab ta kaalult ja sondilt saadud andmed. Andmeid on võimalik vaadata reaalajas läbi interneti nii arvutiga kui ka mobiiliga.

Programm on ka suuteline väljundina näitama ekraanil juhile eelnevalt ette määratud suuna koodi, mille abil ta õigesse kohta oskaks sõita.

Valisin selle programmi, kuna võrreldes teiste valikutega mis ma leidsin oli just see kõige paremate funktsioonidega.

3.4.2 Tarkvara DTK LPR SDK

DTK LPR SDK [4], on baas komponent mille abil saab integreerida igasse programmi kaamera pildist numbrimärgi ära tundmise. Tarkvara tööle saamiseks on vaja kaamerat, mis on piisavalt hea resolutsiooniga, et tuvastada numbrimärgil tähed ja numbrid vajalikul kauguselt.

See SDK (tarkvaraarendus komplekt) on kergesti integreeritav ja ei vaja palju programmeerimise kogemust.

3.5 Tuvastusseade

Vaja läheb kahte kaamerat, mõlemale poole hoonet, sisenemise ja väljumise juurde. Kaamera valikul on vaja silmas pidada resolutsiooni ja kaamera ilmakindlust. Resolutsioon peab olema piisav, et programm suudaks numbrimärgi piisaval kaugusel tuvastada.

Sobib Hikvision DS-2CD2642FWD-IZ [6] kaamera. See kaamera on võimeline saatma 4 megapikslist pilti läbi interneti.

Valisin selle kaamera kuna sellel on piisav resolutsioon, ilmakindlus ja õige ühendusviis.



Joonis 3.1 IP kaamera DS-2CD2642FWD-IZ [6]

4. TEHNOLOOGIA VALIK

Proovivõtusond Stork 440 Rail [16] on rööpal liikuv proovivõtu robotkäsi. See on suur ja võimeline veoautode koormatest teravilja proovi võtmise sond. Stork 440 on juhitav puldiga. Koos alusega ulatub see sond 5,1 meetri kõrgusele ja on 7,8 meetrit pikk. Heaks teeb selle sondi tema liikuvus kuid sellega kaasneb ka suur ruumi vajadus. See sond ei ole ideaalne valik kuna tegemist on küllaltki suure aluse peal oleva sondiga. Komplekt võtaks ära liiga palju ruumi.

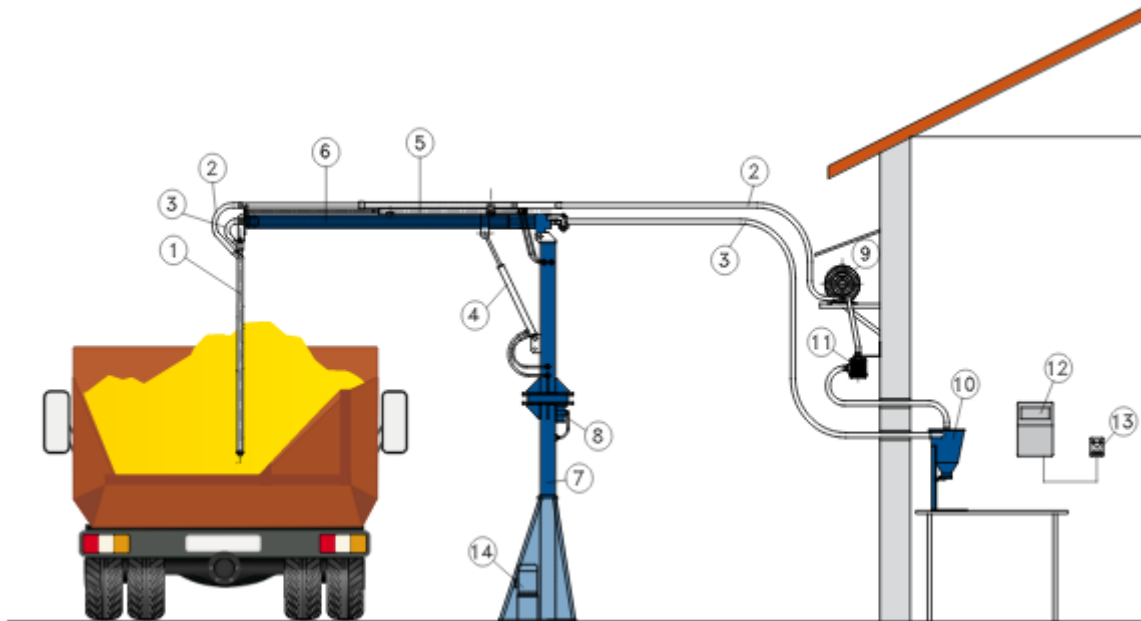


Joonis 4.1 Rööpal liikuv proovivõtusond Stork 440 Rail [16]

Valisin Stork 440 Classic [12] sondi. Stork 440 Classic on kergesti paigaldatav täis automaatne sond mis võimaldab võtta vilja koormast niiskuse proovi. Saab kasutada nii manuaalselt kui ka programmeerida etta näidatud asukohad kuhu sond ise liigub. Sondil on integreeritud surve andur mis tagab tehnika ja inimeste ohutuse. Ei avalda liigset survet mis võib põhjustada koormakatte või sondi enda kahjustusi. Sondi liikuvus kaitseb seda kahjustuste eest mis võivad esineda kui veok hakkab liikuma enne kui sond on koormast välja võetud. Sond suudab liikuda 350 kraadi ja hüdrauliline võimsus on 1,5 KW.

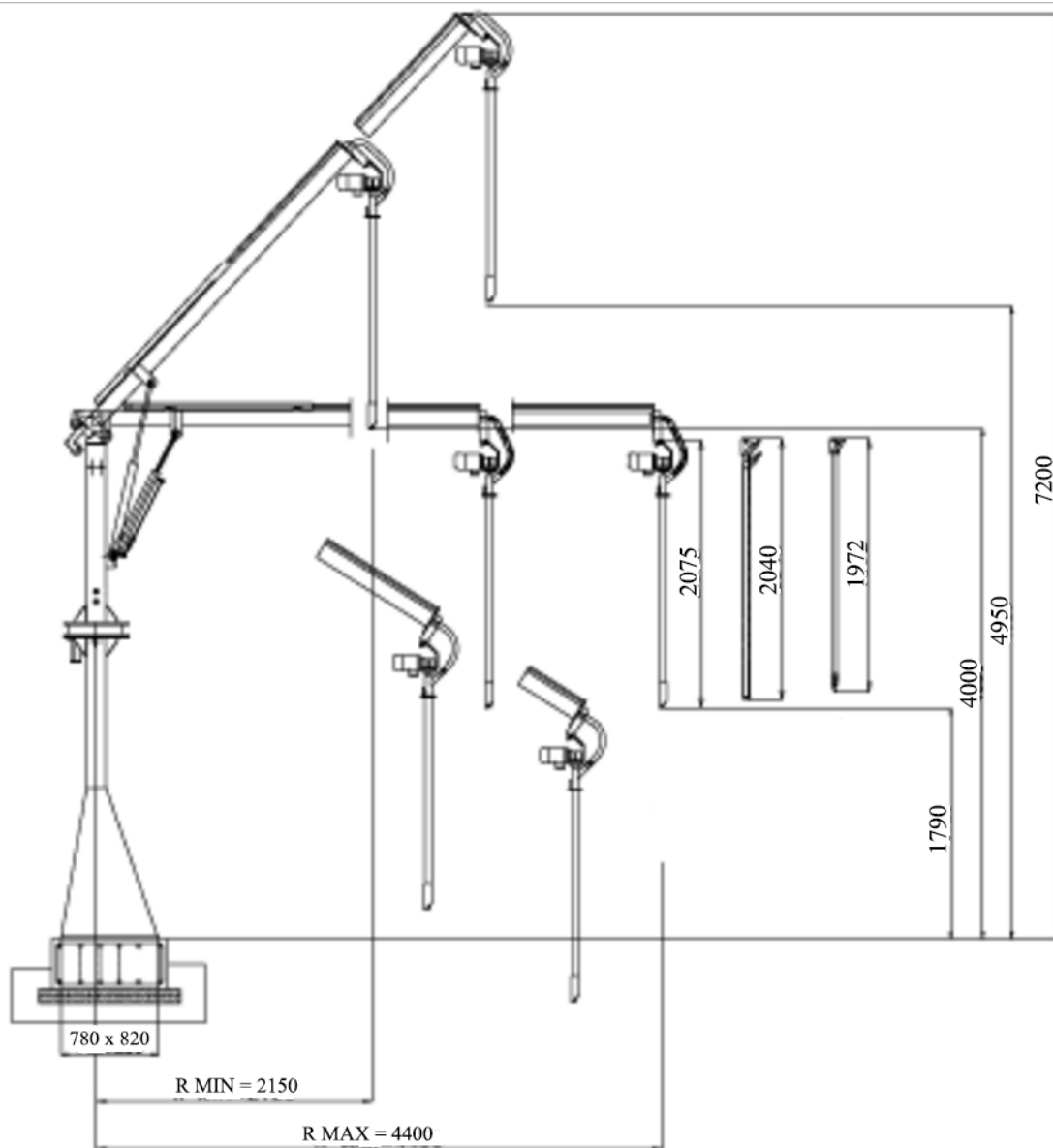
Oleks sobinud ka Grain Systems [12] ja Chief CS90 Grain Probe[5].

Valisin selle sondi kuna sellel on olemas nii puldiga juhtimise võimalus kui ka automaatne proovi võtmine. Selliseid on samalaadseid ka teiste firmade poolt, kuid paremaid ma ka ei leidnud. Otsustavaks faktoriks jääb hetke hind.



Joonis 4.2 Proovivõtusond Stork 440 Classic standardpaigutus [12]. 1. INOX TERAS AISI 304 Sond, 2. Õhutoite tuub, 3. Imitoru, 4. HYD silinder, 5. HYD silinder, 6. Teleskoophaara, 7. Põhitala, 8. Pöördlaager, 9. Imur, 10. Tarne salv, 11. Filter, 12. Elektrikapp, 13. Juhtseade, 14. Hüdroseade

Joonisel 7.3 on näha Stork 440 Classic [12] suurus ja käe ulatuskaugus, mida ma pidin arvestama hoone projekteerimisel.



Joonis 4.3 Proovivõtusond Stork 440 Classic moodsud [12]

4.2 TEHNOLOOGIAPLAAN

Tegin valmis joonised kaalukojast (Lisa 1 kuni 3) arvestades seadete ruumivajadusega. Pealtvaates (Lisa 3) tõin ka välja asendiplaani kus on näha sondi, kaalu ja kaamera asukohad.

Paigutasin kaks kaamerat, ühe sissetuleku kohale ja teise väljamineku kohale nurka. Kaamera paigutuse juures pidin silmas pidama masina numbrimärgi loetavust. Sellise paigutusega on kaamerale võimalik näha numbrimärki ilma takistusteta ja kaamera ise ei takista liiklust.

Sondi paigutasin hoone keskele ühele poole külge kuhu ma tegin hoonele laienduse, et kõik sondi lisad mahuksid ära. Sond võtab palju vertikaalset ja horisontaalset ruumi kuna sond ise on suur ja vajab ruumi ka veel liikumiseks. Sondi sunnil oli vaja ka hoone keskkohat teha kõrgemaks.

Kaal on paigutatud kaalukoja (Lisa 3) põrandale keskele. Kaal ulatub sissetulekust kuni väljaminekuni pikkusega 13,6 meetrit.

4.3 Majandusarvestus

4.3.1 Projekti hind

Hoone vundamendi arvutuse jaoks võtsin betooni hinna betooni meister [8] veebilehelt. Seinade materjaliks valisin pleki, mille hinna ma sain pleki meister [9] veebilehelt. Katuse materjali hinna sain Katus24 veebipoest [10]. Tugitalade hinna võtsin Metall24 veebipoest [11].

Tabel 9.1. Ehitusmaterjalide hinna arvutus

Ehitusmaterjalid		Kogus	Hhind ühiku kohta €	Summa €
1.	Vundament	249,76 m ³	90	22 478,40
2.	Seinad	1112,62 m ²	2,2	2 447,76
3.	Katus	256,72 m ²	6	1 540,32
4.	Talad	210 m	21,08	4 427,50
Kokku:				30 893,98

Tabel 9.2. Projekti hind kokku

Projekti osad		Hind €
1.	Kaal	32000
2.	Sond	24000
3.	Kaamerad	500
4.	Tarkvara	5000
5.	Ehitusmaterjalid	30893
Kokku		92393

4.3.2 Ettevõtte kasumiaruanne

Arvestades ettevõtte kasumiaruannet ja vaadates, kas sellisel ettevõttel oleks võimalik sellist projekti teostada.

Tabel 10.1. Kasumiaruanne eurodes [13]

Tulud ja kulud	2013	2012
	€	€
Müügitulu	3201951	3071438
Muud äritulud	505126	578841
Põllumajandusliku toodangu varude jääkide muutus	-85874	307075
Kasum (kahjum) bioloogilistelt varadelt	352511	-10286
Valmis- ja lõpetamata toodangu varude jääkide muutus	51671	-43228
Kaubad, toore, materjal ja teenused	-2233947	-2409163
Mitmesugused tegevuskulud	-175597	-170668
Tööjõukulud	-985466	-881736
Põhivara kulum ja väärtuse langus	-363042	-334909
Muud ärikulud	-9369	-4098
Kokku ärikasum (-kahjum)	257964	103226
Kasum (kahjum) tütar- ja sidusettevõtjatelt	15219	15275
Intressikulud	-34 289	-38980
Muud finantstulud ja -kulud	191	229
Kasum (kahjum) enne tulumaksustamist	239085	79790
Aruandeaasta kasum	239085	79790

Tabel 10.2. Taimekasvatus 2013. [13]

Teravili	2013		
	külvipind ha	saagikus t/ha	saak t
Talirukis	52	3,79	197,01
Talinisu	99,4	3,33	331,20
Oder	391,2	4,24	1659,973
Suvinisu	499,08	3,45	1723,938
Suviraps	211		429,565
Raps	211	2,04	429,565
Kokku:	1463,68	16,85	4771,251

Tabel 10.3. toodang. [13]

Toode	2015	2014	2013
	saak t	saak t	saak t
Silo	14268	14120	11770
Hein	271	389	439,5
Põhk	617,4	2366,5	1125,6
Haljassööt	1655,8	690	5832
Piim	4748,625	5155,212	4990,401
Loomade kaaluiive ja juurdesünd	174,862	199,678	77,99
Aasta keskmine lehmade arv	646	628	642
Aasta keskmine noorloomade arv	632	679	611

KOKKUVÕTE

Projekti hinnaks sain 92393 € käibemaksuga millele lisandub veel tööliste palk. Kui võtta ehitaja tunnitasuks 5,50 € + maksud 1,86 € ja arvestada, et projekti ehitamine võtab aega ligikaudu kuu aega. Siis tuleb nelja oskusliku ehitaja palk projekti valmistamiseks ligikaudu 5280 € mis koos maksudega tuleb 7065 € . Kokku koos ehitamisega läheks projekt maksma ligikaudu 99485 €.

Võtsin võrdluseks oma praktikakoha majandusaasta aruande. Ettevõtte kogutoodang ei sisalda ainult teravilja kuid on sellest suur osa. Ettevõtte keskmine kasum aastas on ligikaudu 50000 €. Järjekult oleks projekti rahastamine võimalik paari aastaga, kui kasum jätkub samas trendis.

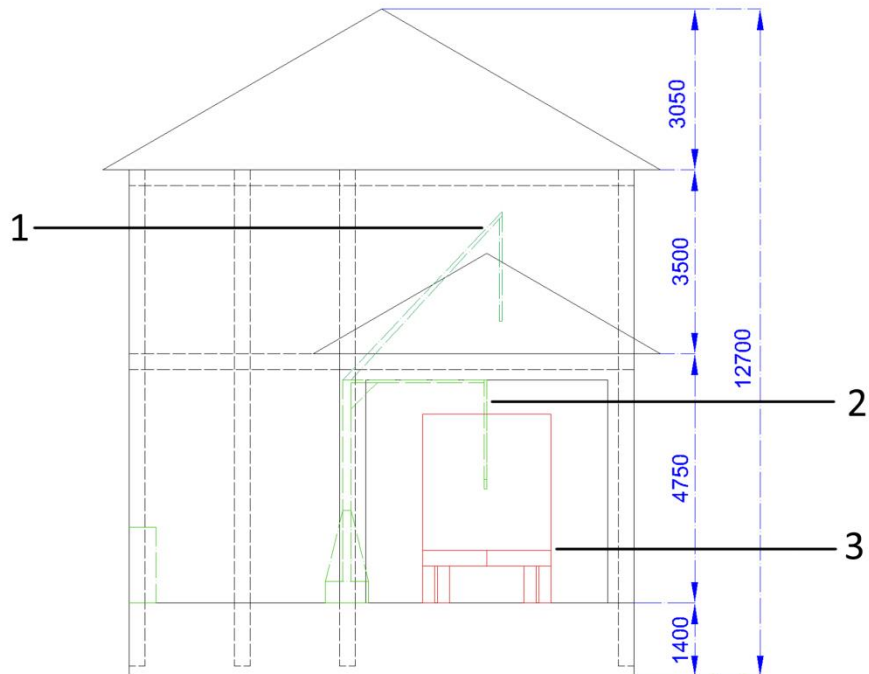
Kaal tagaks ettevõttele usaldusväärsema ja moodsama vahendi vilja kaalumiseks ja niiskuse kontrollimiseks. Automatiseeritud kaal vähendaks suurel määral ajakulu ja inimese töös tehtavaid vigasid. Samas on ka automaatne niiskuse proov ohutum kui kastist käsitsi niiskuse proovi võtmine. Usaldusväärsema kaaluga on võimalik meelitada ligi rohkem kliente.

Kasutatud allikad:


1. „Walz“ <http://www.walzscale.com/on-farm-truck-scale> [WWW] (01.28.2017)
2. „ETS Logistika“ <http://www.etslogistika.ee/teadmiseks/veokite-ja-haagiste-mahutavus/> [WWW] (01.28.2017)
3. „Cultura“ <http://www.culturatech.com/scale-automation> [WWW] (01.28.2017)
4. „DTK Soft“ <http://www.dtksoft.com/dtkanpr.php> [WWW] (02.14.2017)
5. „Agri“ <https://agri.chiefind.com/products/grain-handling/truck-probe.html> [WWW] (01.28.2017)
6. „Hikvision“ http://www.hikvision.com/us/Products_1_10534_i7722.html [WWW] (02.15.2017)
7. „Scandagra“ <https://scandagra.ee/viljainfo/turuulevaade/viljaborsid/> [WWW] (02.17.2017)
8. „Betooni meister“ <http://betoonimeister.ee/hinnad/betooni-hinnad/> [WWW] (02.24.2017)
9. „Pleki meister“ <http://plekimeister.ee/tooted/hinnakiri> [WWW] (01.28.2017)
10. „Katus24“ <http://www.katus24.ee/epood/PLEKK-KATUSED/> [WWW] (02.24.2017)
11. „Metall24“ <http://www.metall24.ee/tooted/tala-hea-100x12100-s235-275jrar/tala-hea> [WWW] (02.24.2017)
12. „Grainsamplers“ <http://grainsamplers.com/> [WWW] (03.11.2017)
13. Ettevõtte 2014. A. Majandusaasta aruanne
14. „Ricelake“ <https://www.ricelake.com/en-us/products/product-details/survivor-otr-steel-deck-truck-scales#/information> [WWW] (03.28.2017)
15. „Walzscale“ <https://www.walzscale.com/portable-wheel-axle-load-weighers> [WWW] (03.29.2017)
16. „Grainsamplers“ <http://grainsamplers.com/stork-440-rail/> [WWW] (04.01.2017)
17. Teravili ja jahvatatud teraviljasaadused Automaatproovivõtt. Eesti Standardikeskus. 2.3 lk
18. Teravili ja kaunvili 1000 tera massi määramine. Eesti Standardikeskus. 5 lk
19. **Ü. Linnask.** (1967). Teravilja koristusjärgse töötlemise mehhaniseerimine. 8, 286 lk.
20. Endel Jaggo. TERAVILJA KVALITEEDI MÄÄRAMISEST . <http://www.pikk.ee/upload/files/Taimekasvatus/Tervailja%20kvaliteedi%20maaramisest.pdf> [WWW] (07.20.2017)
21. „Cultutatech“ <http://www.culturatech.com/blog/article/the-abcs-of-agricultural-scale-automation> [WWW] (07.20.2017)
22. „Agweigh“ <http://agweigh.com/news/harvest-weighing-systems-volume-farmers> [WWW] (07.20.2017)
23. „Balticagro“ <http://energy.balticagro.ee/kaalud/11-ulesoidukaal.html> [WWW] (07.22.2017)
24. „Pikk“ <http://www.pikk.ee/upload/files/Taimekasvatus/Ohutu%20teravilja%20nimel.pdf> [WWW] (07.22.2017)

Lisad

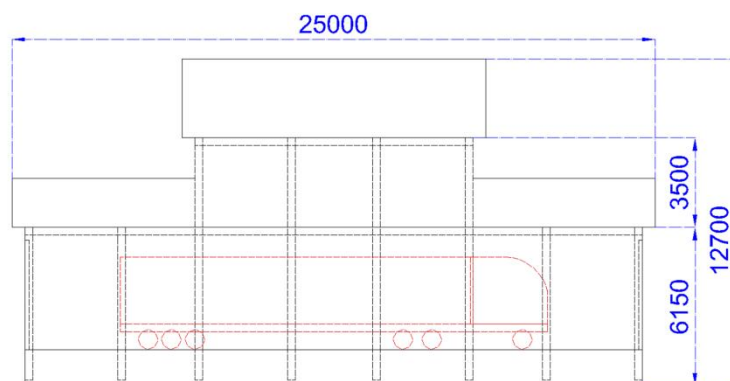
Lisa 1 Kaalukoja eestvaade




1. Proovivõtu robotkæe maksimaalne ulatus
2. Proovivõtu robotkæe tavaline tööasend
3. Veok

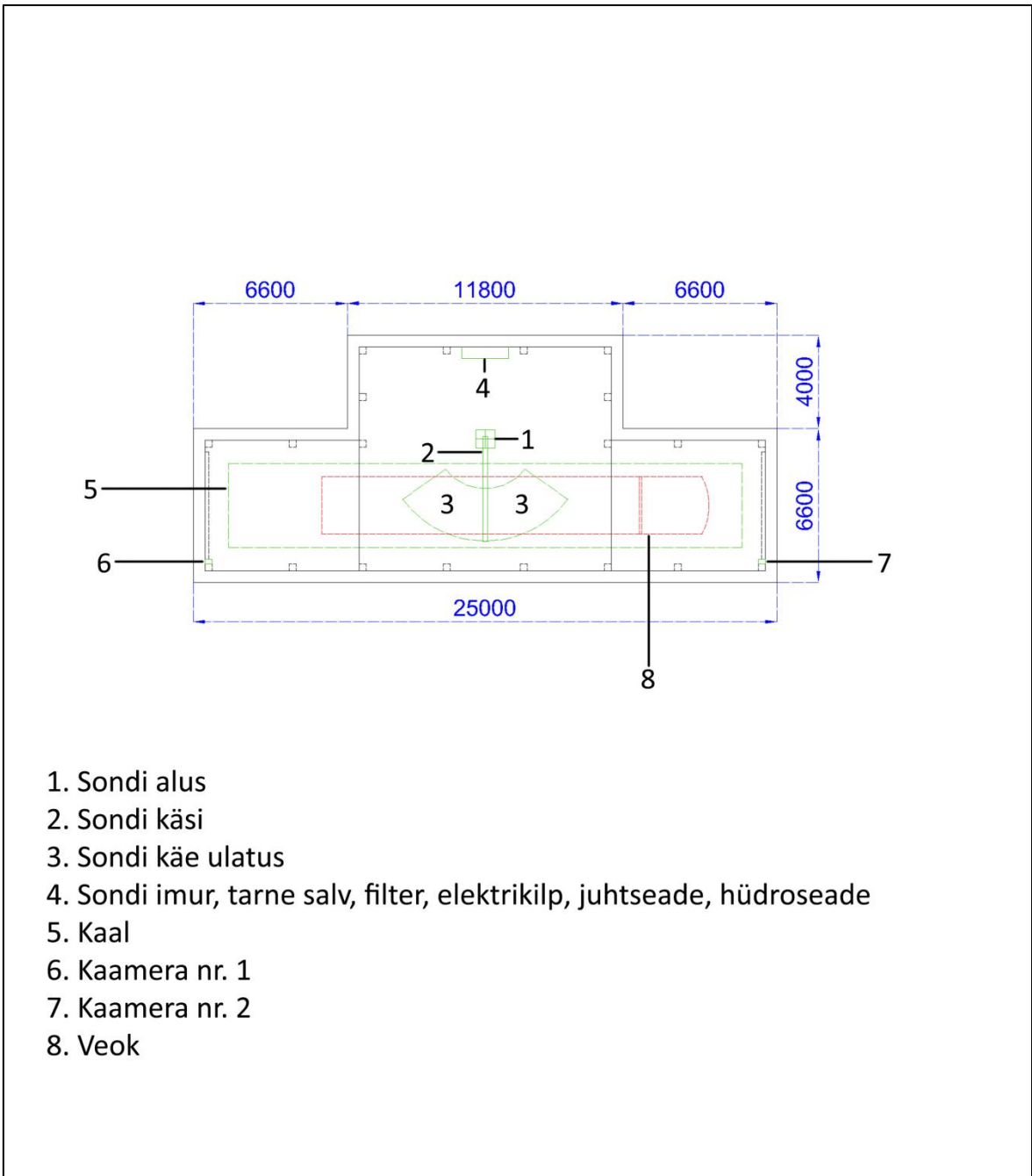
Tellijä: Eesti Maaülikool, Kreutzwaldi 1, Tartu, 51014 Tartumaa		Projekti nimetus:	Automatiseeritud kaalukoda teraviljale	Projekti nr.:	LT-01-17		
Objekti aadress:				Stadium:	EELPROJEKT		
Projekteeris	üliõp. Rain Pettai	24.05.2017	Objekti nimetus:	Osa:	Konstruktivne		
Kontrollis	lektor. Taavi leola		Automatiseeritud kaalukoda teraviljale	Alajaotus:	Joonised		
 Eesti Maaülikool Estonian University of Life Sciences Tehnikainstituut Institute of Technology			M56kava:	1:100	Joonise nimetus:		
			Leht:	33	Leht:	29	Kaalukoja eestvaade
			Form.:	A3-L1	Fail:	AUTOMATISEERITUD_KAALUKODA_TERAVILJA_RAIN_PETTAI	

Lisa 2 Kaalukoja külgvaade



Tellija: Eesti Maaülikool, Kreutzwaldi 1, Tartu, 51014 Tartumaa		Projekti nimetus: Automatiseeritud kaalukoda teraviljale	Projekti nr. LT-01-17	
Objekti aadress:			Stadium: EELPROJEKT	
Projekteeris	üliõp. Rain Pettai	24.05.2017	Osa: Konstruktivne	
Kontrollis	lektor. Taavi leola		Alajaotus: Joonised	
 Eesti Maaülikool Estonian University of Life Sciences Tehnikainstituut Institute of Technology		M56kava: 1:20	Joonise nimetus:	
		Leht: 34	Leht: 31	Kaalukoja külgvaade
		Form.: A4-L1	Fail: AUTOMATISEERITUD_KAALUKODA_TERAVILJA_RAIN_PETTAI	

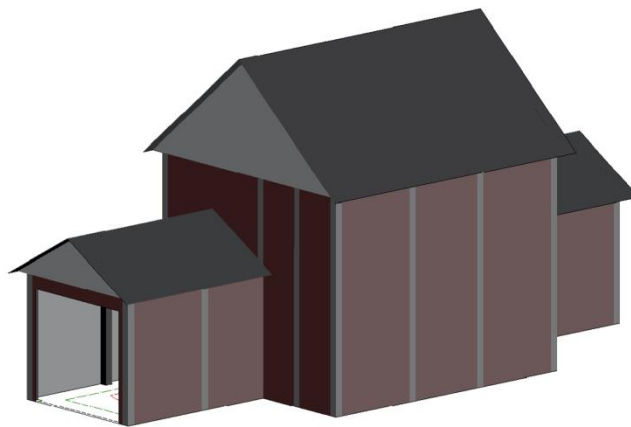
Lisa 3 Kaalukoja pealtvaade koos masinate asenditega




1. Sondialus
2. Sondikäsi
3. Sondikäe ulatus
4. Sondimur, tarne salv, filter, elektrikilp, juhtseade, hüdroseade
5. Kaal
6. Kaamera nr. 1
7. Kaamera nr. 2
8. Veok

Tellijä: Eesti Maaülikool, Kreutzwaldi 1, Tartu, 51014 Tartumaa		Projekti nimetus: Automatiseeritud kaalukoda teraviljale	Projekti nr. LT-01-17	
Objekti aadress:			Stadium: EELPROJEKT	
Projekteeris	üliõp. Rain Pettai	24.05.2017	Osa: Konstruktivne	
Kontrollis	lektor. Taavi leola		Alajäotus: Joonised	
 Eesti Maaülikool Estonian University of Life Sciences Tehnikainstituut Institute of Technology		M56kava: 1:200	Joonise nimetus: Kaalukoja pealtvaade	
		Leht: 33		Leht: 31
		Form.: A4-L1		Fail: AUTOMATISEERITUD_KAALUKODA_TERAVILJA_RAIN_PETTAI

Lisa 4 Kaalukoja 3D vaade



Telija: Eesti Maaülikool, Kreutzwaldi 1, Tartu, 51014 Tartumaa		Projekti nimetus: Automatiseeritud kaalukoda teraviljale	Projekti nr. LT-01-17	
Objekti aadress:			Stadium: EELPROJEKT	
Projekteeris	üliõp. Rain Pettai	24.05.2017	Osa: Konstruktivne	
Kontrollis	lektor. Taavi leola		Alajaotus: Joonised	
 Eesti Maaülikool Estonian University of Life Sciences  Tehnikainstituut Institute of Technology		M56kava: 1:200	Joonise nimetus:	
		Leht: 33	Leht: 32	Kaalukoja 3D vaade
		Form.: A4-L1	Fail: AUTOMATISEERITUD_KAALUKODA_TERAVILJA_RAIN_PETTAI	

