EESTI MAAÜLIKOOL

Tehnikainstituut

Rando Mitt

PÄIKEST JÄRGIVA VAHASULATUSSEADME KONSTRUKTSIOONI VALIK JA EHITUS

CONSTRUCTION OF A SOLAR TRACKING BEESWAX MELTING EQUIPMENT

Bakalaureusetöö

Tehnika ja tehnoloogia õppekava

Juhendaja: Nooremteadur Priit Pikk

Tartu 2015

LÜHIKOKKUVÕTE

Mitt, R. Päikest järgiva vahasulatusseadme konstruktsiooni valik ja ehitus. Bakalaureusetöö – Tartu: EMÜ, 2015. 38 lehekülge, 10 joonist, A4 formaadis. Eesti keeles.

Käesoleva töö eesmärk on päikest järgiva vahasulatusseadme ehitamine ja ehitamiseks kuluvate materjalide valiku tegemine. Automaatne vahasulatusseade ehitati kahe energiakasutuse eriala üliõpilase poolt: bakalaureusetöö koostaja ja Marten Lillemäe. Bakalaureusetöö koostaja ülesandeks oli seadme konstruktsiooni valik ja seadme ehitus. M.Lillemäe ülesandeks oli seadmele tarkvaralise ning riistvaralise lahenduse leidmine. Töö autor ehitas vahasulatusseadme, mis sobiks eelkõige väiksemate mesilastarude omanikele. Vahasulatusseade kasutab mesilaskärgede sulatamiseks päikesest tulevat soojust. Vahasulatusseade keerab ennast iga tunni aja jooksul päikese suunaga kaasa, kasutades selleks samm-mootorit. Samm-mootori töötamiseks vajalik toide saadakse päikesepaneelilt.

Bakalaureusetöö käigus valmis päikest järgiv vahasulatusseade. Valminud seade on vihmakindel, vastupidav tuulele, väikeste mõõtmetega ja kerge kaaluga. Valminud vahasulatusseadmega hoitakse kokku aeg, mis muidu kuluks vaha mesilas raamidest välja lõikamisele ja kuumal pliidil aeglaselt sulatades.

Märksõnad: Vaha sulatamine, vahasulatusseade, päikesepaneel, meekärgede sulatamine, automaatne süsteem

ABSTRACT

Mitt, R. Construction of solar tracking beewax melting equipment. Bachelor`s thesis.- Tartu: EMÜ, 2015. 38 pages, 10 figures, format A4. In Estonian.

This thesis has been written to construct a solar tracking beeswax melting equipment. Solar tracking beeswax melting equipment was built by two electrical engineering student: Bachelor thesis author and Marten Lillemäe. Bachelor thesis author aim was to construct and to choose right materials for solar tracking beeswax melting equipment. M.Lillemäe aim was to design software and hardware selection of a solar tracking beeswax melting equipment control system. Bachelor thesis author built beeswax melting equipment which fits for smaller beekeepers. Beeswax melting equipment uses solar heat in order to melt bee wax. Beeswax melting equipment turns towards sun once every hour using step-motor. Step-motor gets its energy from solar panel.

In this thesis author built beeswax melting equipment which is rainproof, wind resistant, with small dimensions and light weight. Finished beeswax melting equipment can save time spent on cutting beewax from frames and melting them over stove.

Keywords: wax melting, beeswax melting equipment, solar panels, honeycombs melting, an automatic system

SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE 2
ABSTRACT 3
LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU 5
SISSEJUHATUS 6
TÄNUAVALDUS 8
1.TÖÖ PIIRITLUS 9
2.MESILASVAHA SULATAMINE 10
3.PÄIKEST JÄRGIV VAHASULATUSSEADE 12
3.1.Seadme alus 13
3.1.1 Vahasulatusseadme metall torule mõjuv pinge arvutus 13
3.2 Võlli keerlev osa 16
3.3 Sulatuskasti kinnitav raam 17
3.4 Vahasulatuskast 18
3.5 Vahasulatuskasti plekk 19
3.6 Mootor 20
3.7 Hammasrattad 21
3.8 Mootori juhtploki karp 22
3.9 Päikesepaneel 23
KOKKUVÕTE 24
KASUTATUD KIRJANDUS 25
CONSTRUCTION OF SOLAR TRACKING BEEWAX MELTING EQUIPMENT SUMMARY 27
LISAD 28
Lisa A. Joonised 29
LIHTLITSENTS 38

LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU

M_{qd}	-	paindemoment, Nm
d_2	-	päikesepaneeli ja sulatuskasti maksimaalne kaugus võllist, m
F_m	-	osakaalukoormus, N
O_{vt}	-	osavarutegur
F_{wk}	-	tuulekoormuse mõju torule, N
Q_b	-	tuulekoormus, N/m2
c_{pe}	-	asukohategur vastava asukoha järgi
$c_{e(z)}$	-	asukoha tegur valitud kõrguse järgi
c_{fmax}	-	tuulejõu tegur
S_k	-	päikesepaneeli ja sulatuskasti kogupindala, m^2
M_{wdmax}	-	maksimaalne paindemoment, Nm
h	-	keskosa kõrgus maapinnast, m
M_{dmax}	-	paindemoment kokku, Nm
w	-	vastupanu moment, cm^3
d	-	toru läbimõõt alaosas, mm
x	-	toru seina paksus, mm
T	-	toru vöö paksus, mm
$M_{b,Rd}$	-	toru paindekandevõime Nm
S	-	süsiniku ekvivalendi arv metallis
O_{vrt}	-	materjali osavarutegur

SISSEJUHATUS

Eestis on tegeletud mesindusega juba aastakümneid. Mesindus on üks vanimaid loomakasvatusharusid. Nii on mesi ammust ajast tuntud väärtusliku toiduainena ja ravimina. Mesinikud saavad põhitulu mee müügist.

Vaha saadakse kasutusest kõrvaldatud kärgedest ja kärgede kaanetisest ehk koorimisvahast.

Selleks et mesilasvaha nn kätte saada, on aga vaja vaha sulatada. See on üks töömahukamaid töid.

Vaha sulatatakse erinevaid tehnikaid kasutades. Ettevõtted kes toodavad mett müügieesmärgiks, kasutavad vaha sulatamiseks tavaliselt aurusulatusmasinaid. Enda tarbeks ja väiksemate mesilastarude omanikud sulatavad mesilaskärgi, peamiselt keeva vee või auruga sulatades.

Selline käsitsi vahasulatuse viis on tülikas ja võtab kaua aega.

Sellest mõttest tekkis idee ehitada bakalaureusetöö raames automaatne vahasulatusseade, mis kasutab kärgede sulatamiseks päikesest tulevat soojusenergiat. Seadmel on samm – mootor mis iga tunni aja tagant keerab ennast päikesega kaasa, et päikesest tulev soojus oleks maksimaalne. Mootori liigutamiseks kasutatakse päikeseenergiat päikesepaneeli abil.

Automaatne vahasulatusseade ehitati kahe energiakasutuse eriala üliõpilase poolt: bakalaureusetöö koostaja ja Marten Lillemäe. Bakalaureusetöö koostaja ülesandeks oli seadme konstruktsiooni valik ja seadme ehitus. M.Lillemäe ülesandeks oli seadmele tarkvaralise ning riistvaralise lahenduse leidmine. Käesolevas töös kajastatakse vaid mesilasvaha sulatamisseadme ehitusega kaasnevat. M.Lillemäe töö koostatakse eraldi bakalaureusetööna.

Vahasulatusseadme ehitamisel seati eesmärgiks selle töökindlus, kerge kasutus ja vastupidavus ilmastikutingimustele. Seade peab võimaldama selle hoidmist õues, et seda ei peaks transportima iga päev varju alla. See seadis nõude kasutada seadme ehitamisel materjale mis oleksid ilmastikukindlad ja vastupidavad. Samuti seati eesmärgiks, et seade ei tohiks olla liiga suur ega kasutatavad materjalid liiga rasked, kuid samas ei tohi lasta

tuulel seadet ümber lükata. Seadmel, eriti just vahasulatuskastil, peab olema kaitse putukate eest, kes vahasulatusprotsessi võivad segada. Mootori juhtimiskeskusel peab samuti olema tagatud kaitse vihma eest.

Kuna seade ehitatakse väiksemate tarude arvuga mesinikele või harrastusmesinikele, siis leiti, et see peab olema väikeste mõõtmetega, kuid suutma võimalikult palju ja kiiresti vaha sulatada.

TÄNUAVALDUS

Avaldan suurt tänu minu bakalaureusetöö juhendajale Eesti Maaülikooli Tehnikainstituudi nooremteadurile Priit Pikk'ile eelkõige huvitava bakalaureusetöö teemavaliku tegemisel ning samuti asjalike märkuste eest töö juhendamisel.

Samuti tahan tänada minu vanaisa - algajat mesinikku Vladimir Zujevit, kes aitas kaasa minu bakalaureusetöö tegemisel mesilasvaha sulatusseadme tehniliste nõuannetega ning soovitustega.

Tänud ka minu kursusekaaslasele Marten Lillemäele hea koostöö eest.

Tänud nimetatud isikutele, mille tulemusel valmis praktikas kasutamistleidev töö.

1.TÖÖ PIIRITLUS

Bakalaureusetöö eesmärgiks on konstrueerida päikeseenergia abil liikuv vahasulatusseade, mis võimaldaks väikemesinikel tühjasid ja vanu meekärgi vahaks sulatada.
Eesmärgi saavutamiseks on seatud järgmised ülesanded ja tuginetud järgmistele probleemide arutlustele:

1) probleemi olemuse vaatlemine,
2) vahasulatusseadme ideede kaalutlemine ja nende üle arutlemine,
3) parima võimaliku lahenduse leidmine,
4) vahasulatusseadme ehitamiseks kasutatava materjali valimine,
5) tuule ligikaudse tugevuse arvutamine sulatusseadme kastile.

Valmistatud seade peab olema kerge kasutada. Vahasulatusseade peab hoidma kokku vahasulatusega tegelevate inimeste aega ja vähendama inimese poolt tehtud käsitsitööd vaha sulatamisel.
Seade tuleb ehitada ka vastupidavaks erinevatele ilmastikutingimustele - seade peab taluma tuult ja ka sademeid. Vahasulatusseade peab olema kohtpüsiv, seade peab kestma ja materjalid peavad olema kvaliteetsed , et tagada seadme töökindlus.

2.MESILASVAHA SULATAMINE

Ainuüksi 1 kg vaha tootmiseks kulub 3,35 kg mett ja natuke õietolmu. Koostiselt on vaha keerukas aine, mis sisaldab üle 300 keemilise ühendi. „70 – 75 % koostisesse kuuluvatest ainetest on keerulise ehitusega vesi, süsivesikud, vabad rasvhapped, eetrid, aromaatsed värv- ja mineraalained ning teised komponendid. Teistest ainetest sisaldab umbes 13-15% vabu rasvhappeid ja 12-17% süsivesikuid. Oluliseks komponendiks vahas on A-vitamiin. Vaha on tahke toatemperatuuril, sulamistemperatuur 62-65°, mesilasvaha tihedus on umbes 960 kg/m^3. Vaha ei lahustu vees. Mesilasvaha säilib aastaid heades tingimustes. [10]

Mesilasvaha/kärgi sulatatakse mitme erineva tehnikaga, kõige levinumaks vaha sulatamise viisiks on väiketaru pidajatel kärgede lõikamine raamidest välja ja siis keeva veega sulatades. Vaha sulatamiseks kasutakse kuuma “pehmet vett” näiteks vihmavesi. Selline protsess on väga aeganõudev ja “must töö“. [1,2]

Suurmesinikud kasutavad tühjade meekärgede sulatamiseks kiiremat ja efektiivsemat lahendit : aurusulatuskasti. Aurusulatuskasti mahub ligikaudu 20 raami. Vanad ja tühjad meekärjed pannakse seadmesse ja seejärel kuumutatakse aurustumistemperatuurini ja seade kogub kõik sulanud vaha ühte anumasse kokku. [5]

Olemasolevate seadmete puuduseks on nende töömahukus, kallis hind ja kättesaadavus. Aurusulatuse põhimõttel töötavad seadmed on suurte mõõtmetega ja kaaluvad palju. Käsitsitööna kärgedelt vaha lõikumine ja sulatamine on tülikas ja võtab kaua aega. Auruga töötavad vahasulatusseadmed tarbivad üsna palju elektrit ja sellepärast on vahasulatamisel kulud üsna suured.

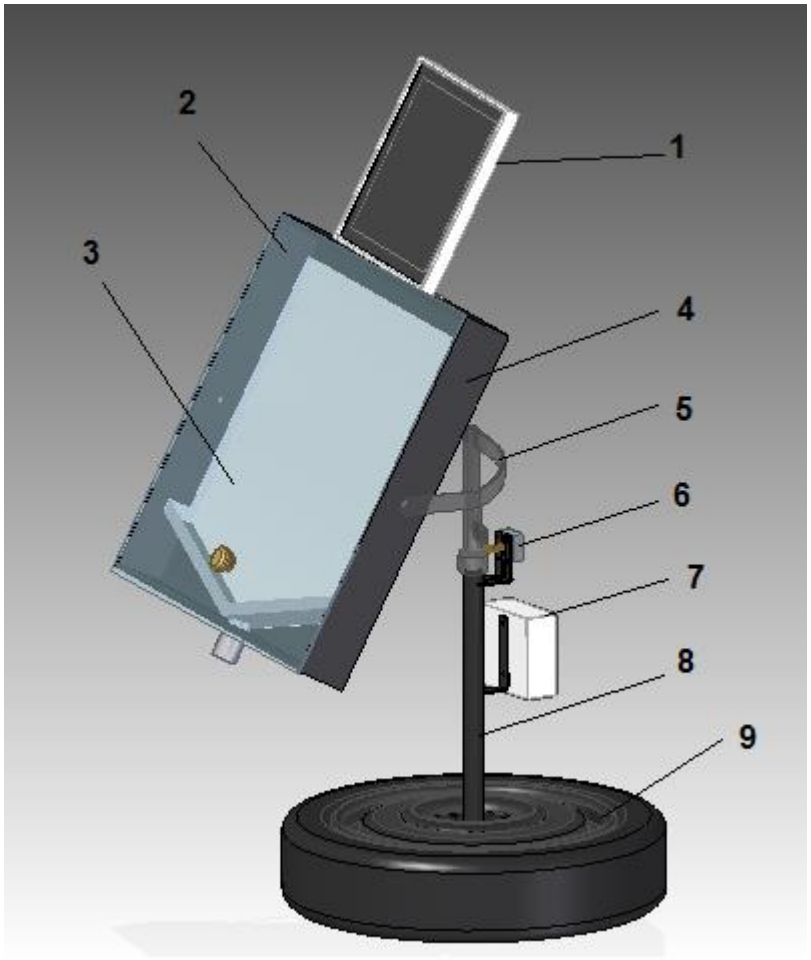
Bakalaureusetööna valminud vahasulatusseade on ehitatud silmas pidades väikseid mõõtmeid ja ilmastikukindlust, see tähendab, et suve perioodil võib seade asuda väljas ja see ei võta liigset ruumi. Vahasulatusseade on ehitatud nii, et vaha sulatamisel on vajalik ainult aeg-ajalt uued kärjed juba sulatatud kärgedega asendada. Kogu sulatatud vaha liigub renni pidi ühte anumasse kokku. Seade liigub päikeseenergia abil, mis tähendab, et vaha sulab koguaeg maksimaalset olemasolevat soojust kasutades. Kuna seade kasutab mootori

tööks päikeseenergiat, siis ei ole vajalik seadme töötamiseks kasutada võrgus olevat elektrit ning vaha sulatamine ei too kaasa lisakulusid.

Bakalaureusetööna valminud vahasulatusseade kaalub ligikaudu 23kg, üle poole sellest raskusest kaalub seadme alus. Vahasulatusseadme alus ja sulatuskasti osa on eemaldatavad, selle tõttu on vahasulatusseadme transportimine kerge ja vahasulatusseadme liigutamise ja ülesseadmisega saab hakkama üks inimene.

3.PÄIKEST JÄRGIV VAHASULATUSSEADE

Jooniselt 3.1 on võimalik näha 3D formaadis joonestatud vahasulatusseade. Seadme joonestamiseks on kasutatud Solid Edge ST7 programmi. Joonisel on erinevad seadme osad numbriga ära mägitud. Seadme joonestamisel on kasutatud õigeid seadme mõõtusid. Päikest järgiv vahasulatusseade näeb välja alljärgnev.



Joonis 3.1 Päikest järgiv vahasulatusseade: 1-päikesepaneel, 2-pleksiklaasist kaan, 3-vahasulatuskasti plekk, 4-vahasulatus kast, 5- Sulatuskasti kinnitav raam, 6-samm-mootor koos väikse hammasrattaga, 7-mootori juhtploki karp, 8-vahasulatusseadme toru, 9-tagavara velg ehk seadme alus.

3.1.Seadme alus

Vahasulatusseadme aluseks kasutati sõiduauto 13” tagavara velge koos rehviga.

Velje ümbermõõt: 177 cm
Velje kõrgus: 12 cm
Velje diagonaal: 55 cm
Velje raskus: 13kg

Auto tagavara velg koos rehviga on valitud, kuna see on ilmastikukindel ja sellepärast võib see seista aastaringselt välitingimustes ilm, et tuul, vihm ja temperatuurikõikumised seda kahjustaks.

Veljel on neli 15mm ringis olevat ava, avade abil on võimalik kinnitada alus ja vahasulatusseade nelja poldiga. Poltide eemaldamisel eraldatakse vahasulatusseade aluselt ja tänu selle on seadet kergem transportida.

3.1.1 Vahasulatusseadme torule mõjuv pinge arvutus

Selleks, et tagada vahasulatusseadme püsivus ja töötamine oli vajalik arvutada välja seadme metalltorule mõjuv pinge.

Lähteandmed: päikese paneeli pindala on 0,102 m^2, kasti pindala on 0,401 m^2, kasti ja päikesepaneeli kogu pindala on 0,503m^2.

Sulatuskasti kaal koos roostevabast plekiga on 4,16kg, päiksepaneel koos päikesepaneeli alumiinium kinnitustega kaaluvad 1,465kg. Sulatuskasti vihma eest kaitsev pleksiklaas kaalub 1,7kg. Metall torule mõjuva pinge arvutusele tuginedes on omakaalukoormusele lisatud ekstra 3,0 kg, mis on mesilasraamide ja muude väiksemate osade mass.

Kasti kogumass koos kõigi osadega on 10,3 kg ehk 103,25 N jõu ühikus.

Arvutatud on maastikutüüp 3 järgi, mis tähendab ,et vahasulatusseade asub enamasti linnalähi- ja tööstuspiirkonnas. [7,8]

Omakaalukoormusest tulenev paindemoment M_{qd} leitakse valemiga 3.1.

$$M_{qd}=d_2 \cdot F_m \cdot O_{vt} = 0,25 \cdot 103,25 \cdot 1,5 = 38,72 \text{ Nm}, \quad (3.1)$$

kus d_2 - päikesepaneeli ja sulatuskasti maksimaalne kaugus võllist

F_m - Osakaalukoormus

O_{vt} - Osavarutegur

Tuulekoormuse F_{wk} mõju torule on arvutatud valemiga 3.2.

$$F_{wk} = Q_b \cdot cpe \cdot ce(z) \cdot cfmax \cdot Sk = 276 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 2 \cdot 0,503 = 333,2 \text{ N} \quad (3.2)$$

kus Q_b - tuulekoormus [7,8]

c_{pe} - asukohategur vastava asukoha järgi [7,8]

$c_{e(z)}$ - asukoha tegur valitud kõrguse järgi [7,8]

c_{fmax} - tuulejõu tegur [7,8]

S_k - päikesepaneeli ja sulatuskasti kogupindala

Tuulekoormusest tuleneva maksimaalse paindemoment toru alaosas on arvutatud valemiga 3.3.

$$M_{wdmax}=h \cdot F_{wk} = 0,6 \cdot 333,2 = 199,9 \text{ Nm}, \quad (3.3)$$

kus h - keskosa kõrgus maapinnast

Paindemomendi arvutamisel kasutati valemit 3.4.

$$M_{dmax} = M_{wdmax} + M_{qd} = 199,9+38,72 = 238,6 \text{ Nm} \quad (3.4)$$

Vahasulatusseadme alaosas kasutatav metallist toru on välisläbimõõduga 27mm ja toru seinapaksuseks on 3mm.

Kasutatava toru vastupanu momendi arvutamiseks kasutati valemit 3.5.

$$W=\pi(d-x)2T=\pi\cdot 27-3\cdot 2\cdot 3/4 = 113{,}1mm^3 \quad (3.5)$$

kus d - toru läbimõõt alaosas

x - toru seina paksus

T - toru vöö paksus

Toru paindekandevõime on arvutatud valemiga 3.6.

$$M_{b,Rd}= S\cdot W/Ovrt= 255\cdot 113{,}1/1{,}1= 26218\ Nm \quad (3.6)$$

kus S - süsiniku ekvivalendi arv metallis [6,9]

O_{vrt} - materjali osavarutegur [6,9]

Päikesepaneeli ja sulatuskasti pärast vähendatav toru kandevõime on arvutatud valemiga 3.7.

$$(M_{dmax}/ M_{b,Rd}) \cdot 100 = (238{,}6/26218) \cdot 100 = 0{,}91\% \quad (3.7)$$

Valemi 3.7 tulemusel näeme, et isegi ekstra 3kg lisamisel sulatuskasti kaalule väheneb toru kandevõime ainult 0,91% võrra, mis on väga väike tulemus. Sellest võib järeldada, et vahasulatusseade on vastupidav ja suudab vastu pidada ka suurematele tuule puhangutele.

3.2 Võlli pöörduv osa

Vahasulatusseadme teljel on kasutatud väikse käsitrelli hammasrattaid. Laagrite jaoks on treitud laagripesa, mis kinnitub toru külge. Laagripesas on kasutatud kahte erinevate mõõtmetega laagreid. Väiksema laageri siseläbimõõt on 12,5 mm, välisläbimõõt 25mm ja kõrgus 10mm. Suurema laagri siseläbimõõt on 12,5mm, välisläbimõõt 35mm ja kõrgus 10mm. Lisa A.2. on võimalik vaadelda joonestatud laagripesa koos mõõtmetega.

Esialgselt ehitati seade hammasratta võllile, kuid kuna hammasratta võll oli liiga lühike- ainult 15mm , siis selle tõttu ei hoidnud see seadet sirgena ega lasknud võllil laagri pesas vabalt liikuda. Selleks treiti hammasratta võllile pikem ja laiem puks mõõtmetega 25mm x 12,5 mm. See võimaldas võlli sirgelt hoida ja parandas võlli pöörlevust.

Treitud puksi välisläbimõõt sai valitud peaaegu sama suur, kui kasutatava laagri siseläbimõõt, et laager sobituks täpselt ja kindlalt.

Puksi pikkus valiti kahe laagri kõrguse järgi, et võll pöörleks lihtsamalt kahe laagri abil. Selle tulemusena paranes liikuva võlli pöörlevus ja kindlus märgatavalt.

35mm x 7mm hammasrattale on treitud ülemisele võllile 25 mm x 15mm suurune puks, mis sobitub raami kinni hoidva teljega.

.

Alumise toru külge sai keevitatud 3mm metallist alus mille välisläbimõõduks on 140mm ja millesse puuriti neli 10mm-st ava, mis sobiksid täpselt kasutatava alusega . Selle tulemusena on võimalik kerge vaevaga kinnitada terve seade aluse külge. Aluse ja seadme kinnitamiseks kasutati nelja 10mm-se läbimõõduga polti. Joonestatud kujul toru koos keevitatud alusega on toodud lisas A.1.

3.3 Sulatuskasti kinnitav raam

Kasti kinni hoidev raam on tehtud 20mm läbimõõduga ja 195mm pikkusest metalltorust ja 25 mm laiusest ning 3 mm paksusest metallplaadist. Algselt sai sulatuskasti laius ära mõõdetud ja selle järgi täpselt painutatud U- kujuline raam. Metallplekk ja toru on omavahel keevitatud, selle tõttu on raam tugev ja ei purune kasti raskuse all. Lisas A.3. on võimalik vaadelda joonestatud sulatuskasti kinnitatav raam koos mõõtmetega.

Selline lahendus on valitud, kuna vahasulatuskast koos pleki ja päikesepatareiga kaalub 7kg. Raam peab olema tugev ja sulatuskasti püsivalt paigal hoidma, samas peab olema võimalik lihtsalt raami liigutada.

Esialgselt kinnitati kast kahe liblikmutriga, et kasti liigutamine ja lahtivõtmine oleks lihtne. Seejärel paigaldati kastile päikesepatarei, mis lisas kasti massile 1,7kg. Selle tulemusena ei suutnud enam liblikmutrid kasti kinni hoida. Selle probleemi lahendamiseks muudeti kinnitust ning ehitati roostevaba latist tugevdus, mis hoiaks kasti kindlalt soovitud asendis. Kasti põhjale kinnitati metallist lati liigutamiseks mõeldud hing, mis laseb latil üles ja alla liikuda.

Teljele keevitati metall-latt millele puuriti ava, läbi ava liigub roostevaba latt. Lati fikseerimiseks võlli poolt kasutati ava mõlemal pool mutrit, mis fikseeriks lati liikuvuse. Selle abil on võimalik sulatuskasti kallet reguleerida ja fikseerida.

Eestis on suvekuudel kõige soojem, see tähendab, et päike paistab Eestist vaadelduna umbes 90 kraadise nurga all suure osa ajast päeval. Sellest tingituna oli vajalik ehitada seade, mille sulatuskasti oleks võimalik keerata võimalikult palju päikese poole, et vaha sulaks võimalikult kiiresti, samuti peab sulatuskast jääma kalde alla, mille puhul sulanud vaha koguneb toru kaudu anumasse. [3,4]

Valmistatud vahasulatusseadme sulatuskasti kaldenurka on võimalik liigutada kuni 70 kraadi. Vahasulatusega tegeleval inimesel on võimalik kasti kallet muuta päikese asukohaga sobivaks, mis tagab vaha kiire sulamise.

3.4 Vahasulatuskast

Vahasulatuskast on mõõtmetega 565x710 mm. Vahasulatuskasti mõõtmed valiti sellised, et kaks meekärge mahuksid vahasulatuskasti ära. Lisas A.4. on võimalik vaadelda joonestatud vahasulatuskasti koos mõõtmetega.

Vahasulatuskasti seinad on tehtud vastupidavast veekindlast vineerist. Kasutatud on 7 mm ja 10mm veekindlalt vineeri, et tagada seadme ilmastikukindlus.

Vahasulatuskasti põhjaks kasutati peenemat 4 mm vineeri. See vineer valiti, kuna vahasulatuskast peab olema kerge ja paksema vineeri kasutamisel oleks vahasulatuskast liiga raskeks läinud. Vahasulatusseadme kasti kõik osad on kokku monteeritud kasutades 15mm pikkuseid kruve.

Vahasulatuskast on värvitud musta värvi, mis tagab sulatuskastile paremad vastupidavuse tingimused, kuna kaitsevärv tõrjub vett ja ei lase puidul nii kiiresti mädanema minna. Mustaks värvitud kast püüab rohkem päikese soojust ja selle abil sulab vaha sulatuskastis kiiremini.

Vahasulatusseadme kasti peale on lisatud 3mm pleksiklaas. Pleksiklaas on kinnitatud kasti külge kahe hingega, mille abil on võimalik kasti kaant kerge vaevaga avada ja sulgeda. Samuti sai pleksiklaasile lisatud nupp, mille abil oleks mugav sulatuskasti avada ja sulgeda. Pleksiklaas on lisatud sulatuskastile, kuna see kaitseb kasti sisu vihma eest, ega lase kastil märjaks saada. Pleksiklaas kaitseb ka putukate eest kes võivad segada vahasulatus protsessi.

Vahasulatuskasti on lisatud neli 60mm polti, mis moodustavad kahele sulatamisprotsessis olevale mesilasraamile aluse, see teeb juba sulanud mesilasraamide vahetamise uute vastu kergeks.

3.5 Vahasulatuskasti plekk

Vahasulatuskasti plekk on valmistatud 0,6mm roostevabast plekis. Roostevaba plekk sai valitud selle suure vastupidavusvõime pärast, kuna seade hakkab töötama väljas, siis kasutatav plekk peab olema ka võimalikult ilmastikukindel.

Mesilasvaha sisaldab vabu rasvhapped, mis reageerivad paljude metallidega, sellepärast peab vaha sulatamisel kasutama roostevabast terasest plekki, mis ei lase vaha kvaliteedil halveneda. [5]

Vahasulatusplekk on mõõtmetega 670 x 500mm. Vahasulatuskasti plekk ehitati kasti mõõtmete järgi. Algselt tehti papist šabloon, mille järgi sai plekk sobivaks lõigatud ja katsetatud. Vahasulatusplekk peab mahutama kaks kõrvuti olevat meekärge. Plekile tehti ääred, mis takistavad vaha kasti peale voolamist. Pleki alumine osa on nii konstrueeritud, et sulanud vaha jookseks pleki keskelt läbi toru kastist välja.

Vahasulatuskasti plekk on kastist kergelt eemaldatav ja seetõttu on kergem roostevaba plekki vahast puhastada. Joonestatud vahasulatuskasti plekki koos mõõtmetega on võimalik vaadelda lisas A.5.

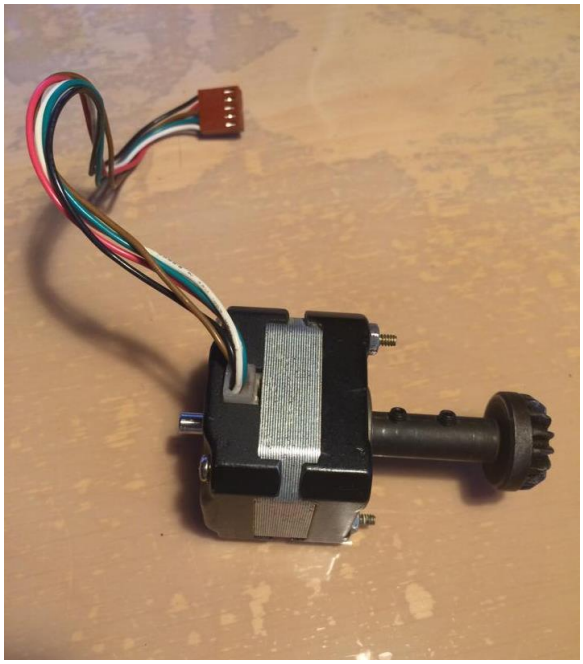
3.6 Mootor

Vahasulatusseadme päikese järgi pööramiseks on valitud samm-mootor Tandon Type KP4M4-001, mis töötab 12 V pingega. Seadmel kasutatav samm-mootor on unipolaarne ja nelja ühendusklemmiga. Vahasulatus seadmel kasutav samm-mootor on joonisel 3.5

Samm-mootor on töötav masin, mis muundab alalispinge impulsside olemasolul mootori võlli mehaaniliseks energiaks. Samm-mootorid on sünkroonmootorid ja nende rootor pöördub staatorimähisesse antud taktimpulsside korral. [2]

Vahasulatusseadmele on valitud samm – mootor, kuna sellega on võimalik lihtsalt keerata seadet iga tunni aja jooksul päikese suunaga kaasa. Samm – mootor saab enda võlli liigutamiseks vajaliku energia sulatuskasti peal olevast päikesepatareist. Seadmel kasutatav samm-mootor on väikeste mõõtmetega ja massiga.

Mootor on kinnitatud võllile eelnevalt keevitatud metallist konstruktsiooni külge. Mootor kinnitatakse konstruktsiooni külge mutritega. Mootorit on võimalik liigutada üles ja alla, et oleks võimalik mootori ja võlli hambumist reguleerida.



Joonis 3.2 Vahasulatuskasti liigutamiseks kasutatav samm-mootor koos hammasrattaga

3.7 Hammasrattad

Vahasulatusseadme pööramiseks peab olema mootoril ja pöörleval võllil ülekanne. Algselt plaaniti kasutada kett-ülekannet, kuid kett-ülekannet on seadmele raske lisada ja kasutatav kett koos hammasratastega võtab rohkem ruumi kui hammasratastel töötav seade. Kett-ülekanne ei sobituks hästi ehitatava seadmega, kuna kettülekanne ei pruugi tagada liikumisel vajaliku täpsust. Nende probleemide tõttu otsustati vahasulatusseadmel kasutada hammasratasülekannet.

Töö käigus selgus, et sobivaid hammasrattaid seadmele on raske leida või teha. Seega asuti otsima vahasulatusseadmele hammasrattaid teistelt seadmetelt, mis sobiksid vahasulatusseadmele.

Ülekandeks vajalikud hammasrattad saadi vana käsipuuri seest. Käsipuurist saadi kaks hammasratast mõõtudega 35x7 mm ja 18x9 mm. Suurel hammasrattal on 25 hammast ja väiksel hammasrattal 15 hammast, see teeb hammasrataste vahelise ülekandeks 1,7. Selline ülekanne võimaldab järgmist: kui vahasulatusseade pöördub ühe ringi, siis selle aja jooksul teeb mootor 1,7 ringi. Kuna saadud hammasrattaste siseläbimõõdud ei sobinud vahasulatusseadmega ja kasutatava mootoriga, siis oli vajalik treida suuremale hammasrattale puksid mõlemale poole võlli, mis sobiksid täpselt raami võlli avaga. Väiksema hammasratta võllile puuriti ava ja treiti hammasratta võll lühemaks, et sobitada täpselt mootori võlli pikkusega. Väiksema hammasratta küljele puuriti kaks ava ja seejärel kinnitati hammasratas ja mootori võll kahe kuuskant kruviga.

3.8 Mootori juhtploki karp

Mootori juhtploki karp on mõõtmetega 120x120 mm, mis on valmistatud kergest ja vastupidavast plastikust. Juhtploki karbi valmistas M.Lillemäe, paigaldus oli teostatud autori poolt.

Juhtploki karp on valitud selliste mõõtmetega, et sellesse mahuks valitud mootori juhtimiseks vajalik süsteem. Kuna seade peab olema ka vihmakindel, siis sellel karbil on tagatud ka veekindlus. Karbil tihendati ka juhtmete ühenduskohta, et vesi karbi sisse ei pääseks.

Karbi asukohaks valiti võimalikult otstarbekas koht, et karp asuks samm-mootorile lähemal. Karp on kinnitatud toru külge L-kujulise raudlatiga.

Kuna mootori karp asub mootorile lähedal, siis ei sega seadme töötamist üleliigselt palju juhtmeid.

Karp asub maapinnast 50 cm kõrgusel ja see piirab näriliste ja väikeste koduloomade juurdepääsemist karbile, kes võivad kahjustada seadme juhtplokki.

3.9 Päikesepaneel

Mootorile vajaliku energia saamiseks lisati seadmele „Koekraf“ päikesepaneel mõõtmetega 345 x 295 mm. Päikesepaneeli pindala on 0,102 m^2. Paneeli mass on 1,3kg , nimipinge 17 V ja nimivool 0,59 A.

Päikesepaneel on kinnitatud sulatuskasti peale. Sulatuskasti peal olev päikesepaneel liigub koos sulatuskastiga automaatselt, see tagab vaha kiire sulamise ja energia samm-mootori töötamise tarvis.

Sulatuskasti peal oleva päikesepaneeli asukoht sai valitud silmas pidades seda, et päikesepaneeli pinnale ei jääks midagi ette ja päikesepaneel saaks koguda maksimaalselt päikeseenergiat.

Kuna päikesepaneel peab olema turvaliselt kinnitatud ja suutma vastu pidada ka tuulele, siis selle kinnitamiseks on kasutatud kahte alumiinium L-kujulist latti.

Alumiiniumist latid valiti sulatuskasti kergust silmas pidades ning seetõttu, et samm-mootor võimaldaks sulatuskasti pöörduda.

Päikesepaneeli kinnitusi on võimalik vaadata joonistel lisas A.8.

KOKKUVÕTE

Bakalaureusetöö koostaja leiab, et töö tegemisel saavutati püstitatud eesmärgid, mille tulemusel valmis töökindel automaatne päikeseenergial töötav mesilasvaha sulatamisseade. Nimetatud seadet saavad edaspidi kasutada mesinikud vaha sulatamiseks.

Valminud seade on ilmastikukindel, mis võimaldab selle kasutamist ja seismist välitingimustes, ilma et see muudaks või kahjustaks seadet. Seade ehitati võimalikult väikeste mõõtmetega, kuid samas peeti silmas, et sulatada oleks võimalik korraga kahte mesilaskärge.
Mitmete katsete tulemustel leiti seadmele kõige paremad ja töökindlamad osad, mis oleksid vastupidavad ja samas ka kerged.

Vahasulatusseadme metallist alumisele toele teostati valemite järgi arvutus, mille järel leiti torule mõjuv pinge. Tulemuste põhjal leiti, et toru peab vahasulatuskastile, päikesepaneelile ja teiste erinevate osade kaalule väga hästi vastu. Toru alumise osa kandevõime väheneb kasti raskuse all ainult 1% võrra.

Vahasulatusseade ehitati eesmärgiga, et üks inimene suudaks valmistatud vahasulatusseadmega kerge vaevaga töötada ja vajadusel seadet liigutada ning lahti võtta. Seadme alust on võimalik nelja poldi abil eemaldada, samuti on võimalik sulatuskast eemaldada seadmest kahe mutri abil. Eraldi osadena on seadet lihtsam transportida ja vajadusel hoiustada.

Terviklik seade koos mesilaskärgedega kaalub kõigest 23kg, sellest üle poole raskusest kaalub sõiduauto veljest valmistatud seadme alus. Sellisel kujul ei ole ka tervikliku seadme liigutamist raske teha ühe inimese poolt.

Päikest järgiva vahasulatusseadme konstruktsiooni valikud ja ehitusega kaasnevad soovid ja mõtted said täidetud.

Valminud vahasulatusseade on töökindel, turvaline ja vastupidav. Päikest järgiv vahasulatusseade on valmis mesilaskärgedelt vaha sulatama.

KASUTATUD KIRJANDUS

1) Mesilasvaha,
[*online*] http://www.kribu.ee/meesober-mesilasvaha/ (15.05.2015)

2) Täiturid – Elektromehaanilised täiturid
[*online*]http://www.eope.ee/_download/euni_repository/file/1790/mehhatroonikaseadmed_31.05.2011.zip/Taiturid_8.html (15.05.2015)

3) Ekliptika
[*online*] http://et.wikipedia.org/wiki/Ekliptika (15.05.2015)

4) Päikese näiv liikumine
[*online*] http://www.ise.ee/cdrom/cd2/taevakrt/ (15.05.2015)

5) Vaha sulatamine ja teised tööd mesilas uueks hooajaks
[WWW]http://2010_2013.mesindusprogramm.eu/sites/default/files/mati_haabel_05.11.2011_laanemaa_ms_vaha_sulatamine_pr-8-1.4-14.pdf(15.05.2015)

6) Nelikanttoru
[*online*] http://exmet.ee/product/nelikanttoru/(15.05.2015)

7) Tuulekoormus
[WWW] http://www.hot.ee/vilenin/ee/3/Tuulekoormus%20EPNENV%201.2.6.pdf (15.05.2015)

8) Tuulekoormuse määramine
[WWW]http://www.ttu.ee/public/e/ehitusteaduskond/Instituudid/Ehitiste_projekteerimise_instituut/Oppematerjalid/Projekteerimise_alused/tuulekoormus_naide.pdf (15.05.2015)

9) Terasprofiilid
[*online*] http://www.kanemetall.ee/terasprofiilid/ (15.05.2015)

10) Mesilasvaha koostis
[*online*] http://www.kool.ee/?10019 (15.05.2015)

CONSTRUCTION OF A SOLAR TRACKING BEESWAX MELTING EQUIPMENT SUMMARY

Bachelor thesis author finds that based on the theme of this thesis the aim was to built reliable beeswax melting equipment. Completed beeswax melting equipment can be used from now on by beekeepers.

Built device is weatherproof, which mean that it can be used outdoors, without damaning beewax melting device. Beeswax melting equipment was built considering it to be with small dimensions, but still be able to melt two beewax frames at on time.

After testing the device, author have found best and most reliable parts for beeswax melting device.

Bachelor thesis author calculated force that affects beeswax melting equipment base. Results of calculation satisfy author, beewax melting equipment base load capacity decrease only by 1%.

Beeswax melting equipment purpose was to built device that is easy to use and to be able operate the beeswax melting equipment by one person. Beeswax melting equipment can be easily disassemble, so that transporting the device is easy.

The entire device weighs only 23 kg and over half of that weight is beeswax melting equipment base. With only 23 kg total, it is easy to move whole device by one person.

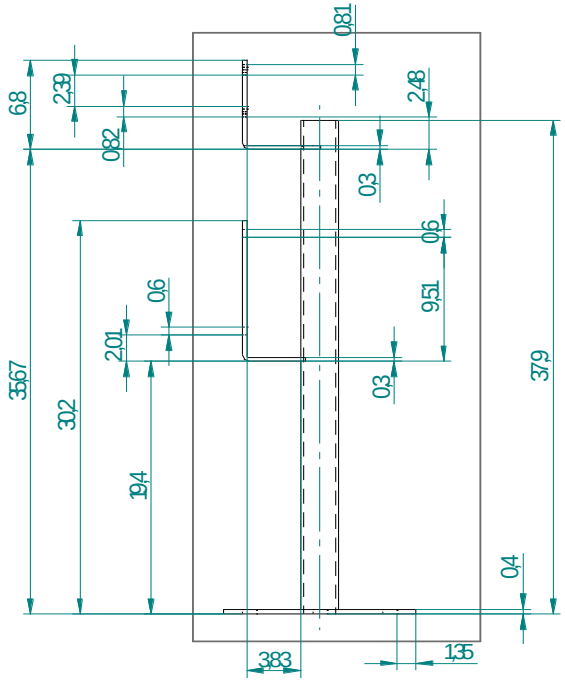
Solar tracking beeswax melting equipment ideas and thoughts were met.

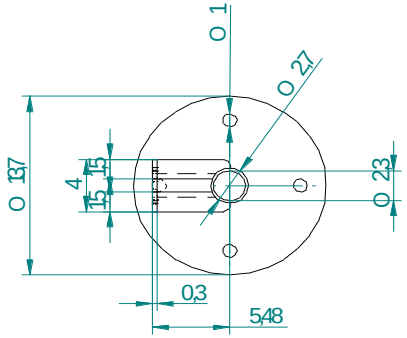
Finished beeswax melting equipment is reliable, safe and durable. Solar tracking beewax melting equipment is ready to use.

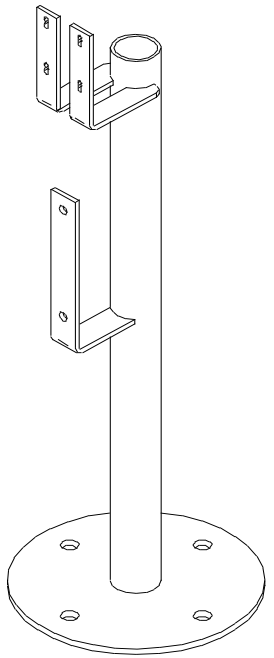
LISAD

Lisa A. Joonised

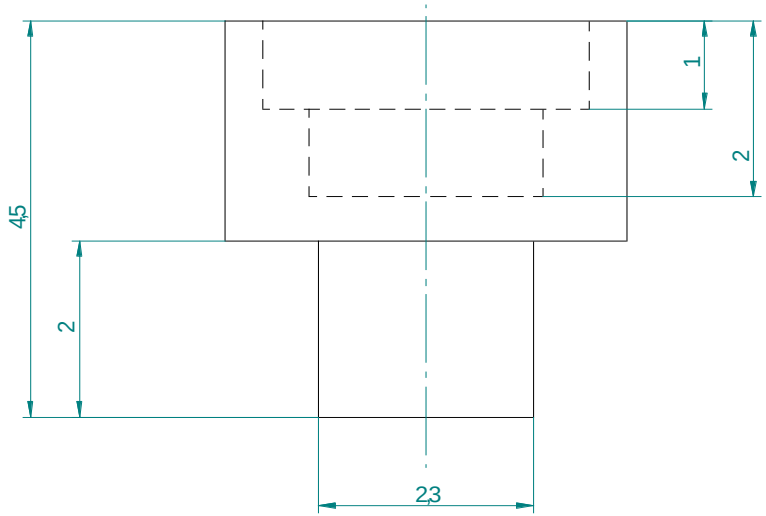
1. EK 15/120728 C 01 D – Vahasulatusseadme alumine võll. Leht 1, A4
2. EK 15/120728 C 02 D – Laagrite pesa. Leht 1, A4
3. EK 15/120728 C 03 D – Sulatuskasti kinnitatav raam. Leht 1, A4
4. EK 15/120728 C 04 D – Vahasulatus kast. Leht 1, A4
5. EK 15/120728 C 05 D – Vahasulatuskasti plekk. Leht 1, A4
6. EK 15/120728 C 06 D – Suur hammasratas. Leht 1, A4
7. EK 15/120728 C 07 D – Väike hammasratas. Leht 1, A4
8. EK 15/120728 C 08 D – Päikesepaneeli kinnitus. Leht 1, A4

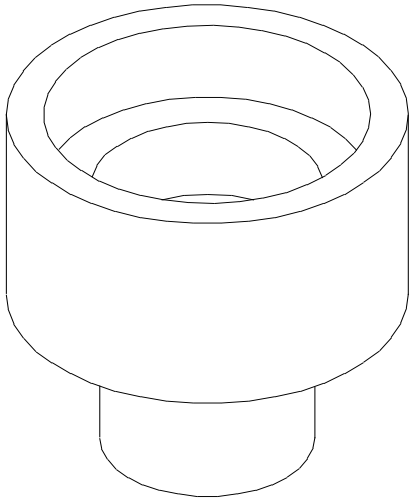


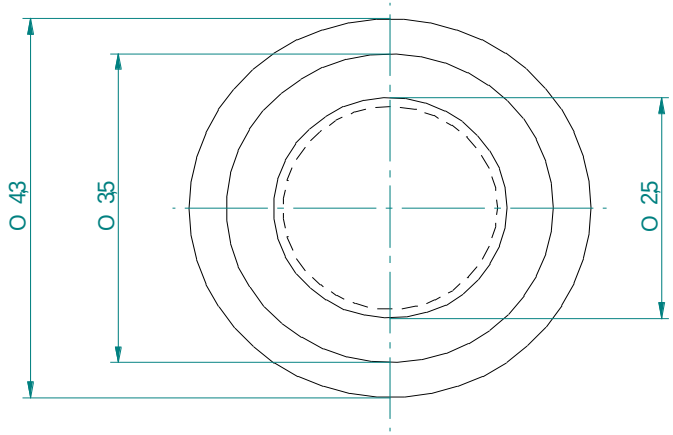




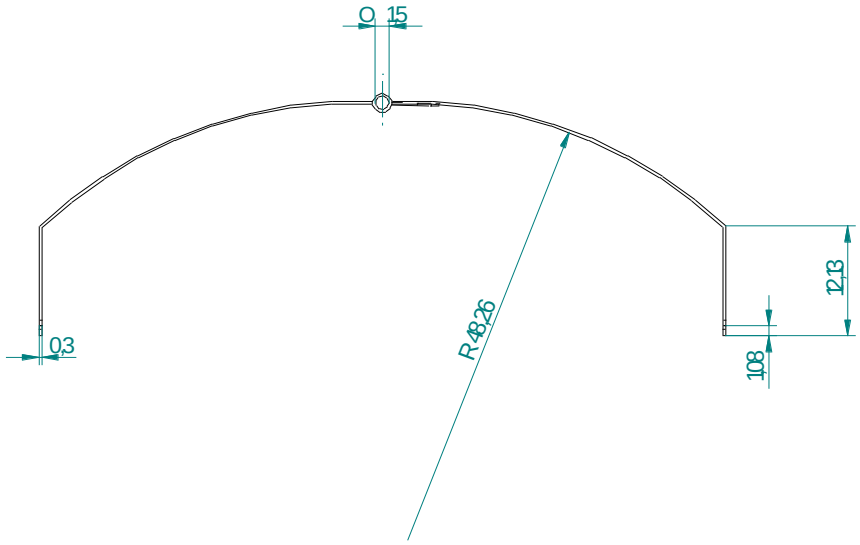
	Materjal teras	Näitamata piirhälbed	Mass	Mõõt 1:1
Teostas	Rando Mitt	Nimetus		
Kontrollis	Priit Pikk	Vahasulatusseadme alumine võll		
Kinnitas				
EMÜ EK		Leht A4	Tähis EK 15/120728 C01 D	Muudat

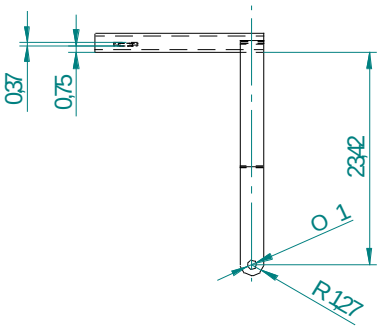


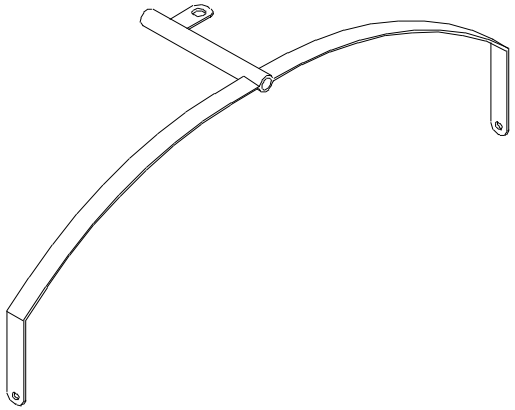


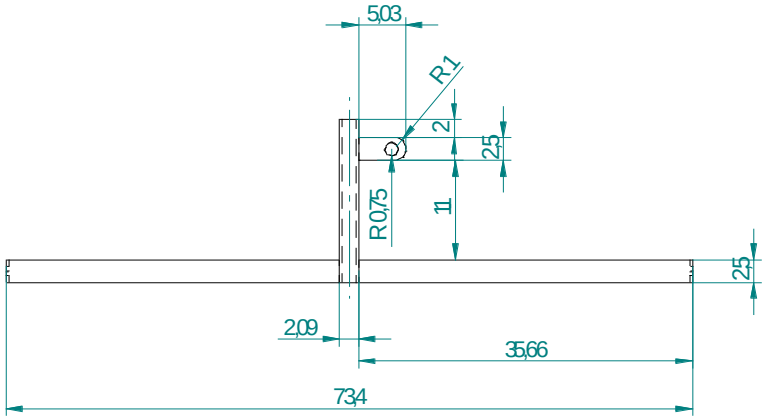


	Materjal: Teras	Näitamata piirhälbed	Mass	Mõõt: 1:1
Teostas: Rando Mitt	Nimetus: Laagrite pesa			
Kontrollis: Priit Pikk				
Kinnitas:				
EMÜ EK	Leht: A3	Tähis: EK 15/120728 C2 D		Muudat

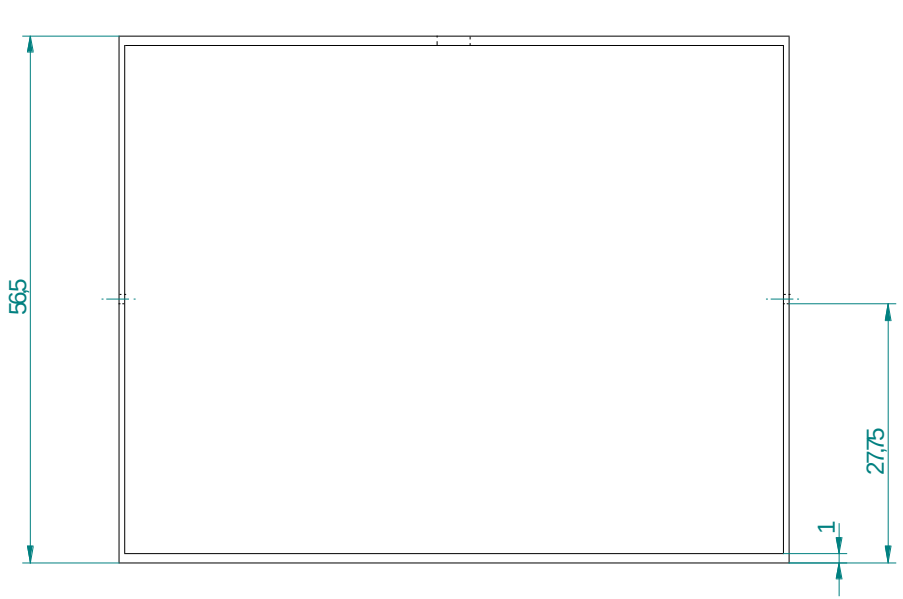


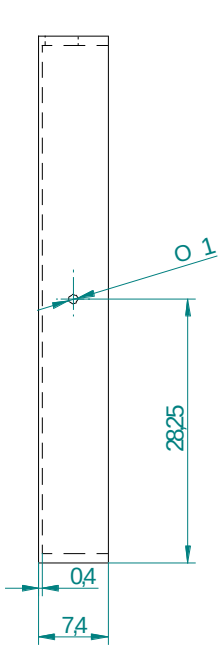


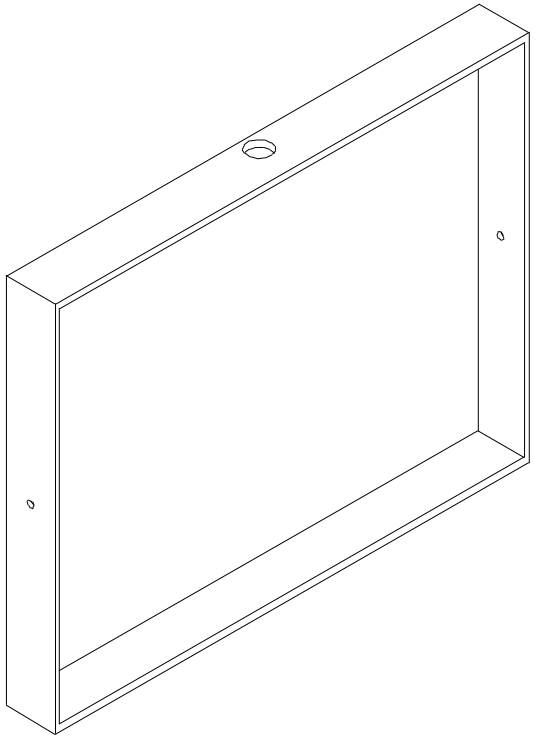


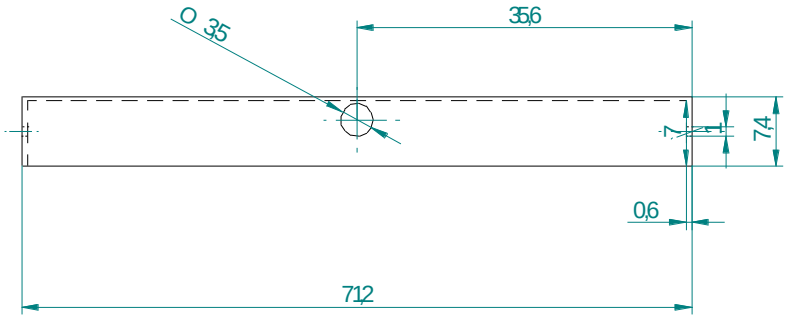


	Materjal: Teras	Näitamata piirhälbed	Mass	Mõõt: 1:1
Teostas	Rando Mitt	Nimetus: Sulatuskasti kinnitav raam		
Kontrollis	Priit Pikk			
Kinnitas				
EMÜ EK		Leht: A4	Tähis: EK 15/120728 C03 D	Muudat

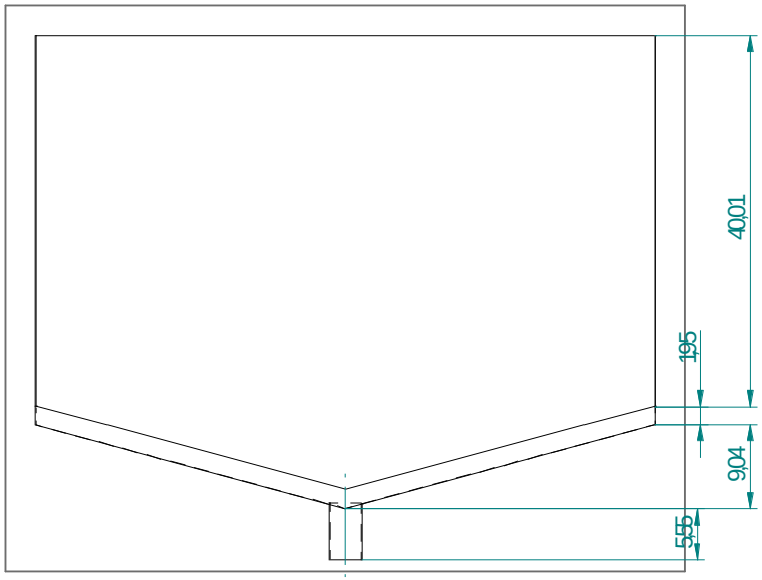


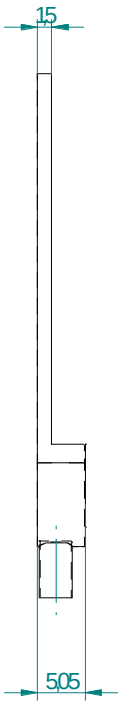


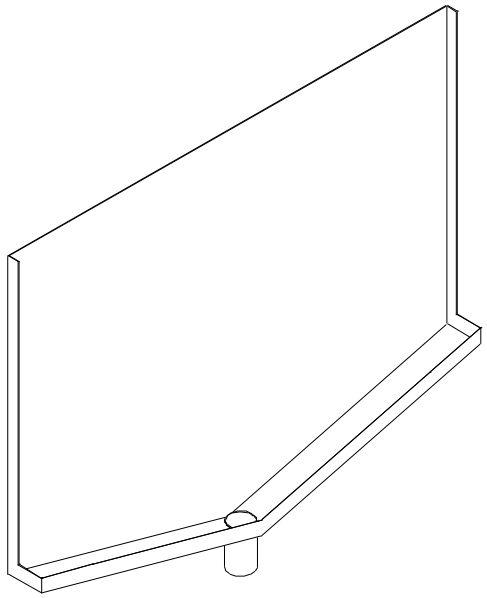


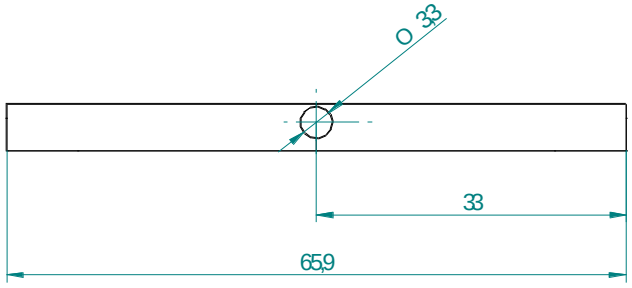


	Materjal: puit	Näitamata piirhälbed	Mass	Mõõt: 1:1
Teostas	Rando Mitt	Nimetus: Sulatuskast		
Kontrollis	Piret Pikk			
Kinnitas				
EMÜ EK		Leht: A4	Tähis: EK 15/120728 C04 D	Muudat

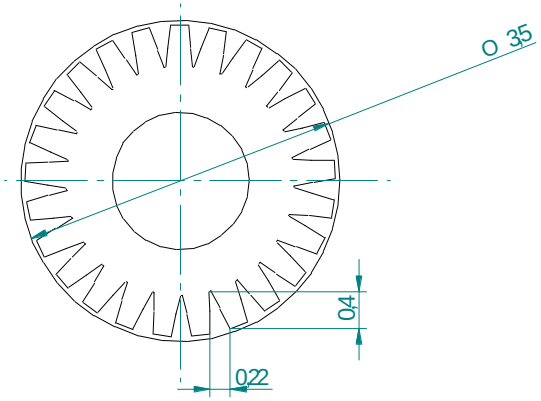


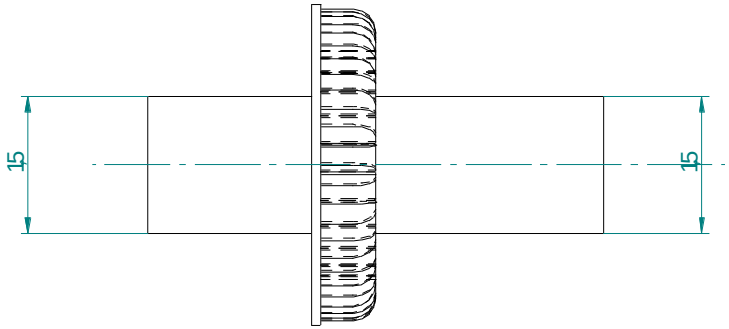


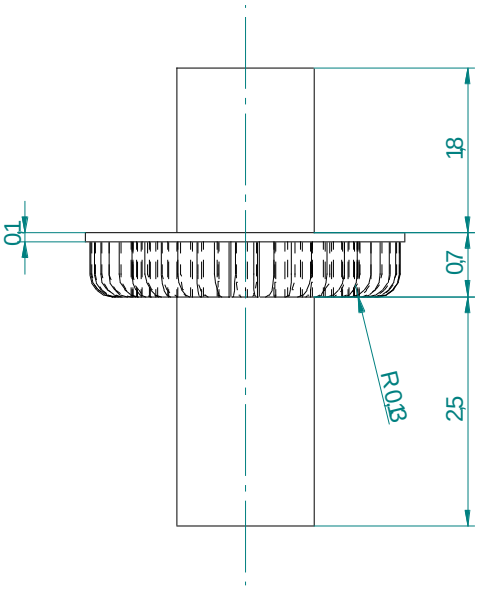


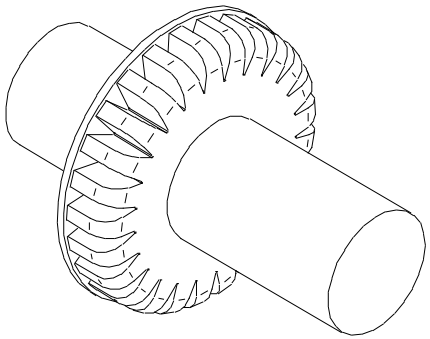


	Materjal roostevaba	Näitamata piirhälbed	Mass	Mõõt 1:1
Teostas	Randi Mätt	Nimetus		
Kontrollis	Priit Pikk	Vahesulatuskasti plekk		
Kinnitas				
EMÜ EK		Leht A4	Tähis EK 15/120728 C05 D	Muudat

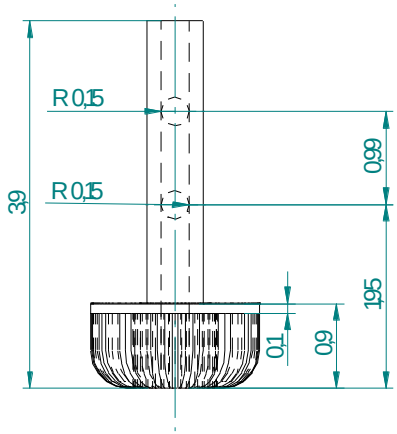


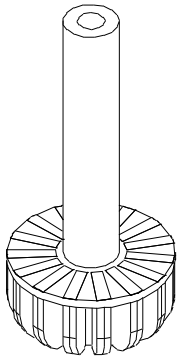


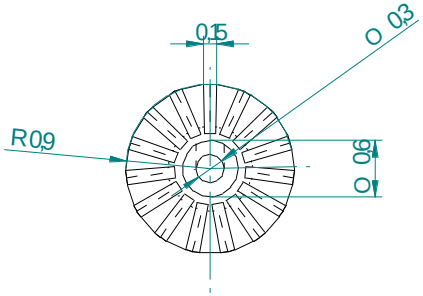




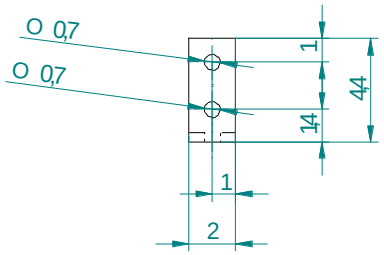
	Materjal teras	Näitamata piirhälbed	Mass	Mõõt 1:1
Teostas	Rando Mitt	Nimetus		
Kontrollis	Priit Pikk	Suur hammasratas		
Kinnitas				
EMÜ EK		Leht A4	Tähis EK 15/120728 C06 D	Muudat

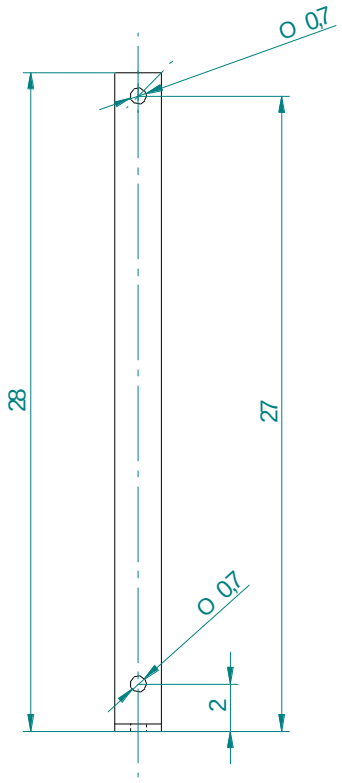


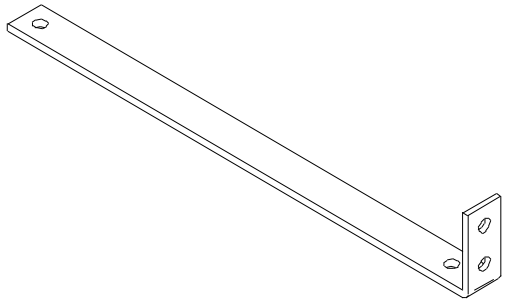




	Materjal teras	Näitamata piirhälbed	Mass	Mõõt 1:1
Teostas	Rando Mitt	Nimetus		
Kontrollis	Priit Pikk	Väike hammasratas		
Kinnitas				
EMÜ EK		Leht A4	Tähis EK 15/120728 C07 D	Muudat







	Materjal alumiinium	Näitamata piirhälbed	Mass	Mõõt 1:1
Teostas	Randolf Mitt	Nimetus		
Kontrollis	Priit Pikk	Päikesepaneeli kinnitus		
Kinnitas				
EMÜ EK		Leht A4	Tähis EK 15/120728 C08 D	Muudat

LIHTLITSENTS

Mina, Rando Mitt,

(sünd 12/06/1993)

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö „Päikest järgiva vahasulatusseadme konstruktsiooni valik ja ehitus“ osas, mille juhendaja on Priit Pikk,
   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, 27/05/2015

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

_____ _____

(*juhendaja nimi ja allkiri*) (*kuupäev*)

_____ _____

(*juhendaja nimi ja allkiri*) (*kuupäev)*