

**RÕHUANDURIGA SAHA TÖÖRÕHU TSÜKLITE
MÕÖTESEADME ARENDUS**

**MEASURING DEVICE FOR SNOW PLOW'S
WORKCYCLE PRESSURE WITH PRESSURE SENSOR**

BAKALAUREUSETÖÖ

Üliõpilane: Egert Jõesaar

Üliõpilaskood : 164589 MAHB

Juhendaja: Mart Tamre, professor

Konsultant: Raoul Renser, Meiren
Engineering OÜ

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.

Autor: Egert Jõesaar

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

Juhendaja: Mart Tamre

Kaitsmisele lubatud

".....".....201... .

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina Egert Jõesaar (*autori nimi*) (sünnikuupäev: 20.03.1997)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Rõhuanduriga saha tööõhu tsüklite mõõteseadme arendus, (*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja on Mart Tamre (*juhendaja nimi*)

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.

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

Allkiri: Egert Jõesaar/ allkirjastatud digitaalselt

18.05.2021 (*kuupäev*)

TalTech Elektroenergeetika ja mehatroonika instituut
LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Egert Jõesaar, 164689 (nimi, üliõpilaskood)

Õppekava, peeriala: MAHB02/13 - Mehatroonika (kood ja nimetus)

Juhendaja(d): professor Mart Tamre, 620 3202 (amet, nimi, telefon)

Konsultant: Meiren Engineering OÜ, tootearenduse peadisainer ja juhatuse liige, Raoul Renser, 5661614 (ettevõtte, amet, nimi, telefon)

Lõputöö teema: (eesti keeles)

Rõhuanduriga saha tööõhu tsükli teadme arendus

Lõputöö teema : (inglise keeles)

Datalogger for snow plow measuring workcycles with pressure sensor

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Leida võimalus, kuidas mõõta saha mõjuvaid jõude reaalsetes tingimustes.
2. Valmistada seade, mida saaks klient iseseisvalt paigaldada oma saha.

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Teema püstitamine, ülesandelehe koostamine	02.03.2021
2.	Konfidentsiaalsuse taotlemine	23.03.2021
3.	Kontrolleri ja vajalike seadmete valik, tutvumine erinevate võimalustega	23.03.2021
4.	3D mudel kontrolleri ümbrisele, elektriskeemi koostamine	11.04.2021
5.	Seadme programmi kirjutamine	18.04.2021
6.	Reaalne testimine	25.04.2021
7.	Töö vormistamine ja viimistlus	11.05.2021

Töö keel : eesti keel

Lõputöö esitamise tähtaeg: 18.05.2021

Üliõpilane: Egert Jõesaar /allkirjastatud digitaalselt/ 02.03.2021

Juhendaja: Mart Tamre /allkirjastatud digitaalselt/ 02.03.2021

Juhendaja: Raoul Renser /allkirjastatud digitaalselt/ 02.03.2021

Programmijuht: Mart Tamre /allkirjastatud digitaalselt/ 02.03.2021

Kinnise kaitsmise ja/või lõputöö avalikustamise piirangu tingimused formuleeritakse Pöördel.

Taotlus lõputöö kinniseks kaitsmiseks

Taotleme firma Meiren Engineering OÜ poolt tudengi Egert Jõesaar lõputööle avalikustamise piirangut. Lõputöö lisadesse tuleb eeldatavalt firmasiseseid dokumente ning programmi loogika, mis võimaldaks konkureerivatel firmadel kuritarvitada lõputööga valminud lõpliku projekti, kuid ilma milleta võib jääda töö sisu arusaamatuks või poolikuks.

Palume kaitsmisel arvestada kuid hiljem mitte avaldada lõputöö lisasid, millele on tehtud mäрге „konfidentsiaalne“.

Kinnitan:

Alkiri: (Alkirjastatud digitaalselt)

Nimi (otsene juht): Raoul Renser

Kuupäev: 22.03.2021

SISUKORD

SISUKORD	6
1. SISSEJUHATUS	8
2. LUMESAHA EHITUS JA JÕUDUDE JAOTUS	9
2.1 Erinevad lumesahkade lahendused	9
2.1.1 Meiren Engineering	9
2.1.2 Mählers	10
2.1.3 Arctic Machine	11
2.1.4 Stark	12
2.2 Lumesaha ülevaade	12
2.2.1 Hõlm	13
2.2.2 Väänderaam	14
2.2.3 Hüdrosilindrid	14
2.3 Mõjuvad jõud	15
3. SEADME NÕUDED	19
3.1 Seadme parameetrid	19
3.2 Varasemad lahendused	20
3.3 Seadme koostamiseks valitud põhikomponendid	21
4 SEADME ARENDUS	23
4.1 Elektriskeem	23
4.2 Programmeerimine	24
4.2.1 Programmi algoritm	24
4.3.2 Anduri funktsioon	26
4.3.3 Mõõtetulemuse saatmine CAN siini kaudu	26
4.3 Ohutus	26
4.4 Testimine	26

4.5 Kogu maksumus	27
KOKKUVÕTE	29
CONCLUSION	30
LISA 1. PROGRAMMI PEAKOOD	33
LISA 2. ANDUR FUNKTSIOON	34
LISA 3. MÕÕTETULEMUSE SAATMINE CAN SIINI	35
LISA 4. REAALAJAS CAN2 SIINI INFOLIIKUMINE	36
LISA 5. LOGIFAILI ESIMESED 50 RIDA.....	37
LISA 6. SEADME PAIGUTUS RAAMIL	38

1. SISSEJUHATUS

Ettevõttes Meiren Engineering OÜ on prioriteediks alati enda toodete arendamine ja kliendi parima lahenduse pakkumine. Töö kirjutamise hetkeks pole toimivat lahendust, et näha, mis jõud mõjuvad sahkadele erinevates töötingimustes. Töö autor töötab ettevõttes konstruktor-tarkvarainseneri ametikohal ja on üks kahest inimesest, kes tegeleb ettevõttes tarkvara poolse arendusega.

Kuna kõiki mehaanilisi arendatavaid tooteid kontrollitakse *Autodesk Inventori* simulatsiooni keskkonnas, siis saadakse aru kus pinged tekivad, kuid siiani kasutati mõjuvateks jõududeks ainult saha enda massist tulenevaid jõude.

Töö eesmärgiks on pakkuda välja töötav lahendus, millega saaks määrata nii takistusjõu suurust lumesaha töötingimustes ning aru saada, kas seadet on kasutatud eesmärgi põhised.

Antud töö ülesandeks on luua kompaktne seade, mida saaks ka klient paigaldada Meiren Engineering OÜ sahale ja saaks kaardistada saharoomile mõjuvaid jõude.

Töös kasutatakse *Autodesk Inventorit* mehaanika projekteerimiseks. Programmeerimine toimub *Codesys* programmiga. Joonised on loodud veebi keskkonnas *Flowchart Maker & Online Diagram*.^[1]

Bakalaureuse töö on jaotatud kolme suuremasse peatükki:

Esimeses osas tutvustatakse erinevate tootjate lumesahkasid, seletatakse lähemalt lumesaha ehitust ja uuritakse millised jõud saharoomile mõjuvad.

Teises osas tuuakse välja vajalikud parameetrid mõõteseadmele, võrreldakse varasemaid lahendusi hüdrosilindri rõhu mõõtmisel, selle salvestamisel ja kuidas infot edasi antakse ning valitakse seadme komponendid.

Kolmandas osas koostatakse elektriskeem ja programm mõõteseadme koostamiseks. Lisaks viiakse läbi laboritingimustes testimine.

2. LUMESAHA EHITUS JA JÕUDUDE JAOTUS

2.1 Erinevad lumesahkade lahendused

Kui Eesti peamine lumesaha tootja on Meiren Engineering, siis Soomes on Arctic Machine ja Stark ning Rootsis on peamine lumesaha tootja Mählers.

2.1.1 Meiren Engineering

Meiren Engineering pakub nii veoautodele, traktoritele kui ka maasturitele lumesahkasid, lisaks toodetakse ka tänavapuhastusharju. Meiren Engineeringu sahad tunneb ära kollase ja musta värviga. Sahkasid toodetakse väga paindlikult just kliendi soovidele. Sahkade eeliseks on patenteeritud PUR terahoidjad, mis peavad vastu palju suurematele takistuste poolt tekitatud muljumistele, joonis 2.1 ja joonis 2.2.



Joonis 2.1. Meiren Engineering veoauto esisahk. [2]



Joonis 2.2. Meiren Engineering traktori esisahk. [3]

2.1.2 Mählers

Mählers toodab enamasti veoautode sahkasid. Nende lumesahad on üldjuhul punast värvi, nende disaini poolest on hõlmade kaared pigem madalamad võrreldes konkurentidega, aga see-eest on parempoolne hõlmalõpp kõrgeks venitatud, et sahk paiskaks lund kõrgemale ja kaugemale. Selline lahendus on pigem eelistatud Skandinaavias, kitsastel teedel, joonis 2.3.



Joonis 2.3. Mählers veoauto esisahk.[4]

2.1.3 Arctic Machine

Arctic Machine toodab samuti enamasti veoautode sahkasid, lisaks toodavad ka tänavapuhastus harju. Arctic Machine sahad on üldjuhul kollase ja mustaga värviga, veidike erineva tooniga kui Meiren Engineeringu sahad. Sahkasid iseloomustab väiksem hõlma kaare tõusunurk ja parema hõlma otsas ümaras disain. Mõeldud pigem maanteedele suurematel kiirustel ja laiadel teedel, joonis 2.4.



Joonis 2.4. Arctic Machine veoauto esisahk. [5]

2.1.4 Stark

Stark toodab enamasti traktoritele suunatud lisaseadmeid. Neil on valikus kindlat tüüpi traktori esisahkasid, relax süsteemiga ja vastavalt masina suurusele. Relax süsteem on lahendus, kuidas lumesaha terad teed kopeerivad. Värvalt on Stark lumesahad musta värvi. Stark sahkad on mõeldud pigem kõnniteede ja raskemini ligipääsetatavate aladelt lume lükkamiseks, joonis 2.5.



Joonis 2.5. Starki esisahk traktorile.[6]

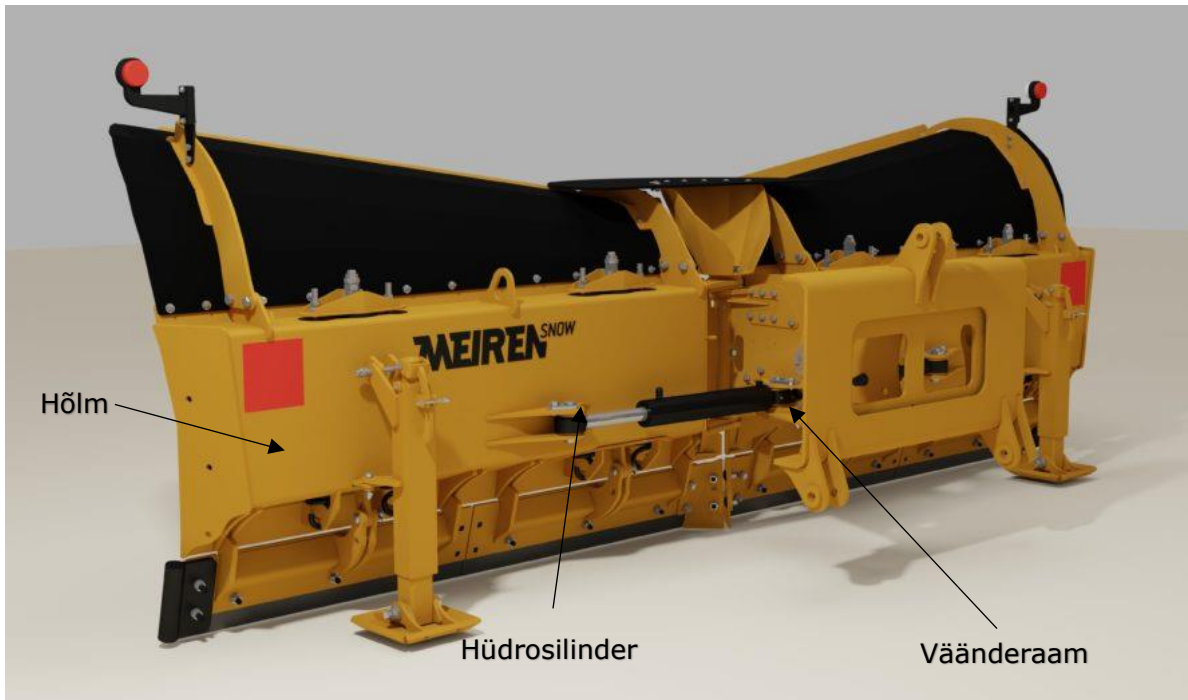
2.2 Lumesaha ülevaade

Lumesahad on seadmed, mis on mõeldud enamasti transpordi masinatele lisaseadmena lumelükkamiseks. Lumesaha peamised eesmärgid on lume lükkamine, jää karestamine ja suvisel hooajal ka kruusa teede hooldus. Lumesahkasid on võimalik paigaldada masina ette, küljele, taha kui ka alla, selleks on erinevad lumesaha tüübid.

Meiren Engineering OÜ tootevalikus on 14 erinevat tüüpi sahka, mis sobivad veoautodele, traktoritele kui ka maasturitele. Kuigi lumesahkasid on erinevat tüüpi, on üldjuhul nende ülesehituse põhimõtte sama. Igal lumesahal on:

1. Hõlm

2. Väänderaam
3. Hüdrosilindrid



Joonis 2.6. Meiren Engineering OÜ VTS lumesahk, traktori esisahk [2]

2.2.1 Hõlm

Hõlm koosneb hõlmalehest, teradest ning tee kopeerimissüsteemist. Hõlmalehe ülesandeks on lumesuunamine. Hõlmalehel on projekteeritud kaar, mis soodustaks lume paiskamist. Hõlma all on kinnitatud terad koos tee kopeerimissüsteemiga. Kopeerimissüsteem töötab osadel sahkadel vedrumehhanismiga ja osadel hüdrosilindriga, kuid mõlema põhimõte on sama: takistuse tekkides, annab süsteem järgi ning tera saab liikuda tahapoole, et vältida kokkupõrget äärekivide ja kanalisatsioonikaantega.

Lisaks on hõlmale võimalik paigaldada lumestoppi, jalga, vahetada terasid, muuta terade nurka ja kasutada erineva kujuga lisakaart, et muuta lumepaiskamist.

2.2.2 Väänderaam

Väänderaam on lüliks saha ja transpordimasina kinnitusraami vahel. Väänderaami külge kinnitatakse enamasti hüdraulika ja elektrisüsteem. Väänderaam peab olema oma üles ehituselt mängiv ehk materjal peab olema painduv.

2.2.3 Hüdrosilindrid

Hüdrosilindrid on esisahkadel enamasti hõlma ja väänderaami vahel ning nende eesmärgiks on muuta hõlma asendit masina suhtes. Vastavalt, kas sahal on üks pikk hõlm või on kaks keskel kokku liidetavat hõlma, kasutatakse ühte või kahte hüdrosilidrit hõlma asendi muutmiseks. Hüdrosilindritele on lisaks paigaldatud ka hüdroakud ja ülerõhuklapid. Kõige levinumate hüdrosilindrite katseline maksimaalne tööõhk on 250 bar ja silindri kolvi diameeter on 70mm. Hüdrosilinder on paigaldatud mõlemalt poolt teljega, mis läbib hõlma poolt kahte kinni keevitatud kõrva ja raami poolt kahte kinni polditud kõrva, joonis 2.7 ja joonis 2.8.



Joonis 2.7. Hüdrosilindri kinnitus hõlma poolt



Joonis 2.8. Hüdrosilindri kinnitus raami poolt.

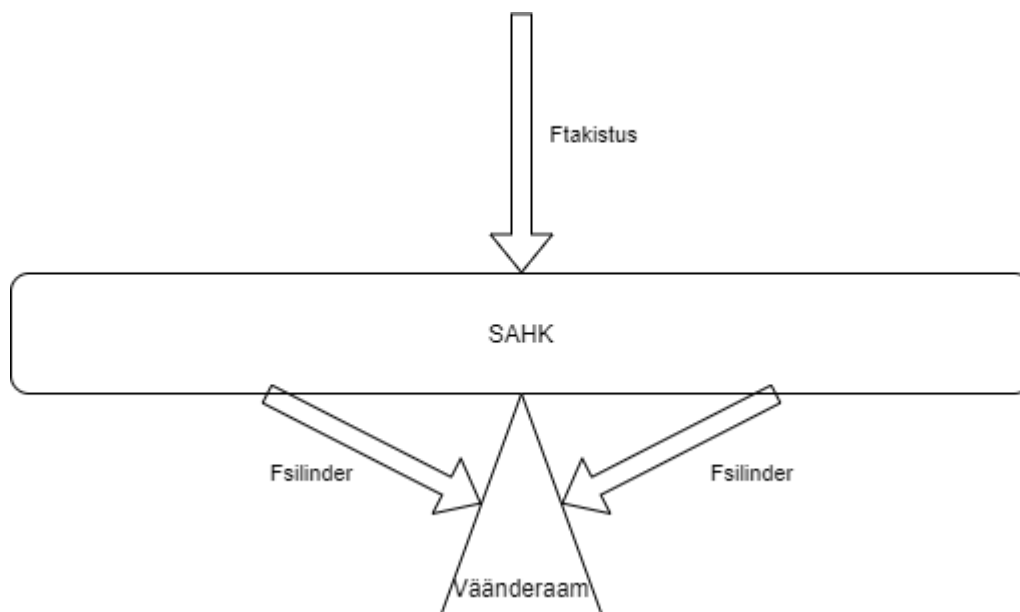
2.3 Mõjuvad jõud

Lumesahkade töötingimustes mõjuvad suurimad jõud just teradele ja väänderaamile. Teradel on tee kopeerimissüsteem, millega leevendatakse kokkupõrkest tulenevate jõudude levimist.

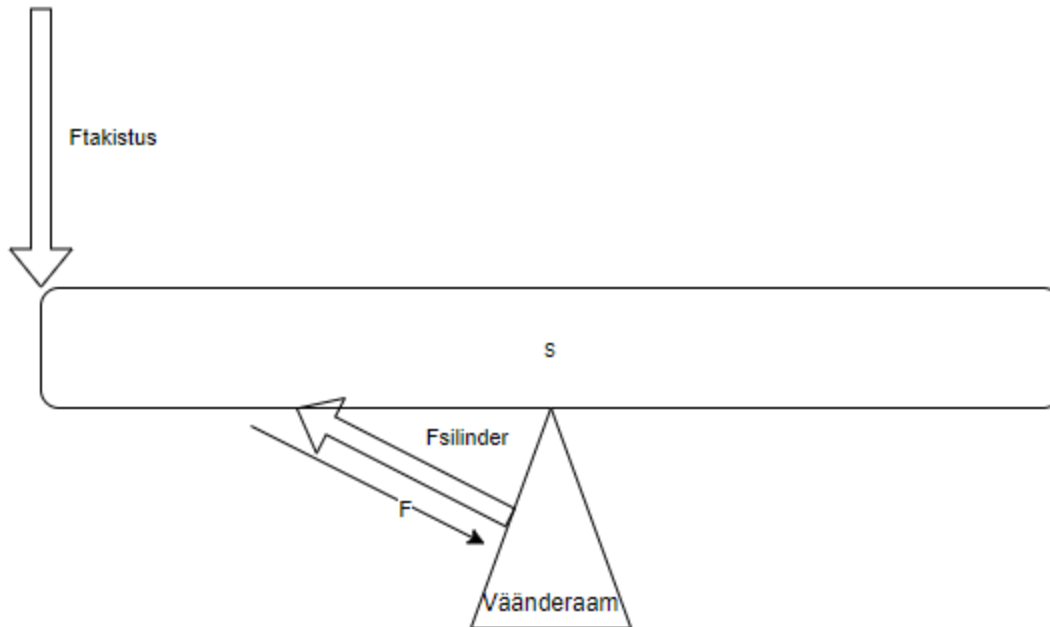
Kui takistus on suurem ja tee kopeerimissüsteem ei ammuta seda, siis mõjuvad jõud kõige kriitilisemalt just väänderaamile. Väänderaami ehitusel on arvesse võetud, et suurem takistusjõud mõjub eest, mistõttu väänderaam on vastupidavam takistusjõule, mis mõjub otse hõlmast ja vähem vastupidavam takistusjõule, mis mõjub läbi hüdrosilindrite.

Lumesaha töötingimustes pole võimalik mõõta takistusjõudu, mis mõjub väänderaami ja saha kinnituse vahel, küll aga on võimalik mõõta hüdrosilindrite kaudu mõjuvat jõudu. Probleemiks kujuneb tõsiasi, et ainult hüdrosilindritest rõhu mõõte tulemusel on pime ala keset saha, kus rõhu mõõtmisel tulemust ei saada, kuigi takistusjõud sahalet mõjub.

Kui takistus esineb täpselt keset saha, siis takistusjõud läheb otse väänderaami ja hüdrocilindreid see takistus ei mõjuta. Kui takistus esineb mujal, siis lisaks hõlma ja väänderaami omavahelisele kinnitusele hakkavad mõjutama väänderaami ja hõlma ka hüdrocilindrid, et hoida hõlmaasendit paigas. Kui jõud F_{silinder} surub takistusjõule vastu, siis ta avaldab jõu F ka väänderaamile ehk vastupidiselt jõu F_{silinder} suunale, joonis 2.9 ja joonis 2.10.



Joonis 2.9. Saha pealtvaade, kui takistusjõud mõjub sahale täpselt keskele, siis silinder ei avalda mõju väänderaamile, $F_{\text{silinder}} = \text{minimaalne}$.



Joonis 2.10. Saha pealtvaade, mida kaugemal on takistusjõud saha keskpunktist, seda suurem on silindri poolt avaldatav jõud olukorra taastamiseks ning seetõttu avaldub väänderaamile suurem jõud F .

Kuna ülerõhuklapid küll reageerivad takistusele, aga õli silindrites ei jõua nii kiirelt liikuda, et kompenseerida takistuse poolt mõjutatavat jõudu, siis hüdrosilindrid mõjutavad väänderaami jõuga F .

$$F = P \left(\pi * \frac{d^2}{4} \right) \quad (2.1)$$

- kus F – silindri poolt mõjuv jõud väänderaamile (N)
 P – silindri töö rõhk (MPa), 1 bar = 0.1 MPa,
 d – silindri kolvi läbimõõt (mm)

$$F = 25 \text{ MPa} \left(\pi * \frac{70 \text{ mm}^2}{4} \right) = 96,2 \text{ kN}$$

Ehk kui maksimaalne rõhk on silindris 250 bar ja silindri kolvi diameeter on 70 mm, siis maksimaalne teoreetiline jõud, mis võib silindrilt väänderaamile mõjuda on 96,2 kN. Antud silindri töö rõhu määramisel saab määretulemust võrrelda ristkorrutisena 250 bar ja 96.2 kN vahel.

$$F = \frac{96,2 \text{ kN}}{250 \text{ bar}} * P,$$

kus F – on silindri poolt tekitatav jõud, kN
 P – on anduri mõõtetulemus, bar

Antud töö kirjutamise hetkel kasutati Meiren Engineering OÜ-s väänderaami tugevusarvutustel just 100 kN hüdrosilindri poolt mõjutavaks jõuks, kuid reaalsuses pole seda kunagi kontrollitud. Mõõtmise eesmärgiks on kaardistada suurimad rõhud, mis silindris tekivad ning veenduda, et masinat on õigetel eesmärkidel kasutatud.

3. SEADME NÕUDED

Antud peatükis võetakse arvesse erinevad töötingimused, milles seade peab töötama ning võrreldakse neid tingimusi turul olevate ostutoodetega. Peatüki viimases osas tuuakse välja, mis komponendid valiti seadme koostamiseks ja põhjendatakse valikut.

3.1 Seadme parameetrid

Lumesahkasid kasutatakse peamiselt miinus temperatuuridega ilmaoludes kuni -30 kraadi Celsiust, erandiks on alussahad, mida kasutatakse ka kruusateede kobestamiseks soojematel ilmadel. Lisaks miinus kraadidele kasutatakse sahu enamasti koos soolapuisturitega, seega seade peab vastu pidama ka soolalahusele, mis tihti tekitab probleeme elektripistikutes. Elektri seadmete tootjad pakuvad IP tähistust, mis määrab, mis töötingimustes seadet võib kasutada. Lumesahkadel kasutatakse vähemalt IP54 tähistusega seadmeid.

Ühel sahal kasutatakse mitut erinevat hüdrocilindrit, olenevalt mitu hõlma sahal on ning kas hüdrocilindrit kasutatakse hõlma tõstmiseks vaheraami suhtes. Igale hüdrocilindrile on vaja paigaldada 2 andurit, et mõista kummalt poolt jõud sahale mõjub. Meiren Engineering OÜ tootevalikus on maksimaalselt 4 hüdrocilindrit saha kohta, ehk maksimaalselt on vaja kasutada 8 andurit korraga.

Kolmandaks parameetriks on mõõteintervall. Kuna takistusjõud mõjub liikuvale masinale väga kiirelt ja töö eesmärgiks on teada saada maksimaalne rõhk silindris, siis mõõteintervall ei tohiks olla suurem kui 50ms.

Neljas parameeter on seadme programmeeritavus. Seadet peab saama optimeerida salvestusruumi kokkuhoidmise eesmärgil. Selleks tuleb filtreerida välja väiksemad rõhumuutused ja anduri häiringud. Salvestatakse ainult filtreeritud infot.

Seadme paigaldus peab olema lihtne ja loogiline, et klient suudaks iseseisvalt seadet paigaldada. Lisaks peab olema piisavalt mäluruumi, et seade saaks salvestada terve hooaja andmed, sõltuvalt piirkonnast vähemal 3-4 kuud.

Seadet peab olema kergelt ja taskukohaselt parandatav või asendatav. Kuna seade hakkab olema rasketes välitingimustes ja alati on võimalus, et seade saab kahjustada, siis ei tohiks süsteemi parandamine või tervenisti asendamine olla liiga kulukas. Seadme aktsepteeritav kulukus on suurusjärgus kuni 1000 eurot.

3.2 Varasemad lahendused

Hüdroandurid on laialdaselt levinud andurid ning samuti on toodetud mitmeid erinevaid andureid, mis ka logiks mõõtetulemusi. Antud töös on võetud võrdluseks kolme erineva tootja hüdrorõhuandurit. Otsiti erinevat lahendust mis pakuks valmis süsteemi ka rohkematele andurite kasutamisel, kuid sellist ei leitud.

Esimene andur on ettevõtte SensorsOne poolt pakutav seade LEO Record (Ei) Pressure Data Logger [7], teine seade on ettevõtte CAS Dataloggers poolt pakutav seade TDWLB-DL Wireless Pressure Data Logger [8] ning kolmas seade on ettevõtte WIKA tootevalikust CPG1500 digitaalne rõhu andur. [9]

Tabelis 3.1 on välja toodud võrdlus ostutoodete parameetrite ja aktsepteeritavate parameetrite vahel. Üheks peamiseks mureks on seadmete programmeeritavus, nimelt seadmed kas pole programmeeritavad või seadistada saab ainult intervalli, kuid ei ole võimalust seadistada seadmetele loogikat salvestatavate andmete filtreerimiseks. Tulenevalt puuduvast võimalusest andmeid filtreerida tekib seadmetel salvestusruumi puudus, kui mõõta võimalikult väikse intervalliga. TDWLD-DL andme loger suudab töötingimustes kuvada viimase 27 minuti andmed, kuid vaja oleks 3-4 kuu jagu andmeid.

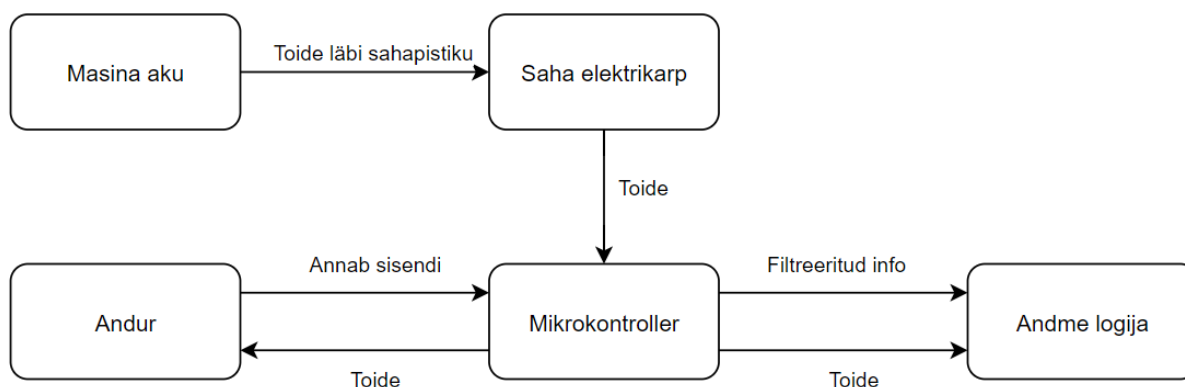
Tabel 3.1. Ostutoodete võrdlus vajalike parameetritega.

Parameetrid:	Aktsepteeritava d parameetrid:	LEO Record (Ei) Pressure Data Logger	TDWLB-DL Wireless Pressure Data Logger	CPG1500 Digitaalne rõhuandur
Mõõteintervall	<50ms	Alates 1s	50ms kuni 1 tund	Alates 20 ms
Salvestusruum	3-4 kuud infot	2 aastat, mõõtes iga sekundi tagant	Kuni 32000 mõõdet, 50 ms intervalliga 27 minutit	Kuni 1000000 mõõtetule- must,
Programmeer- iavus	Võimalus filtreerida mõõtetulemusi	EI ole programmeeritav	Nutitelefone <i>app'</i> i kaudu juhitud, saab reguleerida ainult intervalli.	Saab reguleerida intervalli

Töötemperatuur	Peab töötama vähemalt -30 kraadi Celsiuse juures.	Alates 0 kraadi Celsiust.	Alates -20 kraadi Celsiust.	Alates -10 Celsiuse kraadist
HIND	Kuni 1000 eurot	709,27 eurot [10]	239 eurot [8]	729.41 eurot [9]

3.3 Seadme koostamiseks valitud põhikomponendid

Kuna ükski ostutoode siiski ei paku võimalust kasutada mitut erinevat andurit ja enamasti pole ka programmeeritavad, siis tuleb leida teine lahendus. Antud töös kasutatakse kolme põhi komponenti: mikrokontroller, andme loger ja andur. Toide võetakse saha elektrikarbit, tulede klemmi alt, sest see ainus pidev 24V vool, mis sahal on. Nõuded näevad ette, et saha ei tohi ilma tuledeta kasutada. Komponentid suhtlevad üksteisega läbi mikrokontrolleri, mikrokontroller töötleb anduri infot ja saadab andmed logerisse salvestamiseks. Mikrokontrolleri ja andme logeri vaheline suhtlus käib läbi CAN siini. (Joonis 3.1)



Joonis 3.1. Lihtsustatud kujul komponentide sõltuvus üksteisest.

Seadme koostamiseks valimisel eelistati IFM tootja tooteid, kuna Meiren Engineering OÜ on varemalt suurema osa oma süsteemidest ehitanud just IFM toodetega.

Kontrolleriks valiti IFM CR0401 mikrokontroller, suureks miinuseks on kontrolleri suurus, kuid plussideks on lihtsasti mõistetav elektriskeem, võimalus ühendada kuni 12 andurit ja CAN siini võimekus. Kontrolleri hinnaks on tootja kodulehel 188,50 eurot [11]

Mikrokontrollerile lisanud eraldi tootekoodiga kate. EC0401, mis tõstab kontrolleri IP reitingu 54 peale. IP54 reiting tähendab, et seade on tolmu ja niiskuskindel. Katte hinnaks on tootja kodulehel 25,20 eurot [12]

Anduriks valiti samuti IFM valikust PU5400 rõhuandur, mis annab väljundiks pingeväärtust 0-10V. Anduri maksimaalne rõhk on kõrgem kui hürdosilindiril, 400 bar. Anduri hinnaks on tootja kodulehel 111,70 eurot. Andurid paigaldatakse kolmikliitega võimalikult silindri lähedale. [13]

Info salvestamiseks valiti tootja CSS Electronics poolt pakutav Data Logger CL2000, millel on CAN siini lugemise võimekus, 8 GB SD-kaart, ja sisse ehitatud RTC (reaalse aja kell), mis võimaldab igat mõõdetud väärtust jälgida ka ajaliselt. Lisaks on seadmel võimalus USB juhtme kaudu jälgida infot reaalajas. Seadme hinnaks on tootja kodulehel 229 eurot. [14]

Kontrolleri, kate ja andme logeri hind on kokku 442,70 ja iga andur, mille saab süsteemile lisada lisab hinnale 111,70 eurot. Tabelis 2 välja toodud hinnavõrdluses tuleb välja, et kui on vaja kasutada ainult ühte andurit lumesahal, siis on rahaliselt odavam ja lihtsam kasutada ostutoodet. Kui andureid on vaja rohkem, siis on odavam ja parem infot hallata välja pakutava süsteemiga, sest kõik info on ühes kohas.

Tabel 3.2. Ostutoodete ja väljapakutava süsteemi hinnavõrdlus anduri koguste järgi.

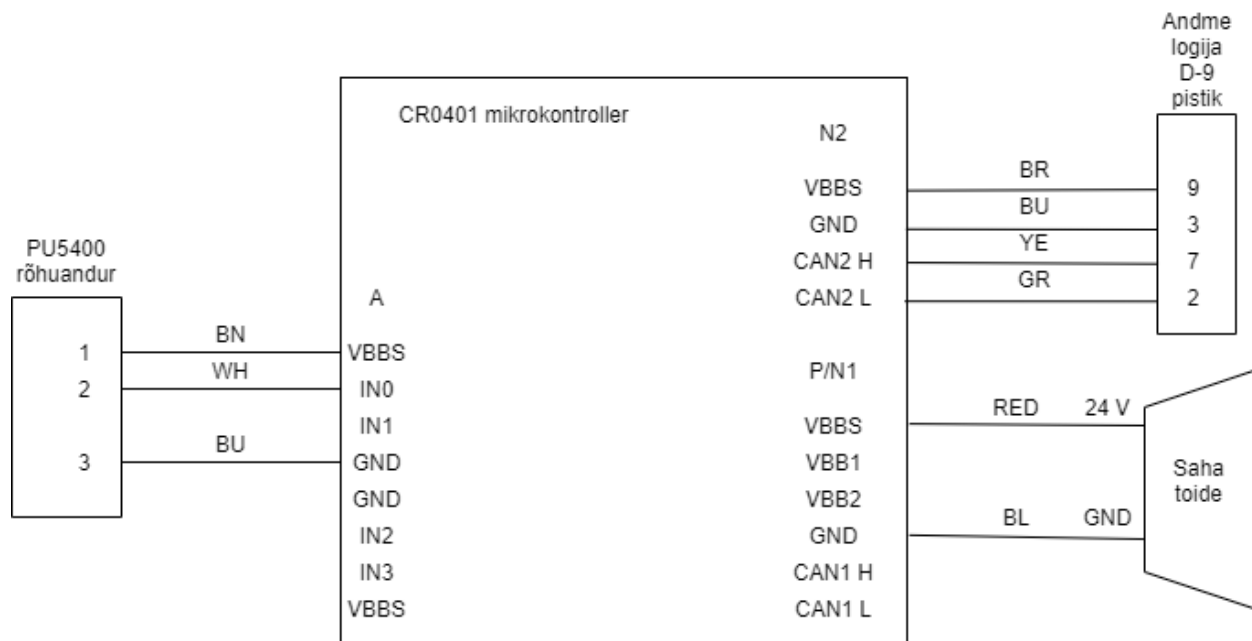
Andurite kogus, tk	Välja pakutava süsteem hind eurodes	LEO <i>record</i> (Ei) <i>Pressure Data logger</i> hind eurodes	TDWLD-DL <i>Wireless Data logger</i> hind eurodes	CPG1500 Digitaalne rõhuandur hind eurodes
1	554,4	709,27	239	729,41
2	666,1	1418,54	478	1458,82
3	777,8	2127,81	717	2188,23
4	889,5	2837,08	956	2917,64

4 SEADME ARENDUS

Antud peatükk on töö praktiline osa. Peatükis luuakse terve seadme elektriskeem ja programm. Lisaks tuuakse välja testimisel saadud tulemused ning seletatakse lahti, mis eesmärk on seadmel ohutuse tagamisel. Peatüki lõpus võetakse kokku terve seadme hind ettevõttele. Seadme paigutus toodud välja LISA 6.

4.1 Elektriskeem

Süsteemi elektriskeem põhineb mikrokontrolleril, saha elektripistikust tulenevast toitest, andme logerist, millel on tehase poolt D-9 pistik, ja rõhuandurist. Toide tuleb saha enda elektrikarbist, tulede signaali pealt. N2 sektori 4 juhet on tehtud 2 pistikuga, kus ühes otsas on D-9 emane pistik ja teises otsas CR0401 kontrolleri spetsiaalne pistik ühildumaks N2 sektoriga. Samuti on sahatoitel ja CAN1 juhtmetel eraldi P/N1 pistik. CAN1 küljes on emased klemmid, kuid need pole kuskile ühendatud. CAN1 kanal on mõeldud mikrokontrolleri programmeerimiseks. Rõhuandur on ühendatud A sektiooni IN0 sisendi alla, vastavalt 1 24V ja 3 GND ning 2 on väljundsignaal, mis on 0-10V.



Joonis 3.2. Elektriskeem mikrokontrolleri, andme loger ja ühe anduriga.

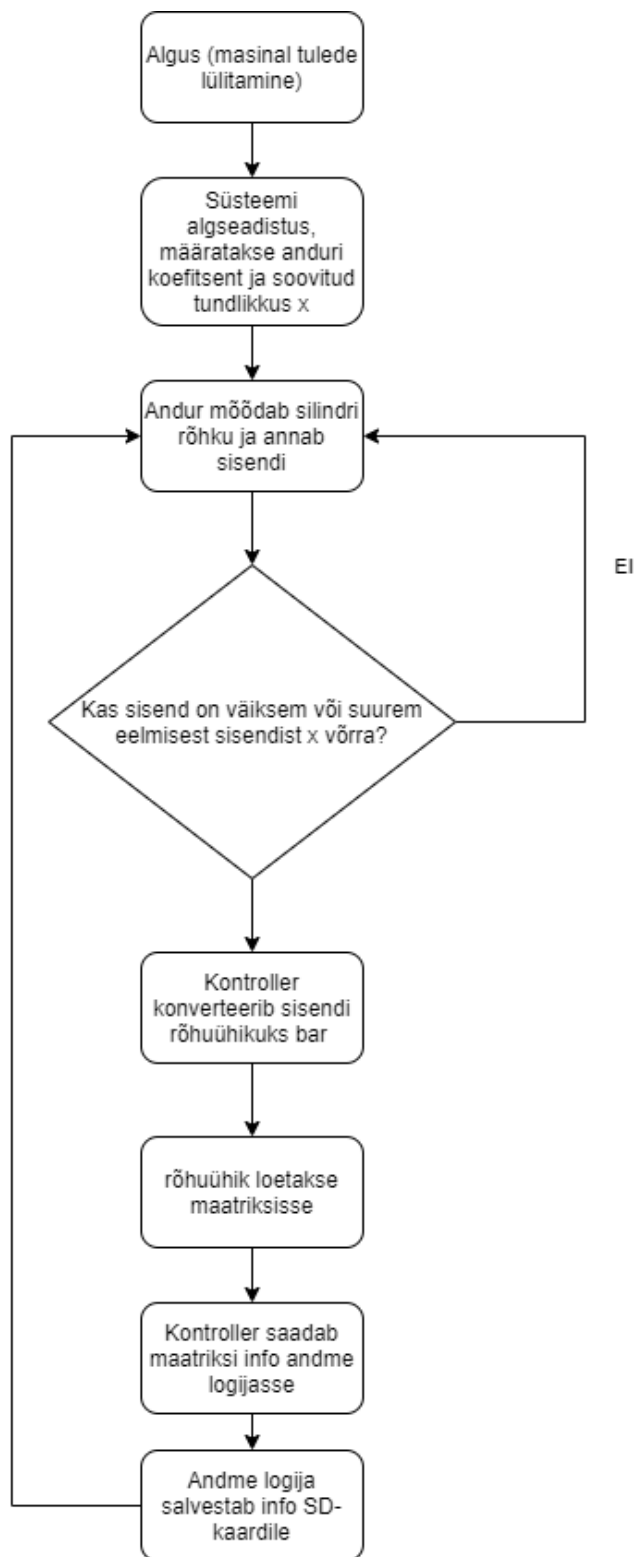
4.2 Programmeerimine

Kood ja testimine viidi läbi kontrolloriga CR0403 mitte CR0401-ga, sest ettevõtte laos oli CR0403 kontrolleri saadaval. Kontrolleri vahelise seadistuse D sektsioonis, kus CR0401 on tühi, aga CR0403 on sinna võimalik ühendada 4 väljundit. Ülesehituselt ja programmeerimiselt on kontrolleriid identsed.

Programmeerimisel kasutati Codesys programmeerimise keskkonnas IFM-i poolt pakutavat malli CR0403 programmeerimiseks, töötab ka CR0401 kontrolleri puhul. Mallis on seadistatud CAN kanalite seaded, lisatud on PLC_CYCLE funktsioon, mõõtmaks kontrolleri tsükli aega. Programmi lisati Andur funktsioon, sisend ning mõlemale CAN kanalile väljund, LISA 1.

4.2.1 Programmi algoritm

Programm on ehitatud ühele tsüklile, mida kontrolleri koguaeg kordab. Kontrolleri CAN algsaadmed, loeb sisse anduri väärtuse ja teised muutujad, mis on programmis antud. Programm võrdleb anduri sisendit eelmise sisendiga ja kui see on eelmisest x võrra suurem või väiksem siis kontrolleri konverteerib sisendi rõhuks, mis loetakse *byte* maatriksisse, mille saab saata CAN siini kaudu andme logerisse. Andme loger salvestab automaatselt kõik talle saadetud info.



Joonis 3.3. Programmi algoritm.

4.3.2 Anduri funktsioon

Anduri funktsioonis võetakse arvesse sisend, mis tuleb otse andurist ja tundlikkus ehk kui suure muutuse peale soovitakse infot uuesti salvestada. Tundlikkus ei tohi olla liiga väike kuna anduris võivad olla ka väiksed häiringud ja kasutades tundlikkuse konstanti saab häiringute mõju kaotada. Tundlikkust täiendatakse testimise käigus, kui sahvale mõjuvad stabiilsed jõud.

Funktsioonis deklareeritakse muutujad, sisendid ja väljundid. Funktsioon on ehitatud üles kahele IF käsklusele, kus võrreldakse eelmist logerisse antud sisendi väärtust uue sisendi väärtusega, et võrrelda muutust. Kui muutus on tundlikkusest suurem, siis sisend ei tohi olla 10000-st suurem, kui on suurem, siis määratakse sisendi suuruseks 10000. Kui sisend on eelmisest logitud suurusest tundlikkuse võrra suurem, siis arvutatakse rõhk jagades sisend 40-ga, kui kasutatakse 400 bar andurit siis 25-ga. Koefitsent leitakse 10000 jagatud anduri maksimaalse rõhu väärtusega, LISA 2.

4.3.3 Mõõtetulemuse saatmine CAN siini kaudu

CAN kaudu saatmiseks konverteeritakse Andur funktsioonist saadud rõhu väärtus rõhu maatriksi esimese baidi väärtuseks, kuna CAN siinis saab edastada 8 baidi suurust infot siis, saab maatriksi iga baidi väärtusele lisada ühe anduri väärtuse. CAN siinile saadetakse info CAN_TX funktsiooni kasutades ning andme loger salvestab automaatselt kõik info, mis CAN siinis liigub, LISA 3.

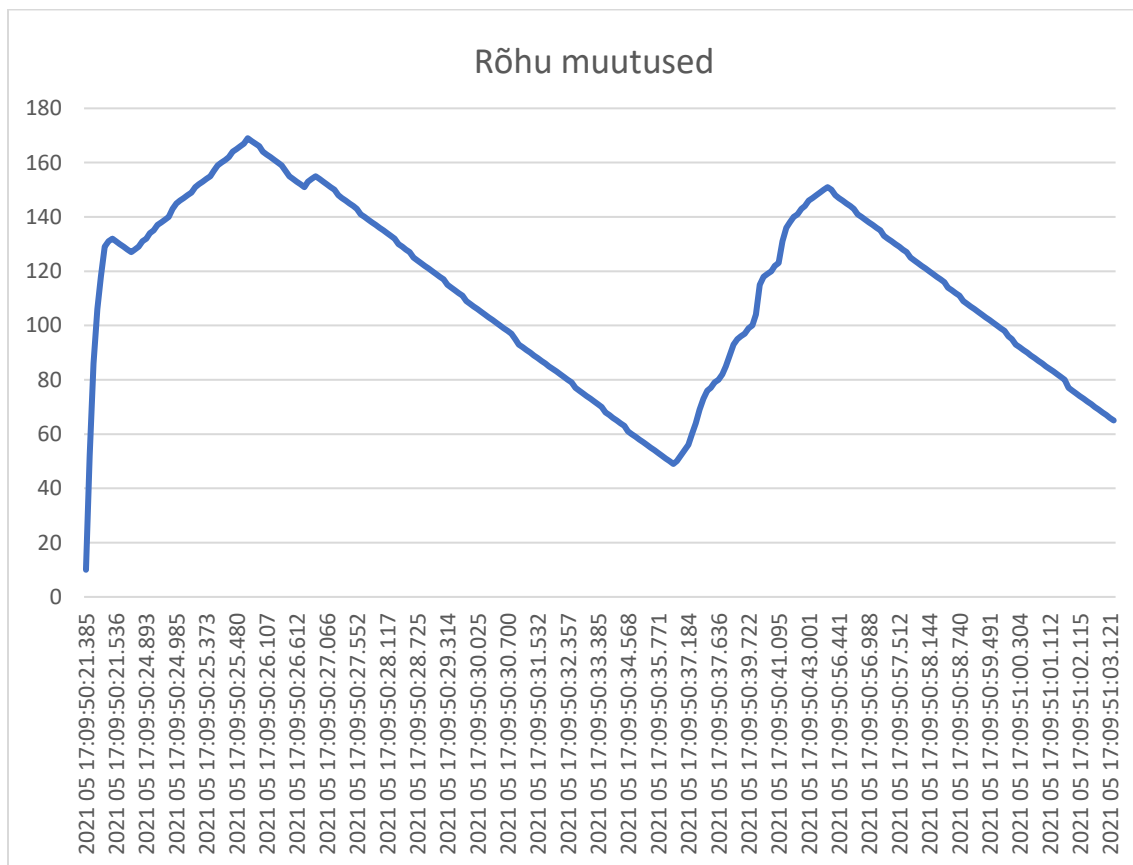
4.3 Ohutus

Ohutuse poole pealt langeb siiski vastutus juhtimissüsteemi integreerijale. Antud töö arendatud seadme eesmärk on salvestada rõhutsükleid hüdrosilindris. Eesmärgiks pole tagasisidestatud süsteemi loomine, kus rõhuanduri kaudu saaks seade hoiatada ka terve saha juhtimissüsteemi. Põhjuseks on võimalus, et terve masina sahkade ja lisaseadmete lisasüsteem võib olla teise tootja oma ning meie seade ei pruugi teiste süsteemide ja nende loogikaga koos toimida. Antud töös arendatav süsteem on eelkõige mõeldud sahkadele ainult info kogumiseks.

4.4 Testimine

Programmi testimine viidi läbi labori tingimustes, kus reguleeritava väljundpingega toiteplokk imiteeris anduri 0-10V sisendit. Muudeti väljundpinget ja vaadati mõõtetulemusi nii reaalsajas

kui ka hiljem teksti failidena andme logeri logist. Loger kirjutab ainult muutusi, stabiilset ühte väärtust ei kirjutatud teksti faili. Minimaalne tsükli aeg, mis kulub uue mõõtetulemuse registreerimiseks oli logifailis 8ms, mis on piisav lumesaha hüdrotsilindri rõhu mõõtmiseks tööajal, LISA 4 ja LISA 5.



Joonis 3.4. Rõhu imiteeritud muutused.

4.5 Kogu maksumus

Süsteemi ainult komponentide maksumus on välja toodud peatükis 3.3 tabelis 2. Lisaks komponentidele lisandub tööaeg ja hüdro voolikule kolmene liitmik, et saaks paigaldada andurit. Tööaeg jaotub kaheks: elektritööde valmidus ja programmeerimine ning seadme paigaldus sahal. Keskmiselt arvestatakse ettevõttele ühe töötaja töötunni kuluks 20 eurot. Tabeli 3.3 põhjal saab öelda, et kahe anduriga välja pakutud süsteemi omakulu ettevõttele on hinnanguliselt 934,24 EUR.

Tabel 3.3. Seadme kogu maksumus kuni paigalduseni

Kuluallikas:	Kogus:	Tüki hind, EUR:	Kokku, EUR :
Kontroller	1 tk	188,50	188,50
Kontrolleri karp	1 tk	25,20	25,20

Andme loger	1 tk	229,00	229,00
Andur	2 tk	111,70	223,40
Kolmene liitmik[15]	2 tk	4,07	8,14
Elektritööde ettevalmistus ja programmerimine	4 h	20,00	80,00
Seadme paigaldus sahale	4 h	20,00	80,00
		Kokku:	834,24

KOKKUVÕTE

Antud lõputöö eesmärgiks oli luua mõõteseade lumesaha hüdrosilindritele, et mõista paremini sahaale mõjuva takistusjõu mõjumist väänderaamile hüdrosilindrite kaudu. Selle mõistmiseks pidi lõputöö käigus arendama välja mõõteseadme, mida saaks klient ise lumesahale paigaldada. Saadavad tulemused pidid muutma selgemaks takistusjõu suurust lumesaha töötingimustes ning tulemustest pidi kajastuma liigsed suurused, kui saha ei kasutatud eesmärgi põhiselt.

Töö käigus vaadati erinevate tootjate toodangut ning tutvuti lumesaha ehitusega ja kuidas just hüdrosilinder väänderaami kõige rohkem mõjutab. Lisaks tutvuti erinevate ostutoodetega, mis olid hüdrorõhuandurid võimalusega infot salvestada.

Kuna ostutooted ei olnud kõige mõistlikumad lahendused antud olukorras, siis pakuti välja töö käigus eraldi seade, mis saaks selle ülesandega hakkama. Selle seadme eeliseks on kiirus, odavus ja robustselt lihtne ning miinusteks seade on kohmakas ning pole jäädavalt kaitstud soolalahuse eest.

Töö käigus pandi ka süsteem reaalsuses kokku, kuid kuna lõputöö tegemise ajal enam lund maas ei olnud, siis päris saha peal seadet testida ei saanud. Kindlasti oleks vaja tulevikus see ära proovida, kui seda süsteemi edasi arendada. Süsteemi testiti reguleeriva väljundpingega toiteploki, mis imiteeris anduri sisendit. Labori tingimustes süsteem toimis.

Edasi arendamise poole pealt oleks vaja panna seade elektrikilbi sisse, mis annab seadmele lisakaitset lume ja soolalahuse eest. Kilbi valmides peaks süsteemi katsetama päris saha peal, päris tingimustes. Töötingimustes seadmega töötades tuleb optimeerida ka tundlikkus, kui suuri kõikumisi rõhus salvestatakse. Reaalsete mõõtetulemuste visualiseerimiseks võiks kirjutada Exceli programmi tekstifaili info konverteerimiseks, et mõista tulemusi paremini.

CONCLUSION

The purpose of this thesis was to create a measuring device for snowplows hydraulic cylinders to have a better understanding how cylinders affect the frame. To understand the forces that cylinders affect the frame. The idea was to develop a device that client could mount on their snowplow easily. The results had to show the size of the forces that affect the frame and if the plow had been used purposefully.

This thesis gave a view of different snowplows and the basic principles how snowplows are built. This paper explains more in depth how cylinders affect the frame most. Also, the research compares different hydraulic sensors that have the option to save measurements.

Since already available solutions were not suitable for this operation. This thesis offers a new system for it. The advantage of the offered solution was speed, price and usability however the problem was that it was big and was not well protected.

During the process, a system was created and assembled, but during the writing of this thesis there was no snow and real testing could not be done. The testing in real work environment needs to be done in the future. System was tested in laboratory environment, where a power supply acted as a sensor. In the laboratory environment the system worked as was needed.

In future development there is a need for extra casing that protects against snow and salt water. The device needs to be tested out in the real work environment. In the actual environment there needs to be optimized for accurate measurement sensitivity. For better visualization of the results in the future there needs to be a programmed excel file, that could convert log data into a more readable information.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- [1] Flowchart Maker & Online Diagram Software, kodulehekülg, [WWW]: <https://app.diagrams.net/> (16.05.2021)
- [2] Meiren Engineering OÜ, [WWW]: <https://meiren.ee/toode/n-seeria-maantee-lumesahk-mskn/> (16.05.2021)
- [3] Meiren Engineering OÜ, [WWW]: <https://meiren.ee/toode/lumesahk-vts02/> (14.05.2021)
- [4] Mählers lumesahatootja veoauto esisahk, kodulehekülg, [WWW]: <http://mahlers.se/en/mahlers/products/diagonal-plows/product.html?productName=DPF> (16.05.2021)
- [5] Arctic Machine, veoauto esisahk, kodulehekülg, [WWW]: <https://www.arcticmachine.fi/en/products/snow-removal/fro/>
- [6] Stark lumesahatootja, traktori V sahk, kodulehekülg, [WWW]: <https://stark.fi/en/s-product/stark-v-plows-for-over-6-t-machines/>
- [7] SensorsOne kodulehekülg, [WWW]: <https://www.sensorsone.com/leo-record-pressure-data-logger/> (14.05.2021)
- [8] CAS DataLoggers kodulehekülg, [WWW]: <https://www.dataloggerinc.com/product/tdwlb-dl-wireless-pressure-data-logger/> (14.05.2021)
- [9] WIKA, rõhuandur, kodulehekülg, [WWW]: <https://shop.wika.com/en-en/cpg1500.WIKA#tabs> (14.05.2021)
- [10] Omniinstruments, kodulehekülg, [WWW]: <https://www.omniinstruments.co.uk/leo-record-pressure-data-logger.html#upsell-product-div> (14.05.2021)
- [11] IFM CR0401 mikrokontroller, kodulehekülg, [WWW]: <https://www.ifm.com/fi/en/product/CR0401> (14.05.2021)
- [12] IFM EC0401 kate, kodulehekülg, [WWW]: <https://www.ifm.com/fi/en/product/EC0401?tab=details> (16.05.2021)

[13] IFM PU5400 rõhuandur, kodulehekülg, [WWW]:

<https://www.ifm.com/fi/en/product/PU5400> (14.05.2021)

[14] CSS electronics, Data logger, kodulehekülg, [WWW]:

<https://www.csselectronics.com/screen/product/can-bus-logger-canlogger2000>

(14.05.2021)

[15] Trabiflex, hüdro kolmikliite, kodulehekülg, [WWW]:

<https://www.trabiflex.ee/et/a/kolmik-tollmoot-tollmoot-tollmoot-1-4-1-4-1-4> (16.05.2021)

LISA 1. PROGRAMMI PEAKOOD

CoDeSys - EQ.pro* - [PLC_PRG (PRG-FBD)]

File Edit Project Insert Extras Online Window Help

00 %

0001 PROGRAM PLC_PRG
 0002 VAR
 0003
 0004 Init1: BOOL:=TRUE;
 0005 CycleTime:DIWORD;
 0006 MaxCycleTime:DIWORD;
 0007 ResetMax:BOOL;
 0008 Start_time: TIME;
 0009
 0010 vooltrue: BOOL;
 0011 rohk: WORD;
 0012 kirjuta: BOOL:=FALSE;
 0013 sisend_0: INPUT
 0014 rohk_array:ARRAY[0..7] OF BYTE;
 0015
 0016 DATA_LOGGERISSE: CAN_TX;
 0017 sisend: WORD;
 0018 USB: CAN_TX;
 0019 END_VAR

0001
 CANOpenHeaderCh1

0002
 CANOpenHeaderCh2

0003
 OR
 ResetMax: Init1
 reset_max_cycletime
 cycletime_us
 max_cycle_us
 MaxCycleTime
 CycleTime

0004
 sisend_0
 TRUE
 ENABLE
 0 CHANNEL
 3 MODE
 4 FILTER
 VALUE
 sisend
 RESULT

0005
 sisend
 Andur
 sisend
 40 tundlikkus
 rohk
 kirjuta
 kirjuta
 WORD_TO_BYTE
 rohk_array[0]

0006
 DATA_LOGGERISSE
 CAN_TX
 kirjuta
 sisend
 2 CHANNEL
 288 ID
 rohk_array DATA
 RESULT

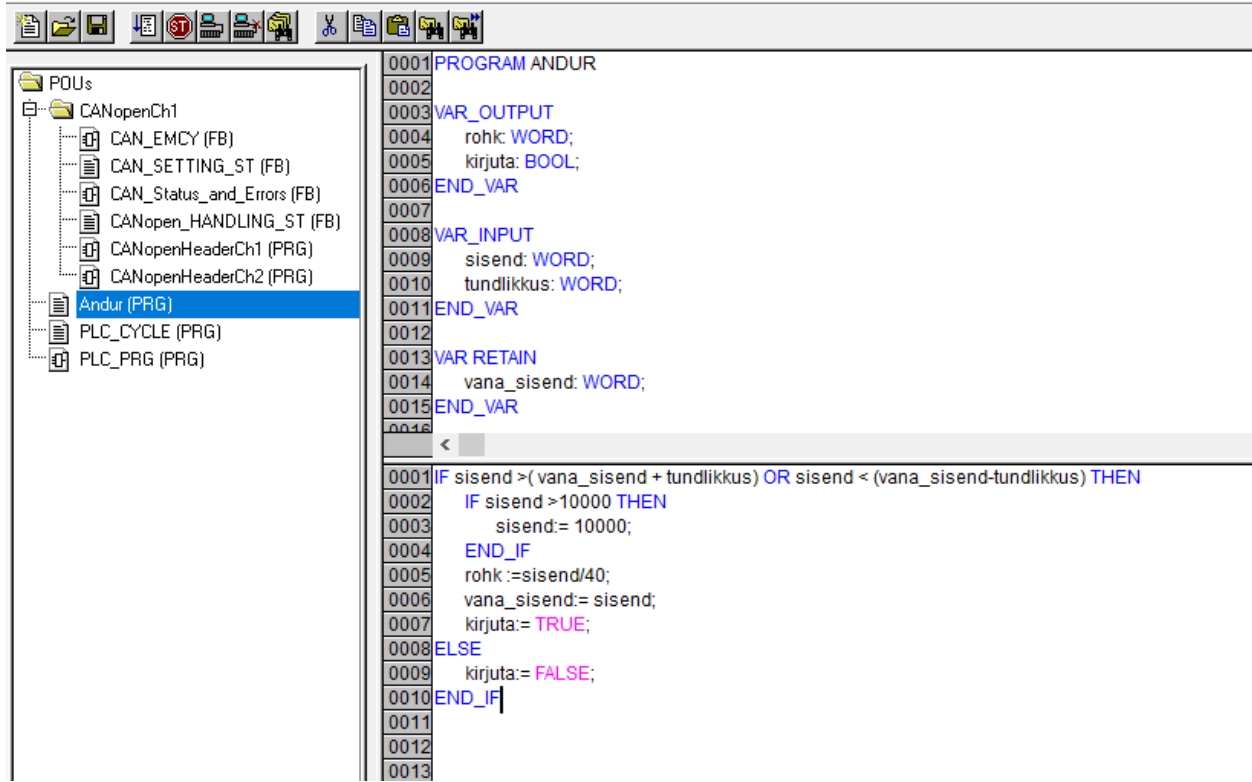
0007
 USB
 CAN_TX
 kirjuta
 sisend
 1 CHANNEL
 287 ID
 rohk_array DATA
 RESULT

0008
 last line

POU: Dat... Visu... Res...

ONLINE OV READ

LISA 2. ANDUR FUNKTSIOON



The screenshot displays a PLC programming environment. On the left, a project tree under 'POUs' shows a folder 'CANopenCh1' containing several function blocks (FB) and programs (PRG). The 'Andur (PRG)' is selected. On the right, the ladder logic editor shows the code for the 'Andur' program. The code includes variable declarations for 'rohk' (WORD), 'kirjuta' (BOOL), and 'vana_sisend' (WORD), and a conditional logic block that checks if the current 'sisend' value is greater than the previous value plus a time delay or less than the previous value minus a time delay. If true, it sets 'kirjuta' to TRUE and updates 'vana_sisend'.

```
0001 PROGRAM ANDUR
0002
0003 VAR_OUTPUT
0004   rohk: WORD;
0005   kirjuta: BOOL;
0006 END_VAR
0007
0008 VAR_INPUT
0009   sisend: WORD;
0010   tundlikkus: WORD;
0011 END_VAR
0012
0013 VAR RETAIN
0014   vana_sisend: WORD;
0015 END_VAR
0016
0001 IF sisend > (vana_sisend + tundlikkus) OR sisend < (vana_sisend - tundlikkus) THEN
0002   IF sisend > 10000 THEN
0003     sisend := 10000;
0004   END_IF
0005   rohk := sisend / 40;
0006   vana_sisend := sisend;
0007   kirjuta := TRUE;
0008 ELSE
0009   kirjuta := FALSE;
0010 END_IF
0011
0012
0013
```

LISA 3. MÕÕTETULEMUSE SAATMINE CAN SIINI

0002 VAR

0003

0004 Init1: **BOOL**:=**TRUE**;

0005 CycleTime:**DWORD**;

0006 MaxCycleTime:**DWORD**;

0007 ResetMax:**BOOL**;

0008 Start_time: **TIME**;

0009

0010 vooltrue: **BOOL**;

0011 rohk: **WORD**;

0012 kirjuta: **BOOL**:=**FALSE**;

0013 sisend_0: **INPUT**;

0014 rohk_array:**ARRAY**[0..7] **OF BYTE**;

0015

0016 DATA_LOGGERISSE: CAN_TX;

0017 sisend: **WORD**;

0018 USB: CAN_TX;

0019 **END_VAR**

0020

sisend_0

INPUT

TRUE—ENABLE VALUE — sisend

0—CHANNEL RESULT —

3—MODE

4—FILTER

0005

Andur

sisend—sisend rohk—WORD_TO_BYTE — rohk_array[0]

40—tundlikkus kirjuta—kirjuta

0006

DATA_LOGGERISSE

CAN_TX

kirjuta—ENABLE RESULT

2—CHANNEL

288—ID

rohk_array—DATA

0007

USB

CAN_TX

kirjuta—ENABLE RESULT

1—CHANNEL

287—ID

rohk_array—DATA

0008

last line

LISA 4. REAALAJAS CAN2 SIINI INFOLIIKUMINE

1 0.000000	CAN	16 STD: 0x00000120	aa 00 00 00 00 00 00 00
2 0.068000	CAN	16 STD: 0x00000120	ab 00 00 00 00 00 00 00
3 0.144000	CAN	16 STD: 0x00000120	ad 00 00 00 00 00 00 00
4 0.193000	CAN	16 STD: 0x00000120	ae 00 00 00 00 00 00 00
5 0.260000	CAN	16 STD: 0x00000120	af 00 00 00 00 00 00 00
6 0.333000	CAN	16 STD: 0x00000120	b0 00 00 00 00 00 00 00
7 0.389000	CAN	16 STD: 0x00000120	b1 00 00 00 00 00 00 00
8 0.510000	CAN	16 STD: 0x00000120	b2 00 00 00 00 00 00 00
9 26.094000	CAN	16 STD: 0x00000120	b3 00 00 00 00 00 00 00
10 26.140000	CAN	16 STD: 0x00000120	b4 00 00 00 00 00 00 00
11 26.192000	CAN	16 STD: 0x00000120	b5 00 00 00 00 00 00 00
12 26.233000	CAN	16 STD: 0x00000120	b6 00 00 00 00 00 00 00
13 26.281000	CAN	16 STD: 0x00000120	b7 00 00 00 00 00 00 00
14 26.600000	CAN	16 STD: 0x00000120	b8 00 00 00 00 00 00 00
15 44.947000	CAN	16 STD: 0x00000120	b9 00 00 00 00 00 00 00
16 44.996000	CAN	16 STD: 0x00000120	bb 00 00 00 00 00 00 00
17 45.025000	CAN	16 STD: 0x00000120	bc 00 00 00 00 00 00 00
18 45.049000	CAN	16 STD: 0x00000120	bd 00 00 00 00 00 00 00
19 45.073000	CAN	16 STD: 0x00000120	be 00 00 00 00 00 00 00
20 45.095000	CAN	16 STD: 0x00000120	bf 00 00 00 00 00 00 00
21 45.124000	CAN	16 STD: 0x00000120	c0 00 00 00 00 00 00 00

LISA 5. LOGIFAILI ESIMESED 50 RIDA

```
# Logger ID: id0001
# Session No.: 23
# Split No.: 1
# Time: 20210517T095021
# Value separator: ";"
# Time format: 6
# Time separator: ":"
# Time separator ms: "."
# Date separator: " "
# Time and date separator: ":"
# Bit-rate: 250000
# Silent mode: false
# Cyclic mode: false
Timestamp;ID;Data
2021 05 17:09:50:21.385;120;0a00000000000000
2021 05 17:09:50:21.394;120;3400000000000000
2021 05 17:09:50:21.402;120;5600000000000000
2021 05 17:09:50:21.410;120;6a00000000000000
2021 05 17:09:50:21.418;120;7600000000000000
2021 05 17:09:50:21.428;120;7e00000000000000
2021 05 17:09:50:21.436;120;8100000000000000
2021 05 17:09:50:21.444;120;8300000000000000
2021 05 17:09:50:21.460;120;8400000000000000
2021 05 17:09:50:21.536;120;8300000000000000
2021 05 17:09:50:21.578;120;8200000000000000
2021 05 17:09:50:21.626;120;8100000000000000
2021 05 17:09:50:21.681;120;8000000000000000
2021 05 17:09:50:21.736;120;7f00000000000000
2021 05 17:09:50:24.833;120;8000000000000000
2021 05 17:09:50:24.855;120;8100000000000000
2021 05 17:09:50:24.877;120;8300000000000000
2021 05 17:09:50:24.893;120;8400000000000000
2021 05 17:09:50:24.908;120;8600000000000000
2021 05 17:09:50:24.923;120;8700000000000000
2021 05 17:09:50:24.932;120;8900000000000000
2021 05 17:09:50:24.941;120;8a00000000000000
2021 05 17:09:50:24.949;120;8b00000000000000
2021 05 17:09:50:24.959;120;8c00000000000000
2021 05 17:09:50:24.968;120;8e00000000000000
2021 05 17:09:50:24.976;120;8f00000000000000
2021 05 17:09:50:24.985;120;9100000000000000
2021 05 17:09:50:24.994;120;9200000000000000
2021 05 17:09:50:25.002;120;9300000000000000
2021 05 17:09:50:25.011;120;9400000000000000
2021 05 17:09:50:25.020;120;9500000000000000
2021 05 17:09:50:25.035;120;9700000000000000
2021 05 17:09:50:25.051;120;9800000000000000
```

LISA 6. SEADME PAIGUTUS RAAMIL

