



EESTI MAAÜLIKOOL

Tehnikainstituut

**Kristo Pahla**

**PINNASEPUUR ECHO EA-410 ESKIISPROJEKT**

**EARTH AUGER ECHO EA-410 DEVELOPMENT PROJECT**

Bakalaureusetöö

Tehnika ja tehnoloogia õppekava

Tootmistehnika eriala

Juhendaja: lektor Aare Aan, *PhD*

Tartu 2017

# SISUKOKKUVÕTE

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Bakalaureusetöö lühikokkuvõte	
Autor: Kristo Pahla		Õppekava: Tehnika ja tehnoloogia	
Pealkiri: Pinnasepuur Echo EA-410 eskiisprojekt			
Lehekülgi: 45	Jooniseid: 15	Tabeleid: 4	Lisasid: 4
Osakond: Põllumajandus- ja tootmistehnika osakond ETIS Teadusvaldkond: 4. Loodusteadused ja tehnika ETIS Teaduseriala: 4.14 Tootmistehnika ja tootmisjuhtimine CERCS Teaduseriala: T130 Tootmistehnoloogia Juhendaja: Aare Aan, PhD Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2017			
<p>Ehitusregistri andmetel lubati 2016.aastal kasutusse 4732 uut eluruumi, see on 763 eluruumi rohkem kui aasta varem. Eesti ehitusettevõtted ehitasid 3% rohkem kui eelneval aastal. Viies aastat järjest kasvas uute eluruumide arv. Eluruumide arvu kasv suurendab piirdeaedade rajamise vajadust. Lõputöö käsitleb pinnasepuur Echo EA-410 seadme tootearendust ja täiustamist, eesmärgiga seadmel esinevate puuduste väljatoomist ja parendamist. Töö koostamisel on konsulteeritud kahe spetsialisti arvamusega, kes kasutavad antud masinaid igapäevaselt. Teostatud on turuanalüüs olemasolevate lahenduste ja seadmete parameetrite võrdlemiseks. Tulemusena on välja toodud seadmete eelised ja puudused.</p> <p>Järgnevalt teostati Echo EA-410 põhjalik ülevaade seadmel esinevatest puudustest. Peamisteks probleemseteks kohtadeks on väljundvõlli seiskamise puudus ning käepidemete nõrkus ja ebamugavus. Reduktiori seiskamiseks on välja pakutud kaks lahendust. Käepideme puuduste kõrvaldamiseks projekteeriti konstruktsioon ühes tükis ning asendati olemasolev gaasihoob kahe teisega.</p> <p>Lõputöös püstitatud eesmärk sai täidetud. Antud seadmel esinevad puudustele pakuti välja lahendused ning sobivuse korral need rakenduvad.</p>			
Märksõnad: tootearendus, pinnasepuur, projekteerimine			

# ABSTRACT

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Bachelor's Thesis	
Author: Kristo Pahla		Speciality: Production Engineering	
Title: Earth auger Echo EA-410 development project			
Pages: 45	Figures: 15	Tables: 4	Appendixes: 4
Department: Department of agricultural and production engineering ETIS field of research: 4. Natural Sciences and Engineering ETIS scientific profession: 4.14 Industrial Engineering and Management CERCS scientific profession: T130 Production technology Supervisors: Aare Aan, PhD Place and date: Tartu 2017			
<p>According to the Estonian Register of Buildings, 4732 new dwellings were authorised in 2016, 763 more than in the previous year. Estonian building companies built 3% more than in the previous year. The number of new dwellings grew for the fifth year in a row. The growth of dwellings increases the need of fencing. This thesis concerns the product design and improving of the Echo EA-410 earth auger, with the aim of presenting various disadvantages of the device and the ways of improving said disadvantages. Two specialists who use devices said on a daily basis were consulted for the thesis. A market analysis in order to compare established solutions and the parameters of devices was carried out. As a result, the advantages and disadvantages of the devices have been presented.</p> <p>A comprehensive overview of the Echo EA-410 device has been given. The main problems are the lack of shutting down the output shaft and the weakness and discomfort of the handles. Two solutions of shutting down the reductor have been offered. In order to remove the disadvantages of the handles, the construction was designed in one piece and the available accelerator was replaced with two others.</p> <p>The aim of the thesis was achieved. Solutions for the disadvantages of the device were offered and if suitable, will be applied.</p>			
Keywords: product design, earth auger, projecting			

# SISUKORD

SISUKOKKUVÕTE .....	2
ABSTRACT .....	3
TÄHISED JA LÜHENDID .....	5
SISSEJUHATUS .....	6
1. MATERJALI KIRJELDUS.....	7
1.1. Maapinna puurimine .....	7
1.2. Ülevaade seadmetest .....	7
1.3. Turuülevaade olemasolevatest puuridest.....	8
1.3.1. STIHL BT 130 .....	9
1.3.2. ECHO EA – 410.....	10
1.3.3. LUMAG EB – 400 PRO .....	11
1.3.4. OLEO – MAC MTL 51.....	12
2. SEADME KIRJELDUS .....	13
2.1. Metoodika .....	13
2.2. Hammasreduktorid .....	13
2.3. Reduktorkorpuse kere .....	14
2.4. Seadme puudused.....	16
2.5. Echo EA-410 väljundvõlli seiskamine .....	17
2.6. Karteri osa pikendamine.....	17
2.7. Käepide ja selle puudused .....	18
3. SEADME LAHENDUSTE PROJEKTEERIMINE .....	22
3.1. Kiirkinnituse projekteerimine reductorile .....	22
3.2. Karteri osa pikendamine.....	24
3.3. Käepideme projekteerimine .....	26
KOKKUVÕTE .....	30
KASUTATUD KIRJANDUS.....	31
SUMMARY .....	33
LISAD .....	34
Lisa A. Ehitatud eluruumid 1950-2015.....	35
Lisa B. Pinnasepuur Echo EA-410 hooldusintervall .....	36
Lisa C. Kiirkinnituse moodsud .....	37
Lisa D. Tehnilised joonised .....	38
Lihtlitsents.....	45

## TÄHISED JA LÜHENDID

$F$	–	Jõud, N
$P$	–	Võimsus, kW
$\text{cm}^3$	–	Mootori töömaht kuupsentimeeter
$\text{p/min}$	–	Puuri pöörlemiskiirus, pööret minutis
$\tau_s$	–	Nihkepinge, $N/mm^2$
$\mu\text{m}$	–	Mikromeeter
$F_{allow}$	–	Nihkejõud
$\tau_{s.allow}$	–	Lubatud nihkepinge, $N/mm^2$
$\tau_{sB}$	–	Nihketugevus, $N/mm^2$
$l$	–	Käepideme pikkus, m
$S$	–	Toru ristlõikepindala, mm
$d$	–	Tihvti läbimõõt, mm
$M10$	–	Keerme tähis
$ISO$	–	Standardmõõdud
$GOST$	–	Venemaa standard
$C\varphi$	–	Hallmalmi tähis
$B\varphi$	–	Kõrgtugevmalmi tähis

## SISSEJUHATUS

Ehitusregistri andmetel lubati 2016.aastal kasutusse 4732 uut eluruumi, mida on 763 võra rohkem kui aasta varem. Eesti ehitusettevõtted ehtasid 3% rohkem kui eelneval aasta. Üksikelamuid ehitati 2015. aastal 1068, mida on eelneva aastaga võrreldes 280 võrra rohkem. Nõudlus hea asukohaga ja kvaliteetsete uute elamispindade järele kasvas kuuendat aastat järjest. Ehitatud eluruumide arvu kasv on näidatud Lisas A. [1] Uute elamute ehitus toob kaasa piirdeaedade mahu suurenemise.

Lõputöö käsitleb pinnasepuur Echo EA-410 tootearendust ja täiustamist. Masinat kasutatakse peamiselt piirdeaia posti aukude tegemiseks ning postvundamendi rajamisel. Peamisteks lõppklientideks on maaomanikud, tööstusettevõtted ning erinevate rajatiste haldajad, kes soovivad krundi piirata aiaga. Töö eesmärgiks on seadmel esinevate puuduste väljatoomine ja parendamine.

Esimeses osas kirjeldatakse puurimisprotsessi. Antakse ülevaade seadme kirjeldusest ning kasutamisevõimalustest ehitusel. Lisaks võrreldakse erinevaid puurseadmeid, nende parameetreid, puudusi ja olemasolevaid lahendusi.

Teises peatükis antakse ülevaade töö metoodikast. Tutvutakse hammasreduktoritega ning antakse ülevaade reduktorite korpuse materjali valikust. Tuuakse välja seadmel esinevad puudused.

Kolmandas peatükis kirjeldatakse seadme reduktorile kiirkinnituse ja käepideme lahenduse projekteerimist.

# 1. MATERJALI KIRJELDUS

## 1.1. Maapinna puurimine

Maapinna puurimine on enimlevinud viise aukude tegemiseks. Pidades maakoore pealmist kihti, ehk mulda, materjaliks siis liigitub puurimine materjali lõikamise põhiprotsesside hulka [2,3]. Puuritakse puuri pöörlemise ja sirgjoonelise ettenihke koosmõjul. Pöörlemiseks kasutatakse peamiselt kahe- ja neljataktilisi mootoreid ning seadme raskusjõu tulemusel saadakse vertikaalne ettenihke [3].

Ehituses kasutatakse maa sisse puurimist peamiselt postvundamendiga ehitiste rajamisel. Sellisteks on kuurid, terrassid, kasvuhooned ja piirdeaiad. Enamasti tehakse vajaminevad augud labidaga kaevates kuna auke on vähe ja pole otstarbekas teisi alternatiive otsida. Olukord muutub, kui ehitise pindala on suur ja rajatavaid poste tuleb palju. Piirdeaedade rajamisel on otstarbekas asendada käsitsi kaevamine puuriga töötamisele. See võimaldab märkimisväärselt vähendada tööle kuluvat energia- ja ajakulu. Masinaga puurimine muudab töötamise efektiivsemaks ja kiirendab ehitiste valmimist.

## 1.2. Ülevaade seadmetest

Purseadmeid on olemas erineva konstruktsiooni ja mootoriga. Peamiselt kasutatakse kahetaktilisi mootoreid kuna sellise mootori puhul on töötakt poole sagedam, saadav võimsus ja seadme mõõtmed väiksemad kui neljataktilisel. Lisaks on nende ehitus palju lihtsam, puuduvad sisse- ja väljalaskeklapid ning neid liigutav süsteem. Kütusena kasutatakse mootoribensiini ja õli segu, sest neis puudub eraldiseisev õlitussüsteem. Ehitus on lihtne detailide vähesuse tõttu. Samas peitub ehituse lihtsuses ka probleeme. Nimelt osa küttesegust väljub süsteemist koos heitgaasidega, kuna nii sisse- kui ka väljalase on samaaegselt avatud. Selle tulemusel läheb osa kütust raisku tõstes märgatavalt kütusekulu. Lisaks suurendab kütusesse segatud õli heitgaaside hulka. Õlikulu seadmel on suur ja hõõrduvad detailid kuluvad kiiremini [4,5].

Järgmiseks tähtsaks komponendiks on puur. Antud seadmele on võimalik paigaldada 100 - 250 millimeetrise läbimõõduga puure. Stabiilsemaks puurimiseks on puuri ots odaja kujuga.

Puuri spiraali alguses asub lõiketera. See on kulumaterjal ning tuleb pidevalt kontrollida ja vajadusel välja vahetada.

### 1.3. Turuülevaade olemasolevatest puuridest

Pinnasepuure on mitmeid ja neid võid jaotada mootori, konstruktsiooni, disaini või muude parameetrite poolest. Eestis on enim levinumateks firmadeks Saksamaa *Stihl* ja Jaapani *Echo* kaubamärgid. Mõlemal firmal on aastakümnete pikkune kogemus erinevate käsiseadmete valdkonnas. Tabelis 1 on välja toodud Eestis müügil olevate pinnasepuuride võrdlus.

**Tabel 1.** Eestis müügil olevate pinnasepuuride võrdlus

Parameetrid	STIHL BT 130	ECHO EA-410	LUMAG EB-400PRO	OLEO-MAC MTL 51
Mootoritüüp	4-MIX, neljataktiline	Kahetaktiline	Neljataktiline	Kahetaktiline
Võimsus, kW	1,4	1,68	2,4	1,5
Mootori töömaht, cm <sup>3</sup>	36,6	42,7	140	47,7
Kütusepaak, l	0,53	1,0	0,55	1,05
Tööriista läbimõõdud, mm	20-200	100-250	60-300	80-200
Puuri pöörlemiskiirus, p/min	9500	9800-11500	3600	9900
Reduktori seiskamine	QuickStop kiirpidur	Puudub	Puudub	Puudub
Kaal ilma tööseadmeta, kg	9.9	9.9	25	9.1
Hind	799€ [6]	779€ [7]	838.80€ [8]	529€ [9]



### 1.3.1. STIHL BT 130

Eelised:

- Kompaktne raam
- Vahetatavad terad ja puuripea
- Taimede istutamiseks mõeldud lisa puur
- Piduri olemasolu võimaldab käivitusvõlli pidurdada ja puur pinnasest kätte saada
- Käte vibratsiooni vähendav raami tugipolster.

Puudused:

- Raami osade omavahelised ühendused on plastik kinnitustega
- Raam koosneb paljudest eraldi lülidest, kinnituspoltide rohkus
- Seade on mõeldud ainult üksinda töötamiseks
- Pidur rakendub vaid juhul kui pidurihoob vastu jalga liigub
- Väike kütusepaak.



**Joonis 1.1.** Pinnasepuur Stihl BT 130 [6]

### 1.3.2. ECHO EA – 410

Eelised:

- Vibratsiooni vähendav käepideme materjal
- Võimalik üksinda ja kahekesi töötada
- Kütusepaagi maht
- Vahetatavad terad

Puudused:

- Reduktori fikseerimine puudub
- Käepidemete nõrkus
- Väljalaske toru liiga lühike
- Kahetaktiline mootor saastab rohkem keskkonda



**Joonis 1.2.** Pinnasepuur Echo EA-410 [7]

### 1.3.3. LUMAG EB – 400 PRO

Eelised:

- Võimas mootor
- Teisaldatav gaasihoob
- Vibratsiooni vähendav käepidemete kate

Puudused:

- Poltkinnitusega käepide nõrgendab selle tugevust
- Võimsa mootori kohta liiga väike kütusepaak
- Juurde lisatavad käepideme sangad muudavad puurimise ohtlikuks
- Gaasihoovast pole võimalik seadet välja lülitada
- Suure massiga seade



**Joonis 1.3.** Pinnasepuur Lumag EB-400PRO [8]

### 1.3.4. OLEO – MAC MTL 51

Eelised:

- Suur kütusepaak
- Reduktori määrimise võimalus
- Soodne hind

Puudused:

- Puudub kahekesi puurimise võimalus
- Käepidemete ehitus nõrk



**Joonis 1.4.** Pinnasepuur Oleo-Mac MTL 51 [9]

## 2. SEADME KIRJELDUS

### 2.1. Metoodika

Antud töö raames käsitletakse olemasolevale tootele uute lahenduste genereerimist ja sõelumist, kontseptsiooni väljatöötamist ning tehnilist teostamist eskiisprojektina. Töös käsitletavat lahendust leiti loovustehnika ehk ajurünnaku tulemusel. Tuginedes valdkonna kahe spetsialisti väidetele tuvastati seadmel esinevad puudused ning pakuti nende poolt lahendusi.

### 2.2. Hammasreduktorid

Hammasreduktorid, nimetatakse ka kiirusreduktorid või käigukast, koosnevad hammasratastest, võllidest ja laagritest, mis on paigutatud kinnisesse ja määratud korpusesse. Hammasreduktoreid on olemas erineva suuruse võimsuse kui ka kiiruse suhte järgi. Nende ülesanne on muuta sissetulev kiirus väiksemaks ja suurendada sellega pöördemomenti. Olemas on palju erinevatele parameetritele vastavaid hammasrattaid, hinna poolest odavamad, pikendatud tööea, piiratud suuruse, müra, maksimaalse kasuteguriga ja veel muude parameetrite järgi [10: 75].

Hammasreduktorid on väga töökindlad ja kaua kestvad jõuülekanne detailid. Kaasaegsed komponendid, kaasaarvatud tihendid ja määrdeained on kõrgele temperatuurile vastupidavad. Kuigi väga kõrge temperatuur võib olla probleemiks. Reeglina ei tohi kiirusreduktorite õli temperatuur ületada 90°C või 37°C kõrgem ümbritseva keskkonna temperatuurist. Nende reeglite eiramine lühendab reduktori eluiga. Samuti tuleb tagada piisav õhu juurdepääs soojuse ära juhtimiseks [10: 82].

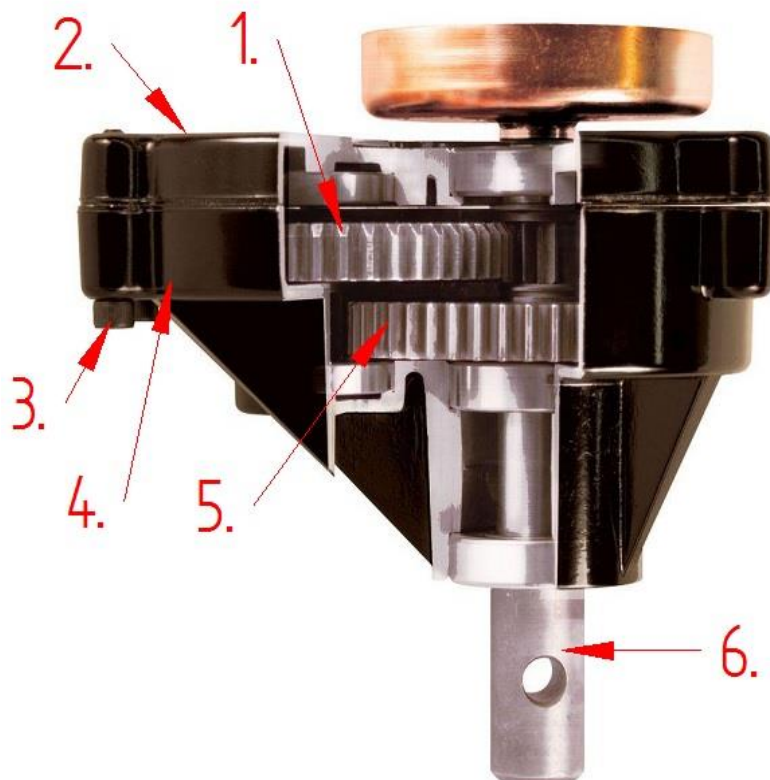
Tööstuslikud hammasreduktorid ei vaja väga palju hooldamist eriti kui need on tehase poolt täidetud kvaliteetse määrdeainega. Enamus juhtudel ei tule reduktoreis õli vahetada. Soovituslik on teostada õlivahetus parandus- või hooldustööde käigus. Regulaarselt tuleks kontrollida õli taset ning puhtust [10: 83].

*Echo* pinnasepuuri kasutusjuhendi järgi tuleks käigukasti õlitaset kontrollida 3 kuu või 90 töötunni pärast.

### 2.3. Reduktorkorpuse kere

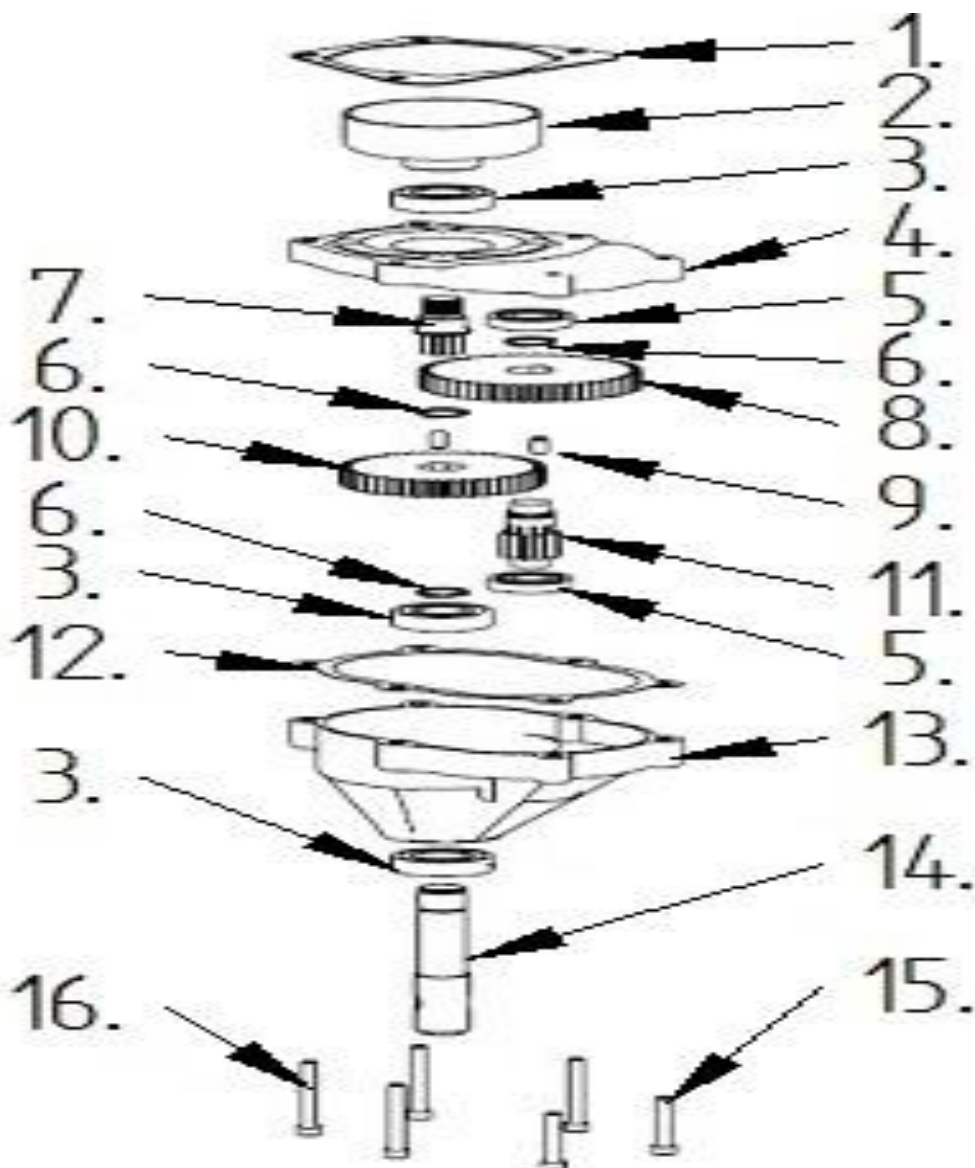
*GOST 1412-85* standardi järgi kasutatakse reduktori kere valamiseks enamasti hallmalmi *CЧ 10* või *CЧ 35*. Suurema koormuse korral kasutatakse kõrgtugevmalmi *BЧ 40* või valuterast. Reduktorkeresid, mille aeglase astme telgede vahe on kuni 160mm, võib valada ka alumiiniumsulamist. Üksiktootmises on sageli otstarbekas kere valmistada keeviskonstruktsioonina terasest. Kere kuju sõltub hammasrataste mõõtmeist ja tugevus-, jäikus-, tehnoloogia- ning esteetikanõudeist. Reduktori koostamise hõlbustamiseks on kere harilikult poolitatud, jaotatud karteriks ja kaaneks. Lahutuspind ühtib võllide telgtasandiga või on sellega risti (püstreduktorid). Enamasti on lahutuspind reduktori teotus- ja kaane pealispinnaga rööpne. Lahutuspinna tihendamiseks kaetakse enne reduktori koostamist õlikindla laki või erilise tihenduspastaga. Rõhtsa lahutuspinnaga reduktoritel kujundatakse mõnikord sellesse pinda õli väljavalgumist takistavad sooned [11: 162].

Parema ülevaate saamiseks on joonisel 2.3.1. reduktorkorpusest sooritatud läbilõige.



**Joonis 2.3.1.** Läbilõige *Earthquake 9800B* reduktorkorpusest [12] 1. Hammasratas (48 hammast), 2. Reduktori kaas, 3. Kinnituspolt, 4. Reduktori karter, 5. Hammasratas (44 hammast), 6. Väljundvõll

Joonisel 2.3.2 on näidatud reduktori detailid. Tabelis 2 on välja toodud reduktori osade tähendused.



**Joonis 2.3.2.** Echo EA-410 reduktori detailid [13]

**Tabel 2.** Echo EA-410 reduktori detailide tähendused

Tähis	Tähendus	Tähis	Tähendus
1.	Seib	9.	Silindertihvt
2.	Siduri trummel	10.	Hammasratas
3.	Laager	11.	Hammasvõll

**Tabel 2. Järg**

Tähis	Tähendus	Tähis	Tähendus
4.	Redukti kaas	12.	Tihend
5.	Laager	13.	Redukti karter
6.	Ümarseib	14.	Väljundvõll
7.	Hammasvõll	15.	Redukti polt lühem
8.	Hammasratas	16.	Redukti polt pikem

## 2.4. Seadme puudused

Antud töös käsitletakse pinnasepuur *Echo EA-410*. Seadmega on võimalik töötada kuni -5 külmakraadidega ning hea õhkjahutus tagab töötamise ka suve kuumuses. Seadme korraline hooldamine on tehtud väga lihtsaks. Enamus hooldustöid saab tehtud lihtsamate tööriistadega. Masina kasutusjuhendisse on lisatud piltidega õpetused, erinevate filtrite ja väljalaskesüsteemi puhastamiseks [7]. Lisas B on välja toodud seadme hooldustööde intervall.

Seadme kasutamise käigus on esinenud erinevaid puudusi. Peamiselt tuleb seadmega puurida aiapostide jaoks vajalikke auke. Aed, kui krundipiiri tähistav rajatis, asub tihtipeale sõiduteede vahetusläheduses, kus puuritav maapind on kõvem ja võib esineda puurimist takistavaid kive. Samuti muudavad puurimise raskemaks puujuured, mida puur ei suuda katki teha. Kui puur takerdub juure või kivi taha, ei suuda mootor enam puuri ringi ajada. Sellise olukorra kiireks lahendamiseks oleks vaja seadme väljundvõll seisata ja puuri pöörlemissuunale vastu pöörata. Selline lahendus antud seadmel puudub ning muudab puuri kättesaamise väga keeruliseks.

Teiseks seadmega töötamise puuduseks on käepideme konstruktsiooni nõrkus ja ebamugavus. Hetkel kasutuses olev käepide on projekteeritud üksinda töötamiseks. Enamasti töötatakse siiski kahekesi, sest see muudab seadme kasutamise stabiilsemaks. Kahekesi töötamine tagab aukude sirguse kuna üksinda töötades ei suuda puuri otse hoida



ja tekivad viltused augud. Võib ka juhtuda, et puur nihkub ettenähtud kohast ära ja auk tuleb vale koha peale. Seadme juhtkäepide tuleb kohandada nii, et arvestatakse üksinda kui ka kahekesi puurimisvõimalust. Lisaks on käepideme konstruktsioon projekteeritud nõrgalt ja seda on mitmeid kordi keevitusega tugevdatud.

## **2.5. Echo EA-410 väljundvõlli seiskamine**

Antud seadmel puudub väljundvõlli peatamise võimalus. Seda läheb vaja kui puur takerdub töötamisel muda, kivide või puujuurte taha. Ideaalseteks lahendusteks oleks masina käigukasti uus projekteerimine ja selle päri- ja vastupäeva puurimiseks muutmine. Seda aga pole otstarbekas teha, sest sel juhul oleks odavam täiesti uus seade projekteerida. Vähem töömahukamaks lahenduseks oleks reduktorilekande peatamine kiirkinnitusega. Poldi paigaldamiseks tuleb puurida ava läbi reduktorkorpuse kaane ja seisatava hammasratta. Polt on jäigalt kinnitatud reduktorkorpuse külge. Keerates fikseerimispolti 90 kraadi võrra see pikeneb ja läbib hammasratta. Hammasrattasse tuleb teha üks või kaks ava, mida tihtvt läbib. Avade tegemisel tuleb arvestada, et nende rohkus vähendab oluliselt hammasratta tugevusparameetreid. Lisaks tuleb arvesse võtta poldile rakenduvaid jõudusid. Takerdunud puuri käsitsi vastupäeva pöörates võib pöörama panev jõud olla suurem poldi vastupanu jõust ning- polt võib purudena. Pärast poldi paigaldamist tuleb kindlasti puhastada reduktori korpuse seesmine osa, kuna puurimisel eraldub palju laastu ning see võib hammasrattaid kahjustada.

## **2.6. Karteri osa pikendamine**

Teiseks sobivaks lahenduseks väljundvõlli seiskamiseks oleks reduktori karteri osa pikendamine. Pikendatud osa ulatub üle väljundvõlli. Mõlemast detailist puuritakse läbi ava, millest asetatakse läbi polt. Poldi valimisel tuleb lähtuda tugevusarvutusest läbilõikele. Väljundvõlli läbimõõt on 22 millimeetrit, seega poldi ava ei tohi olulisel määral nõrgestada võlli.

Projekteerimisel tuleb tähelepanu pöörata juurde keevitava detaili seinapaksusele ja materjalile. Vastasel korral murdub juurde keevitatud detail ära. Kui lahendus peaks jõudma massitootmiseni, tuleks karteri osale teha uus vorm ning valada see ühes tükis. Üksiktarbija jaoks oleks majanduslikult otstarbekas lüli juurde keevitada. Keevitamisel tuleb arvestada

corpuse otsas oleva laagriga. Selle liikumine ei tohi saada kahjustatud. Samuti peab säilima laagri vahetamise võimalus. Corpusele mõjub inimese poolt rakendatav jõud.

Antud lahendust on lihte teostada ja käivitusvõlli seiskamiseks vajalik jõud mõjub suuremas osas corpusele. Seoses sellega vähendatakse hammasratastele mõjuvat jõudu ja välditakse nende purunemist.

Joonisel 2.6.1 on näidatud olemasoleva karteri korpus.



**Joonis 2.6.1.** Karteri osa altvaates [14] 1. Laager, 2. Karteri pikendatav serv, 3. Kinnituspoltide avad

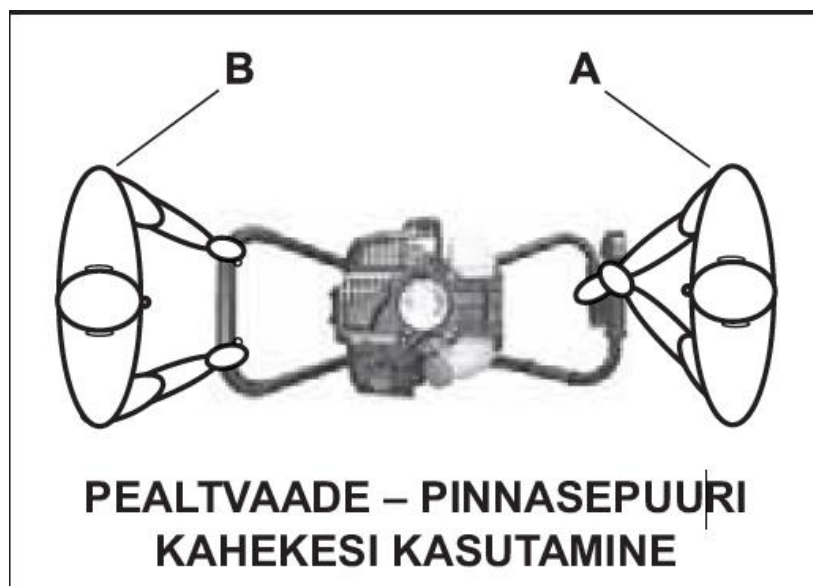
## 2.7. Käepide ja selle puudused

Käepide koosneb kahest pooldest – aaskäepidemest ja gaasihoovast. Joonisel 2.7.1. on näidatud käte asend üksinda puurimisel, vasakule jääb gaasihoob koos alumise käepidemega

ning paremal asub aaskäepide. Kahekesi töötades hoiab abiline aaskäepidemest kinni ja juht gaasihoovast ning alumisest käepidemest, mida on kujutatud joonisel 2.7.2.



**Joonis 2.7.1.** Käte asend üksinda puurimisel [7]



**Joonis 2.7.2.** Käte asend kahekesi puurides [7]

Kahekesi puurimise peamist puudust kirjeldab joonis 2.7.2. Juht, joonisel tähistatud A tähega, hoiab parema käega alumisest käepidemest ja vasaku käega gaasihoovast. Tegemist on väga ebamugava asendiga, kuna käed asetsevad risti. Pealegi on vasaku käega

gaasipäästiku vajutamine harjumatu. Lisaks võib see ohustada seadmega töötajaid, kui juht ei suuda vasaku käe sõrmedega gaasipäästikut ohuolukorras kiiresti vabastada.

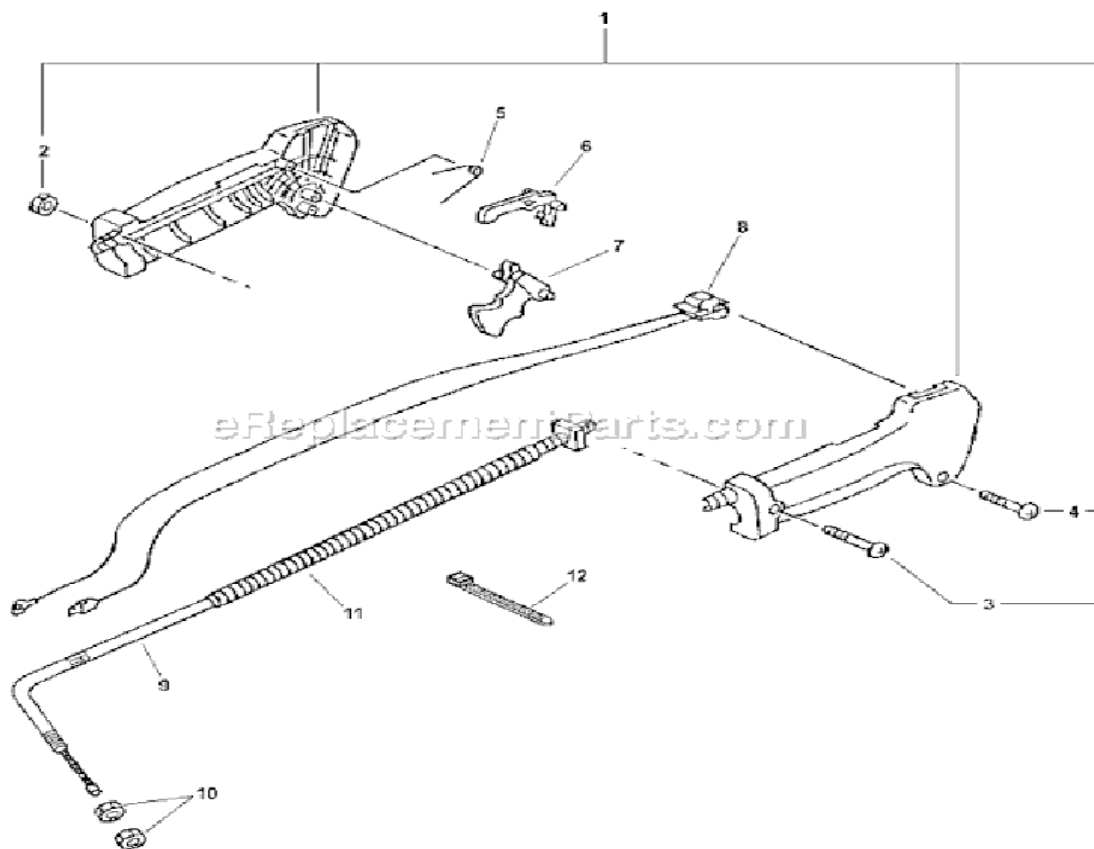
Teiseks suureks puuduseks on alumise käepideme konstruktsiooni ehitus. Juhi poolt rakendatav jõud on suur tänu käepideme pikkusele, mille tulemusel pikeneb jõu õlg. Käepide on painutatud 2 millimeetri paksusest torust. Paraku jääb see alumise käepideme jaoks liiga nõrgaks. Seadme viie - aastase kasutusaja jooksul on käepidet kolmel korral keevitusega parandatud. Joonisel 2.7.3. kirjeldab käepidemete paigutust raamil.



**Joonis 2.7.3.** Käepidemete asetus [14] 1. Gaasihoova koost, 2. Alumine käepide, 3. Aaskäepide

Gaasihoova koost sisaldab kasutaja jaoks põhilisi juhtimisseadiseid: gaasipäästikut, seiskamislüliti ja gaasipäästiku lukku. Kui gaasipäästiku lukk on kinni, ei ole võimalik gaasipäästikut kasutada [7].

Joonisel 2.7.4. kirjeldab kasutuses olevat gaasikäpideme koostu.



Joonis 2.7.4. Hetkel kasutuses olev gaasihoova koost [14]

Tabel 3. Pinnasepuuri gaasihoova lülide tähendused

Lüli	Tähendus	Lüli	Tähendus
1	Gaasihoova koost	7	Gaasipäästik
2	Mutter	8	Süütelüliti
3	Polt 5x30	9	Seguklapi tross
4	Polt 3x25	10	Mutter
5	Vedru-drossel lukk	11	Trossi kaitsekate
6	Drosseli sulgur	12	Kaablivits kinnitus

## 3. SEADME LAHENDUSTE PROJEKTEERIMINE

### 3.1. Kiirkinnituse projekteerimine reduktorile

Kiirkinnituse valimisel tuleb arvesse võtta keerme pikkust, tihvti tugevust nõtketele ja materjali vastupidavust ilmastikule. Kiirkinnitus peab läbima reduktorkorpuse kaane ja lõppema enne hammasratast. Kiirkinnituse otsast väljaulatuv osa peab läbima täispikkuses hammasratta.

Kiirkinnitusele nõutavad parameetrid:

- Tihvti tugevus läbilõikele
- Tihvti korpuse sisse- ja väljaulatuvat pikkust
- Pöörämisel väljaulatuv osa peab täielikult läbima hammasratta
- Korrosiooni kindel

Antud kriteeriumitele vastab Kipp tootekataloogist K0632 kuju C roostevaba kiirkinnitus, mida on näidatud joonisel 3.1.



**Joonis 3.1.** Reduktori kaanele paigaldatav kiirkinnitus Kipp K0632 C [15]

Kinniti lukustusmaterjal on roostevabast terasest numbriga 1.4034. Kuna tihvt töötab vaid nihkele, siis tuleb kontrollida lubatud maksimaalset nihkejõudu.

$$F_{allow} = S \cdot \tau_{s.allow} \quad (1)$$

kus  $S$  – tihvti ristlõikepindala  $mm^2$

$F_{allow}$  – Lubatud nihkejõud

Tihvti ristlõikepindala on leitav valemiga:

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 5^2}{4} = 19,6 \text{ mm}^2 \quad (2)$$

Kus:  $d$  – tihvti läbimõõt

Ristlõikepindala on  $19,6 \text{ mm}^2$ . Lubatud nihkepinge leitakse valemiga:

$$\tau_{s.allow} = \frac{\tau_{sB}}{v} = \frac{450}{1,5} = 300 \text{ N/mm}^2 \quad (3)$$

Kus:  $\tau_{sB}$  – nihketugevus  $N/mm^2$

$v$  – ohutustegur

Ohutustegur kompenseerib tugevust vähendavaid tegureid. Soovituslik ohutustegur staatilisel koormusel terasele jääb vahemikku 1,2 - 1,8. Arvutustes kasutatakse aritmeetilise keskmise teel leitud ohutustegurit ehk 1,5. Omadusklassiga A2-70 roostevaba tihvti voolepiir on 450  $N/mm^2$ . Tihvtile lubatud nihkejõud

$$\text{Lubatud nihkepinge : } F_{allow} = 19,6 \cdot 300 = 5,9 \text{ kN} \quad (1)$$

Eeldades, et inimese poolt rakendatav jõud on 1000 N on antud tihvti tugevusvaru üle 5 kordne.

Järgnevalt tuleb reduktori kaanest puurida ava M10 keerme jaoks. Ava läbimõõduks peab olema 11 millimeetrit [15]. Väljaulatuva tihvti läbimõõt on 5 millimeetrit. Tuginedes Lisa

C-le on kiirkinnituse ülemiseks piirhääbeks -0.02 ja alumiseks -0.04  $\mu\text{m}$ . Mehaanika inseneri käsiraamatu leheküljel 105 ISO istude tabelist sobib M piirhääbega siirdeist. Lisas D, tehniliste joonistena, on näidatud kiirkinniti asend hammasrattal.

### 3.2. Karteri osa pikendamine

Eelpoolt esitatud joonisel (joonis 2.6.1) tuleb pikendada olemasolevat serva 15 cm võrra. Pikendatud osa peab ulatuma üle väljundvõlli. Tegemist on üksik seadme tootearendusega, mistõttu on otstarbekas antud pikendus karteri külge keevitada. Kui rakendatav lahendus jõuaks masstootmisse siis oleks majanduslikult otstarbekas uuendada karteri valuvormi. Tähelepanu tuleb pöörata sellele, et alumises osas asub laager (joonis 2.6.1). Juurde keevitatav detail ei tohi laagri tööd häirida ning peab säilima laagri vahetamise võimalus.

Läbi pikendatud osa ja väljundvõlli tuleb puurida avad, millest oleks võimalik läbi asetada polt M5. Poldile vastav tugevusarvutus.

$$F_{allow} = S \cdot \tau_{s.allow} \quad (1)$$

kus  $S$  – poldi ristlõikepindala  $\text{mm}^2$

$F_{allow}$  – Lubatud nihkejõud

Poldi ristlõikepindala on leitav valemiga:

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 5^2}{4} = 19,6 \text{ mm}^2 \quad (2)$$

Kus:  $d$  – poldi läbimõõt

Ristlõikepindala on  $19,6 \text{ mm}^2$ . Lubatud nihkepinge leitakse valemiga :

$$\tau_{s.allow} = \frac{\tau_{sB}}{v} = \frac{400}{1,5} = 266,66 \text{ N/mm}^2 \quad (3)$$

Kus:  $\tau_{sB}$  – nihketugevus  $\text{N/mm}^2$

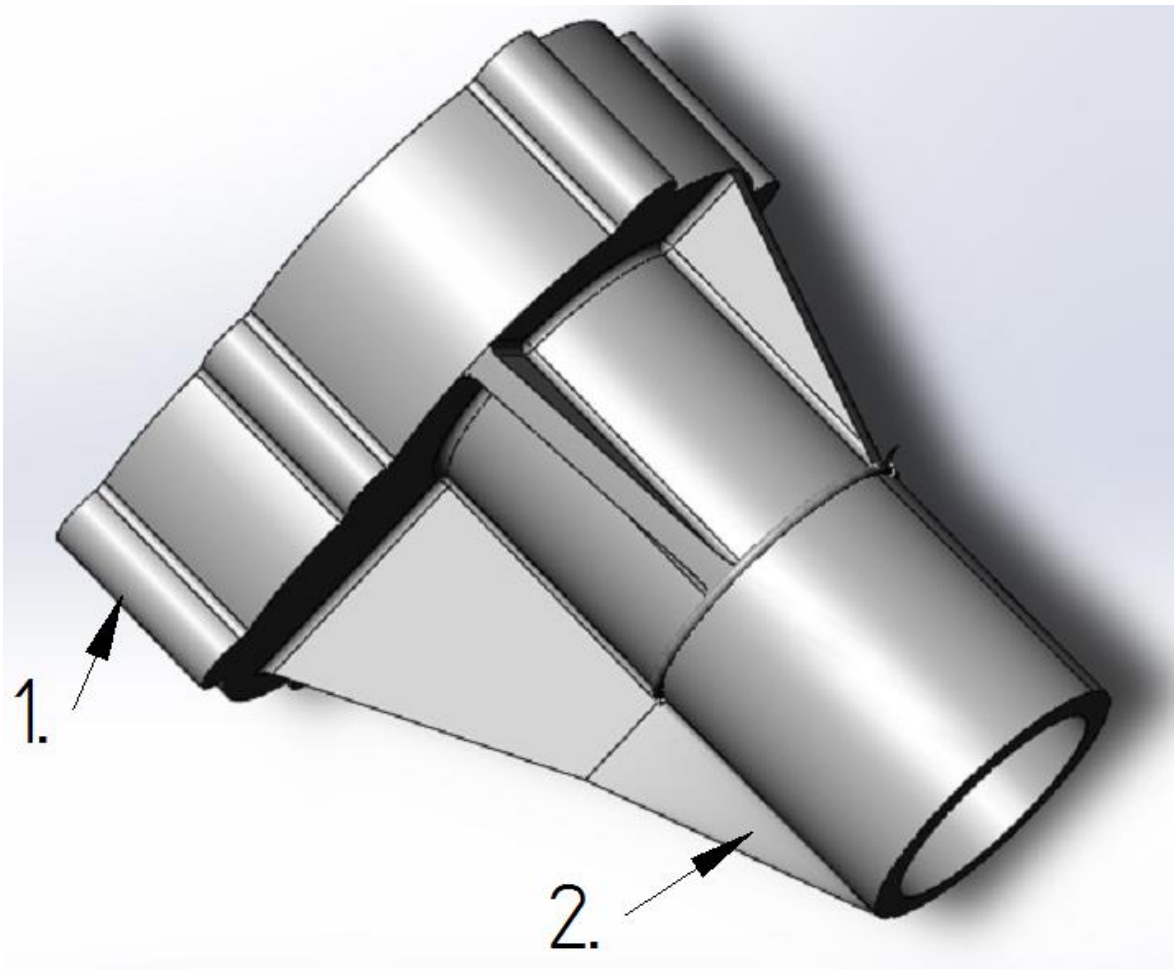


v – ohutustegur

Ohutustegur kompenseerib tugevust vähendavaid tegureid. Soovituslik ohutustegur staatilisel koormusel terasele jääb vahemikku 1,2-1,8. Arvutustes kasutatakse aritmeetilise keskmise teel leitud ohutustegurit ehk 1,5. Omadusklassiga 5,8 poldi voolepiir on 400 N/mm<sup>2</sup>. [15]

Poldile lubatud nihkejõud:  $F_{allow} = 19,6 \cdot 266,66 = 5,2 \text{ kN}$  (1)

Poldi purunemiseks tuleb rakendada jõudu 5,2 kN. Inimene ei suuda seadet sellise jõuga pöörata seega antud polti saab konstruktsioonis kasutada. Joonis 3.2. näitab karterit koos juurde keevitatava detailiga.



**Joonis 3.2.** Karteri osa koos keevitatud pikendusega: 1. Karteri olemasolev osa, 2. Juurde projekteeritud osa.

### 3.3. Käepideme projekteerimine

Projekteerimise eelduseks on käepideme vastupidavamaks muutmine ning töömugavuse parandamine. Toru välisläbimõõt on 42,4 millimeetrit, seinapaksusega 3 millimeetrit.

Ümartoru tuleb painutada sarnaselt, et olemasolevad kinnitused sellega ühtiksid. Arvestada tuleb toru pikkuse vähenemisega painutamisel. Vajamineva toru pikkus on arvutatud allpool. Aaskäepideme kohale tuleb paigaldada kätele mõjuvat vibratsiooni vähendav isolatsioonikate.

Toru pikkust arvutatakse keskdiaometri kaudu. Selle leidmiseks tuleb välisdiaameetrist lahutada materjali paksus.

$$d_m = D - t \quad (4)$$

$$d_m = 42.4 - 3 = 39,4$$

Kus:  $d_m$  – keskdiaameeter

$D$  – välisdiaameeter

$t$  – materjali paksus

Toru keskdiaameetriks on 39.4 millimeetrit. Järgmisena saab leida kogu toru pikkuse. Selleks kasutan valemit

$$l = \frac{\pi \cdot d_m \cdot \alpha}{360^\circ} \quad (5)$$

Kus :  $d_m$  – keskdiaameeter

$\alpha$  – kesknurk

$l$  – sirgpikkus

Projekteeritaval käepidemel on kolm erinevat raadiust. Kasutades (5) valemit saab leida raadiuste sirgpikkused.

50 raadiuse kaare sirgpikkuse leidmine

$$l_{50} = \frac{\pi \cdot 39,4 \cdot 124,29^\circ}{360^\circ} = 42,74 \text{ mm} \quad (5)$$

25 raadiuse kaare sirgpikkus on

$$l_{25} = \frac{\pi \cdot 39,4 \cdot 34,29^\circ}{360^\circ} = 11,79 \text{ mm} \quad (5)$$

30 raadiuse kaare sirgpikkus on

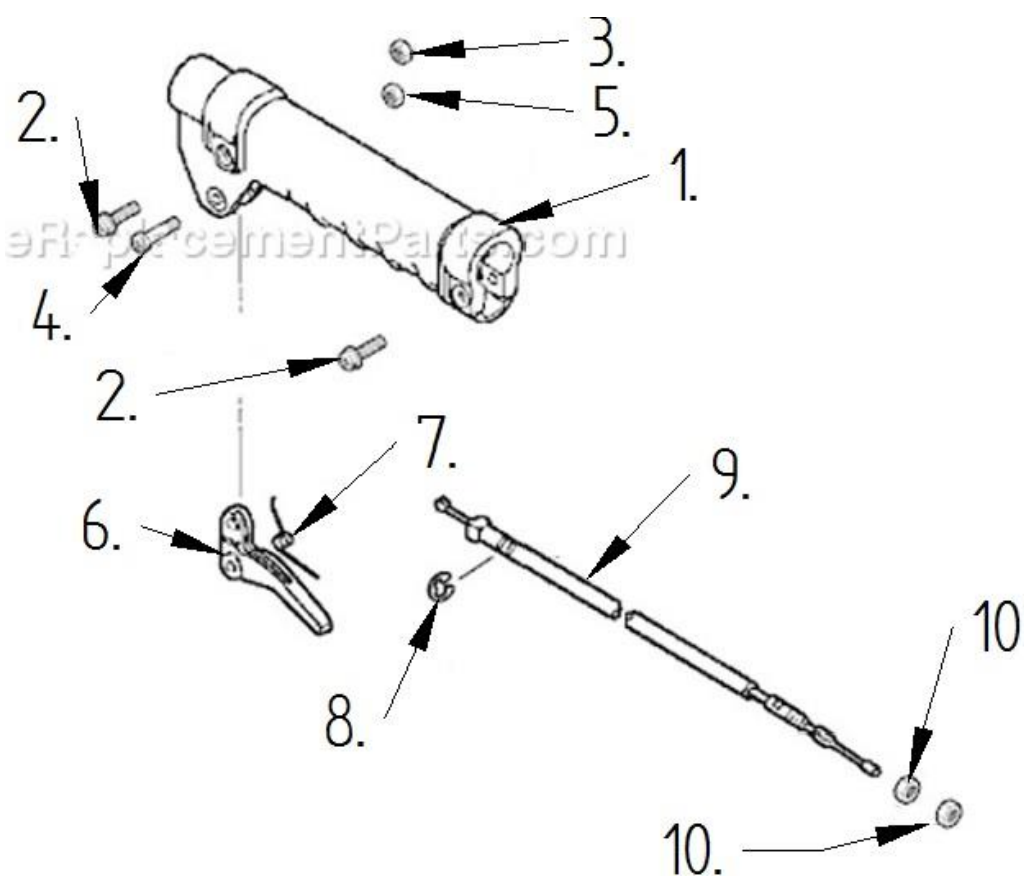
$$l_{30} = \frac{\pi \cdot 39,4 \cdot 30^\circ}{360^\circ} = 10,3 \text{ mm} \quad (5)$$

Arvutatud pikkustele tuleb juurde liita sirged lõigud

$$l_{kokku} = 4 \cdot 42,74 + 4 \cdot 11,79 + 4 \cdot 10,3 + 4 \cdot 180 + 2 \cdot 400 + 2 \cdot 320 \approx 2420 \text{ mm}$$

Valides käepideme välisdiameetriks 42,4 mm tuleb soetada toru pikkusega 2,42 meetrit.

Käepideme toru projekteerimisel lähtuti hetkel kasutuses oleva käepideme nõrkusest. Uus käepide on projekteeritud ühes tükis, painutatavad torud on liidetud keevitusega. Seoses sellega ei sobi enam vana gaasihoova koost. Uue käepidemena saab kasutada *Echo GT-201* trimmeri gaasihooba. Gaasikäepideme osad on välja toodud joonisel 3.3.1. Tegu on mudeliga, kus käepideme toru läbib hoova korpust mõlemast otsast. Antud käepidet on võimalik tellida *EReplacementparts* veebipoest.



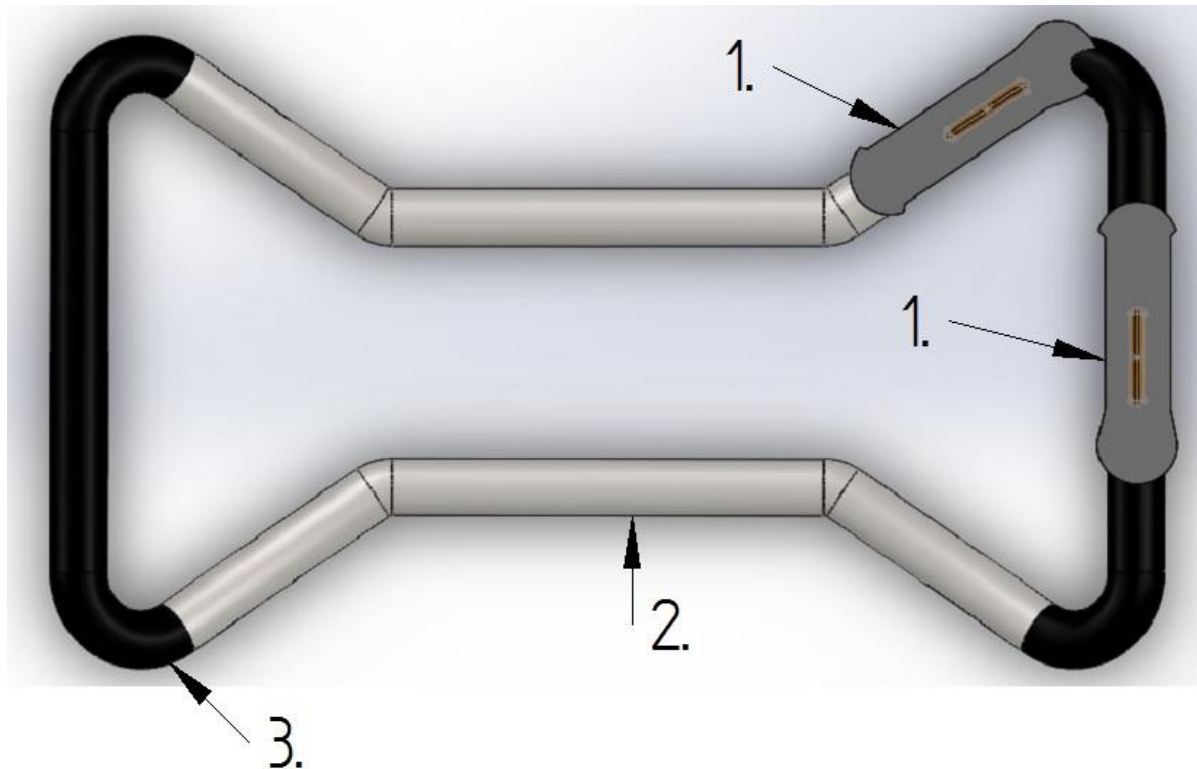
**Joonis 3.3.1.** Echo GT-201 gaaskäepideme koost [17]

Järgnevalt on tabel 4 välja toodud *Echo GT-201* gaaskäepideme osad.

**Tabel 4.** Echo GT-201 gaaskäepideme osad

Lüli	Tähendus	Lüli	Tähendus
1.	Käepide	6.	Gaasipäästik
2.	Kruvi 5x25	7.	Gaasipäästiku vedru
3.	Mutter	8.	E kujuline seib
4.	Kruvi	9.	Gaasitross
5.	Lukustus mutter	10.	Mutter

Kahekesi puurides tuleb seadme mugavamaks kasutamiseks lisada teine samasugune gaasihoob. Joonisel 3.3.2 on näidatud gaasihoobade asendid käepidemel.



**Joonis 3.3.2.** Projekteeritud käepidemete lahendus: 1. Gaasihoob, 2. Käepideme konstruktsioon raam, 3. Vibratsiooni isoleermaterjal

## KOKKUVÕTE

Bakalaureusetöö eesmärgiks oli pinnasepuur *Echo EA-410* probleemsete puudustega tutvumine ja paremate lahenduste pakkumine.

Töö esimeses peatükis anti ülevaade üldisemast puurimisprotsessist. Tutvuti seadmega tehtava töö tähtsuses. Järgmises alapeatükis esitati üldistav seadme kirjeldus. Seejärel võrreldakse olemasolevate puuride parameetreid ning toodi välja olulisemad eelised ja puudused.

Teine peatükk andis ülevaate töös kasutatavast meetodikast. Kirjeldati üksikasjalikult pinnasepuuri *Echo EA-410* olemasolevaid lahendusi ning nende puudusi. Käsitleti masina väljundvõlli seiskamise ja käepidemete puudusi ning lahendusi.

Viimases peatükis pakuti välja uued lahendused. Selleks teostati kiirkinnituse tugevusarvutus läbilõikele, et valitud komponent peaks rakendatavale jõule vastu. Teiseks seiskamise lahenduseks kasutati reduktori karteri osa pikendamist. Käepidemete lõpptulemuseks on ühest tükist koosnev raam. Kuna raam koosneb ühest tükist tuli asendada olemasolev gaasihoova koost. Uuenenud variandile on lisatud kaks gaasihooba. Antud lahendus muudab kahekesi puurimise mugavamaks.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Eesti statistika aastaraamat 2016. (2016). Statistikaamet. [https://www.stat.ee/valjaanne-2016\\_eesti-statistika-aastaraamat-2016](https://www.stat.ee/valjaanne-2016_eesti-statistika-aastaraamat-2016) (1.05.2017)
2. **Olt, J.** (2015). Põllumajandustehnika I: Põllundusmasinad. Tartu: Archimedes
3. Materjalid. (2001). Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool. <http://www.ene.ttu.ee/leonardo/materjalid/Materjalid.pdf> (20.04.2017)
4. **Manglus, M.** (2015). Etanoolkütuste kasutamine kahetaktilistes mootorites. (Bakalaureusetöö). Eesti Maaülikool, tehnika ja tehnoloogia õppekava. Tartu.
5. **Cameron, K.** (2015). *Cycle world.com*. Two-stroke Engines: Defining Their Purpose. <http://www.cycleworld.com/2015/04/06/two-stroke-motorcycle-engines-explained-tech-talk-by-kevin-cameron> (20.05.2017)
6. Pinnasepuur Stihl BT 130 kirjeldus. Tööriistakeskus. <https://www.tooriistakeskus.ee/product/pid/5390/bid/5395> (20.04.2017)
7. Pinnasepuur Echo EA-410 kasutusjuhend. [https://media.stokker.com/manual/00006874\\_082.pdf](https://media.stokker.com/manual/00006874_082.pdf) (20.04.2017)
8. Pinnasepuur Lumag EB-400PRO. Mets24. [http://mets24.ee/index.php?route=product/product&product\\_id=450](http://mets24.ee/index.php?route=product/product&product_id=450) (22.04.2017)
9. Pinnasepuur Oleo-Mac MTL 51.
10. Basic Training Industrial-Duty & Commercial-Duty. Marathon Motors. <http://www.marathonelectric.com/docs/SB800MEBasicTrainingManual11-08-13.pdf> (22.04.2017)
11. **Riives, E.** (1987). Hammasülekanded. Tugevusarvutus. Tallinn: Valgus
12. Earthquake 9800B läbilõige reduktorkorpusest. Get Earath Quake. <http://www.getearthquake.com/earth-auger-powerhead-2-person> (25.04.2017)
13. Operator`s Manual. Two-Man Earth Auger Powerhead 9800 Series. <http://www.homedepot.com/catalog/pdfImages/81/819c82da-1ffa-4642-a4bc-2c9d7d89e439.pdf> (16.04.2017)
14. Echo EA-410 detailid. eReplacement Parts. [http://www.ereplacementparts.com/echo-ea410-e01904001001-e01904999999-earth-auger-parts-c-35043\\_36031\\_36036.html](http://www.ereplacementparts.com/echo-ea410-e01904001001-e01904999999-earth-auger-parts-c-35043_36031_36036.html)
15. Seadme kiirkinnitus. Kipp. <https://www.kipp.com/ee/en/Products/Operating-parts-standard-elements/Spring-plungers-indexing-plungers-ball-lock-pins/Indexing-plungers-stainless-steel.html> (28.04.2017)
16. Mehaanikainseneri käsiraamat. (2012). /Toim. P. Kulu, E. Hendre. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus.

17. Trimmer Echo GT-201. eReplacement Parts. [http://www.ereplacementparts.com/echo-gt201-02001001-02999999-curved-shaft-grass-trimmer-parts-c-35043\\_35180\\_35302.html](http://www.ereplacementparts.com/echo-gt201-02001001-02999999-curved-shaft-grass-trimmer-parts-c-35043_35180_35302.html) (28.04.2017)



## **SUMMARY**

The aim of this thesis was to demonstrate the problematic drawbacks of the Echo EA-410 earth auger and to offer better solutions.

In the first chapter of the thesis, a general overview of the drilling process will be given and the device will be introduced. In the next sub-chapter, a general description of the device will be given. Two stroke engines are mainly used. An overview of general safety standards using the device will be presented. Furthermore, the parameters of available devices will be compared and significant advantages and disadvantages will be presented.

The second chapter will give an overview of the methodology used in the thesis. A comprehensive overview of the available options and their disadvantages of the earth auger Echo EA-410 will be presented. The options of handles and of stopping the output shaft will be addressed.

In the final chapter, new solutions have been designed. For that, calculation of strength of the indexing plunger in order to confirm that the chosen component would handle the applied force was made. Another option of shutdown is the prolongation of the crankcase of the reductor. The end result of the handles is a one-piece frame. As the frame consists of a single piece, the available assembly of the accelerator needed to be replaced. Two accelerators were added to the updated variant. This solution will make drilling together more convenient.

## **LISAD**

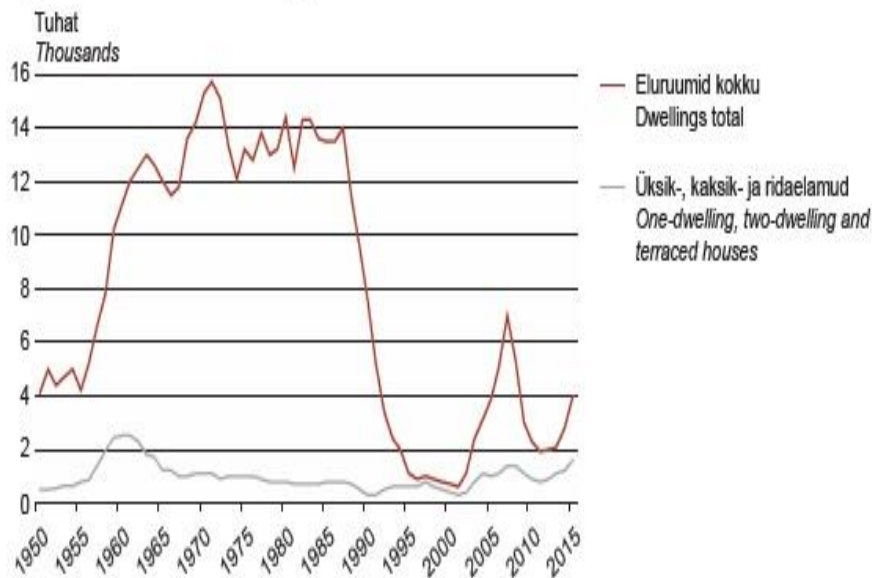
## Lisa A. Ehitatud eluruumid 1950-2015



EHITUS CONSTRUCTION

**Joonis 2. Ehitatud eluruumid, 1950–2015**

Figure 2. Constructed dwellings, 1950–2015



**Tabel 4. Kasutusse lubatud eluruumid elamu tüübi järgi, 2011–2015**

Table 4. Dwelling completions by type of residential building, 2011–2015

	2011	2012	2013	2014	2015	
Üksikelamud	632	766	808	788	1 068	One-dwelling houses
Kaksikelamud	78	104	158	188	202	Two-dwelling houses
Ridaelamud	119	80	146	214	318	Terraced houses
Korterelamud						Blocks of flats
1–2-korruselised	61	68	143	169	163	1–2-storeyed
3–5-korruselised	589	711	656	958	1 314	3–5-storeyed
6–8-korruselised	439	168	168	405	680	6–8-storeyed
vähemalt 9-korruselised	–	93	–	34	224	at least 9-storeyed
KOKKU	1 918	1 990	2 079	2 756	3 969	TOTAL

## Lisa B. Pinnasepuur Echo EA-410 hooldusintervall

### KVALIFIKATSIOONIASTE

Aste 1 = lihtne töö. Vajalikud on tavalised tööriistad.

Aste 2 = mõõdukalt raske töö. Vajalikud võivad olla mõned eritööriistad.

### HOOLDUSINTERVALLID

KOMPONENT/SÜSTEEM	HOOLDUSTÖÖ	NÕUTAV KVALIFIKATSIOONIASTE	IGA PÄEV VÕI ENNE IGA KASUTUSKORDA	IGA KORD, KUI LISATAKSE KÜTUST	3 KUUD VÕI 90 TÖÖTUNDI	KORD AASTAS 600 TÖÖTUNDI
Õhufilter	Kontrollimine/puhastamine	1	K / P *		R*	
Õhuklapp	Kontrollimine/puhastamine	1	K / P			
Kütusefilter	Kontrollimine/asendamine	1			K*	K / A*
Kütusepaagi korki tihend	Kontrollimine/asendamine	1			K*	A
Kütusesüsteem	Kontrollimine/asendamine	1	K (1)	K (1)		
Süüteküüнал	Kontrollimine/puhastamine/asendamine	1			K / P / A*	
Jahutussüsteem	Kontrollimine/puhastamine	2	K / P			
Summuti sädemepüüdur	Kontrollimine/puhastamine/asendamine	2			K / P / A*	
Silindri väljalaskeava	Kontrollimine/puhastamine/asendamine	2			K / P	
Käigukasti kere	Määrimine	2			K	
Tagasitõmbevedruga käiviti tross	Kontrollimine/puhastamine	1	K / P *			
Kruvid/mutrid/poldid	Kontrollimine, pingutamine/asendamine	1	K*			

**HOOLDUSTÖÖDE TÄHEKOODID:** K = KONTROLLIMINE, A = ASENDAMINE, P = PUHASTAMINE

**TÄHTIS MÄRKUS** – tabelis on antud maksimaalsed hooldusintervallid. Tegelik kasutamine ja teie kogemus määravad vajaliku hoolduse sageduse.

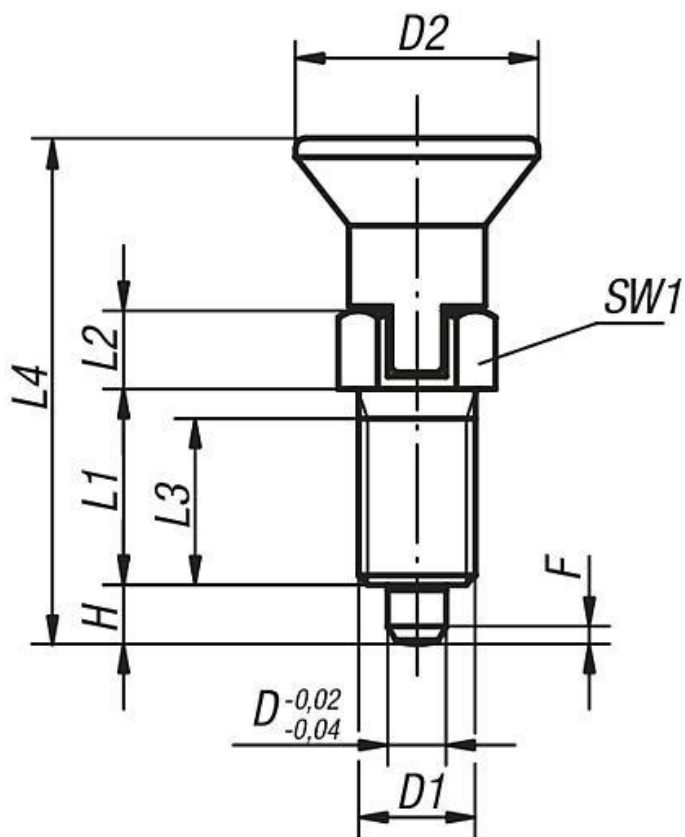
**MÄRKUSED HOOLDUSTÖÖDE KOHTA:**

(1) Väikeste lendheitmetega kütusepaagid EI NÕUA püsivalt madalate heitmenäitajate tagamiseks regulaarset hooldust.

\* Kõik asendussoovitused põhinevad sellel, et kontrollimise käigus on avastatud kahjustusi või kulumisi.

Lisa C. Kiirkinnituse mōõdud

Form C  
lockout type  
without locknut



Toote number	K0632.003105	L3	15
Mark	C	L4	43.5
Mudel	tugevdatud	H	5
D	5	SW1	13
D1	M10x1	F x 30°	1.3
D2	21	Vedrulle rakendatav jõud F1, N	5
L1	17	Vedrulle lõppsurve jõud F2, N	12
L2	7		

**Lisa D.** Tehnilised joonised















Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, \_\_\_\_\_,

(*autori nimi*)

sünniaeg \_\_\_\_\_,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

\_\_\_\_\_

(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja(d) on \_\_\_\_\_,

(*juhendaja(te) nimi*)

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor \_\_\_\_\_

(*allkiri*)

Tartu, \_\_\_\_\_

(*kuupäev*)

---

**Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Luban lõputöö kaitsmisele.

\_\_\_\_\_

(*juhendaja nimi ja allkiri*)

\_\_\_\_\_

(*kuupäev*)

