

Elva Gümnaasium

Eleanora Linkmann

11. klass

## **Võilille skulptuur valgustiga**

Praktiline töö

Juhendajad: Olga Martis, Ott Jaakma, Lena Leonovitš

Elva 2024

# SISUKORD

Lühendid, töövahendid ja materjalid	4
SISSEJUHATUS	6
1. INSPIRATSIOON JA KOOSTÖÖ ETTEVÕTTEGA	7
1.1 Idee	7
1.2. Varasemalt tehtud tööd	8
1.2.1 Praktilise töö “Võilille skulptuur valgustiga” ja lõputöö terasskulptuur “Eeva õunaga” võrdlev analüüs	9
1.3 Torm Metall OÜ	10
2. TEOREETILINE ÜLEVAADE	12
2.1 Materjal	12
2.1.1 Roostevaba terase keevitatavus	12
2.2 Keevitamine	13
2.3 Töövahendid ning materjalid	16
3. TÖÖ KÄIK	18
3.1. Eeltöö	18
3.1.1. September 2023	18
3.1.2. Oktoober 2023	18
3.1.3. November 2023	20
3.1.4. Detsember 2024	21
3.1.5. Jaanuar 2024	21
3.2 Projekti teostus	22
3.3 Tulemus	26
KOKKUVÕTE	28
KASUTATUD KIRJANDUS	30
LISAD	32
Lisa 1. Enim kasutatud töövahendid	32

Lisa 2. Esimene kavand	33
Lisa 3. Võilille skulptuur valgustiga	34
SUMMARY	35
AUTORIDEKLARATSIOON	36

## Lühendid, töövahendid ja materjalid

Järgnevalt antakse ülevaade töös läbivalt kasutuses olevatest lühenditest ning terminitest. Lisaks selgitatakse lähemalt töövahendid (vt Lisa 1). Aluseks on võetud Sõnaveeb, Eesti Keele Instituudi keeleportaal, kuhu on koondatud paljud sõnastikud ja andmebaasid. Alates 2023. aastast on Sõnaveebis vähemalt 120 oskussõnastikku ja terminibaasi. (Sõnaveeb, 2024).

**AISI 304 ja AISI 316** - roostevaba terase margid, mis vastavad AISI ehk *Ameerika Iron and Steel Institute* standarditele.

**Eksentriklhvija** - lihvimiseks kasutatav tööriist, mida kasutatakse pindade lihvimiseks ja poleerimiseks. Selle tööriista peamine omadus on see, et lihvimisketas on kinnitatud ketta kinnitus kohast eemale (eksentriliselt), mitte otse ketta keskpunktis.

**Faasipuur** - tööriist, mida kasutatakse faaside tegemiseks, st teravat serva teatud nurga all ära lõikama või lihvima (Sõnaveeb, 2024).

**Filalab R-PETG** - materjal mida kasutatakse 3D printimisel. Koosneb filamendist mis on peenike, väga suure piklikkusega/pikkusteguriga metallist või sulamist kiud (Sõnaveeb 2024).

**Flants** - detailide (nt torude, võllide) otsas paiknev tasandiline ühendusosa, milles on poltide augud (Sõnaveeb, 2024).

**IP 54** - väärtus, mis näitab, et valgusti on rohkema vee ning tolmukindel.

**IP 44** - väärtus, mis näitab, et valgusti on pritsmekindel.

**Karukeel** - rooste maha saamiseks või metalli poleerimiseks kasutatav looduslik materjal.

**Keevisvann** - keevitamise ajal sulas olekus olev põhi- ja lisametall, millest tardumisel moodustub õmblus (Laansoo, Pihl 2014, lk 11).

**Kolm läbimit** - augu tegemiseks puuritakse kolm korda kolme erineva suuruse puuriga.

**Krass** - laserlõikusest tekkiv metalli servas olev materjal.

**Minilihvija** - väiksem masin, mida kasutatakse lihvimiseks, st esemeid vm sileda pinna ning läike saamiseks mehaaniliselt viimistlema (Sõnaveeb, 2024).

**Nihik** - detaili mõõtmiseks kasutatav mõõdik (Sõnaveeb, 2024).

**Otslihvija** - lihvimisseade väiksemate pindade lihvimiseks, st esemeid vm sileda pinna ning läike saamiseks mehaaniliselt viimistlema (Sõnaveeb 2024). Selle tööriista peamine omadus on see, et lihvimispind asub otse (vertikaalselt) tööriista käepideme ees, mitte ketta kinnituskohast eemal nagu eksentriklihvijal.

**Pleksiklaas** - läbipaistev vastupidav termoplast, orgaanilise klaasi liike (Sõnaveeb, 2024).

**Prototüüp** - masina, seadme või mingi rakenduse esialgne teostus, algne mudel, mida hiljem edasi arendatakse (Sõnaveeb, 2024).

**Puurpink** - tööpink avade puurimiseks ja nende avardamiseks, keermestamiseks, süvistamiseks vm (Sõnaveeb, 2024).

**Puurpingi kruustangid** - ühe liikumatu ja teise liikuva lõuaga tangide taoline seadis töödeldava eseme kinnihoidmiseks.

**Roostevaba teras** - mittekorrodeeruv madala süsiniku sisaldusega kõrgleegeritud (Cr>12 %) teras (Sõnaveeb, 2024).

**Toru lintlihvija** - torude lihvimiseks mõeldud tööriist.

## SISSEJUHATUS

Minu praktilise töö teema on metallskulptuuri valmistamine. Olles varem keevitamisega kokku puutunud ning kunstist huvitatuna, soovisin teha midagi, milles on ühendatud eelnevad. Metallikunst ei ole uudne, aga iga kunstniku loodud skulptuur on omapärane.

Minu praktilise töö esimene eesmärk on valmistada kordumatu kunstiteos, mille olen ise disaininud ja loonud. Selle teostamiseks leidsin endale juhendajad ning koha, kus projekt ellu viia. Teiseks praktilise töö eesmärgiks oli arendada enda oskusi TIG-keevitus tehnikaga ning arendada teoreetilisi teadmisi erinevate metallide töötlemise sealhulgas viimistlemise kohta.

Kuna keevitusmeetodeid on mitmeid, oli vaja välja selgitada, millistest materjalidest ja milliste keevitustehnikatega oleks minu disainitud skulptuuri võimalik teha.

Minu töö on jaotatud peamiselt kolmeks suuremaks osaks: inspiratsioon ja koostöö ettevõttega, teoreetiline ülevaade ja töökäik. Esimeses peatükis kirjeldan, kui palju mul on olnud varasemat kogemust keevitamisega ja näitan esimest tehtud tööd ning kirjeldan, kust tuli idee teha selline projekt. Veel tutvustan ettevõtet, kelle juures oma tööd teha sain. Teises suuremas peatükis seletan lahti kogu projekti tehnilise poole, sealhulgas erinevaid materjale, keevitustehnikaid ning loetlen kasutatud töövahendeid ja materjale. Kolmandas peatükis kirjeldan kogu protsessi, alates eeltööst, kuni tulemuseni välja.

# 1. INSPIRATSIOON JA KOOSTÖÖ ETTEVÕTTEGA

## 1.1 Idee

Esimest korda puutusin kokku keevitamisega aastal 2022 Ameerikas, kui olin seal vahetusõpilane. Keevitamine oli minu koolis üks valikainetest, mille peale sattusin juhuslikult, sest midagi muud ei olnud sellel hetkel valikus. Juba esimesest tunnist peale hakkas tund mulle huvi pakkuma. Kuna Ameerikas on pool aastat järjest sama tunniplaan, siis oli mul keevitamine iga päev kolmas tund. Esimesed poolteist kuud harjutasime elektrodkeevitust. Peale seda MIG-keevitus tehnikat ning lõpus natuke ka TIG-keevitust. Esimeseks tööks tegin umbes 20-sentimeetrise lille (vt Joonis 1).



**Joonis 1.** Esimene keevitustöö Ameerikas (Linkmann, 2024)

Tol hetkel oli mul kaks ideed - teha midagi, kus kasutan töö valmistamiseks puutööd või keevitan. Üsna kiiresti oli selge, et jään viimase juurde, sest sellega on mul vähem kokkupuudet olnud ja tahan selle kohta rohkem õppida ja teada saada.

Idee praktiliseks tööks teha midagi seotud keevitusega otsustasin kindlalt ära augustis 2023, enne kooli algust. Mõte oli teha skulptuur. Seejärel uurisin, milliseid metallist skulptuure üldse tehtud on, kuid soovisin välja mõelda midagi sellist, mida varem tehtud pole. Peale seda kogusin oma mõtted kokku ning hakkasin mõtlema milline võiks minu töö välja näha. Paar päeva peale seda oli mul olemas ettekujutus skulptuuriks.

Selleks, et mu töö saaks korralikult tehtud ja täpselt selline, nagu ette kujutasin, oli mul vaja kohta ning juhendajat, kes mind sellega aitaksid. Mul oli vaja leida ettevõtte, kes sellist koostööd minuga teha soovib. Esiteks kirjutasin Eesti Masinatööstuse Liidu tegevjuhile Raul Kütile. Tema soovitas mulle nelja ettevõtet, kellega tutvusin ning valisin välja kaks. Seejärel kirjutasin kahele erinevale keevitusega tegelevale firmale: Torm Metall ja Irontec. Firma Torm Metall OÜ oli nõus mulle vastu tulema ja mind aitama.

## 1.2. Varasemalt tehtud tööd

Skulptuuride olemus ning teke on tuhandete aastate vanune. Skulptuurid on ajalooliselt olnud alati tähtsal kohal ning igal kultuuril on nendega seoses olemas oma lugu. Mõned skulptuurid tähistavad olulist ajaloolist isikut või kohta, teised mälestavad mõnda sündmuskäiku, mis on olnud inimestele tähtis. Kuigi skulptuurikunst on väga vana, ilmus see kunstistiil tänavapilti palju hiljem.

Utiilikunst on kunstistiil, mis on populaarsust kogunud enim 1960.-1970. aastatel. Selle kunstistiili puhul väljendatakse tihti oma kujutlusvõimet luua taaskasutatud materjalidest midagi uudset. Utiilikunsti eesmärk on anda inimesele vaatenurk keskkonnasaaste probleemidest. (Randmann-Mihkla, i.a.)

Mati Karmin on üks Eesti kuulsatest skulptoristidest, kes on tuntud oma eriliste disainide poolest. Peale Hugo Treffneri Gümnaasiumi lõpetamist suundus Karmin Eesti Kunstiakadeemiasse, kus õppis järgmised viis aastat skulptoriks. Samal aastal pälvis ta juba noorte kunstnike aastapremia. Karmin jäi peale kooli lõpetamist sinna õppejõuks. Hiljem on Mari Karmin pälvinud mitmeid preemiaid ning tunnustusi oma tööde eest. Kõige hiljutisem on neist 2024. aastal saadud Tartu Suurtähe kavaleri preemia. Karmin on loonud oma kunsti peale metalli ka pronksist, marmorist ja graniidist. Tema töid võib näha üle terve Eesti. (Mati Karmin, i.a.). Mati Karmin on viljelenud ka utiilikunsti, näiteks on ta valmistanud vanadest miinidest mööblit.

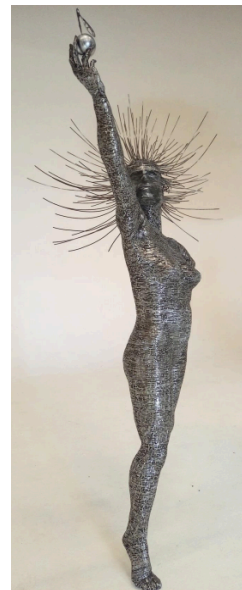
Ka autori skulptuuris on kasutatud metallijääke ning seda võib osaliselt pidada utiilikunstiks. Taaskasutatud on plaat, mille peale lill keevitatud on ning selle seest välja ulatuvad pulgad. Ka lille vars, mis on tehtud roostevabast terasest, on torujääk, millele leidsime uue kasutuse.



### 1.2.1 Praktilise töö “Võilille skulptuur valgustiga” ja lõputöö terassskulptuur “Eeva õunaga” võrdlev analüüs

Koolide lõputöödena on varemgi valmistatud metallist skulptuure. Järgnevalt võrdleb autor Pallase kunstikooli ühe lõputööna teostatud skulptuuri valmimise metoodikat, töö käiku ning materjalide valikut.

Terassskulptuur “Eeva õunaga” (vt Joonis 2) on lõputöö valminud aastal 2022, mille autor on Urmas Aavik. Töö kujutab endast terasest skulptuuri, mis on valmistatud keevitamise teel. Aaviku esimeseks töö eesmärgiks oli läbida kogu skulptuuri valmistamise protsess iseeneses. Teiseks eesmärgiks oli autoril välja arendada oma tehnika, kuidas terastraadist kokku keevitada skulptuur. Autor kirjutas, et oli idee saanud 3D printimise mõttest - kiht-kihi haaval luuakse midagi. Seejärel oli Aavikul tahe seda ise teha. Tema skulptuur koosneb 1000-st ringikujulisest traadist ning umbes 30 000-st keevituspunktist, mis on Aavik keevitanud üle terve oma skulptuuri. Lõputöö on jaotatud kaheks suuremaks osaks - skulptuuri kavandamine ja tehniline protsess.



**Joonis 2.** Eeva õunaga  
(Aavik, 2022)

Võrreldes neid kahte tööd on võimalik leida mitmeid sarnasusi. Näiteks leiame töö ülesehituses, et mõlema töö puhul oli äärmiselt oluline eeltöö ehk ettevalmistav protsess. Aavik (2022, lk 11) on oma töös välja toonud, et talle meeldib oma käega eeldatavat tulemust näha ehk prototüüp sai valmis tehtud oma kätega. Mõlemad tööd on elusuuruses ning 3D-s. Aavik lõi oma prototüübi savist, mille sees oli toetav karkass. Ka mina tegin enne keevitama asumist valmis oma kätega prototüübi, et näha milline tuleb eeldatav lille ülemise osa suurus. Mõlemas töös on olulisel kohal vajadus kindlakäelise töökoha ja juhendaja järele. Ilma selleta ei saaks mõlemat tööd teha selliste vahenditega, nagu soovitakse, ilmneks mitmeid murekohti või ei saaks tööd tehtud. Aavik teostas oma töö Pallase skulptuuriosakonnas, kus oli tema arvates piisavalt head tingimused, et tööd teha. Mul oli aga võimalik kasutada

professionaalset töökoda ja seal olevaid abilisi, kes töötavad metallitööstuses igapäevaselt ning oskavad aidata igasuguste võimalike probleemidega.

Töid võrreldes leiti ka, et mõlemad autorid on oma peamise materjalina kasutanud terast. Millist terase sorti Aavik kasutas, polnud töös välja toodud. Töid võrreldes leiti ka, et Urmas Aavik kasutas skulptuuri kokku keevitamiseks MAG-keevitus tehnikat, kuid selle töö autor TIG-keevitus tehnikat.

### **1.3 Torm Metall OÜ**

Torm Metall OÜ asutati aastal 2008 ning see asub Tartus Ropka tööstusrajoonis. Ettevõtte alustas väiksel ning esimesed aastad tegelesid nad oma toodete arendamise ja müümisega. Esimestel aastatel oli Tormil umbes 900 m<sup>2</sup> tootmispinda. Nüüdseks ettevõtte pindalalt umbes 8 korda suurem. 2021. aasta seisuga on neil tööl üle 200 töötaja, kes kõik on oma ala spetsialistid ning kellel on pikaajalised teadmised ning kogemused teatud valdkonnas. (Torm Metall, i.a.-a). Torm Metall on aastate jooksul saanud juurde mitmeid seadmeid, mis annab neile võimaluse pakkuda oma klientidele parim tulemus.

Ettevõtte pakub mitmeid erinevaid teenuseid - laserlõikus, vesilõikus, metallpindade lihvimine ja painutamine, krassi eemaldamine, servade ümardamine, torude ja profiilide laserlõikamine, keevitamine ja montaaž, pulbervärvimine, tootekujundus ja -arendus. (Torm Metall, i.a.-b). Näiteks võib ettevõtte valmistada toote ühe osa kui ka valmistoote, mis on võib otse poeletile minna.

Kogu protsessi vältel aitasid ja toetasid mind järgmised inimesed:

- 1) **Ott Jaakma**, tootmisjuht. Tootmisosakonna juhi vastutusala jaoks on suures plaanis heakord, seadmete tehniline seisukord, tootmiskorraldus, personali juhtimine, kvaliteedi ja efektiivsuse tagamine ja parendus. Jaakma aitas mul välja mõelda tegeliku lille välimuse, tutvustas mulle ettevõtet ning rääkis millega nad igapäevaselt tegelevad. Jaakma leidis mulle ka abilisi, kes minuga projekti valmimise ajal saavad toeks olla.

2) **Tomas Keerme** ning **Eero Ernits**, tootmisinsenerid. Nende tööülesanded puudutavad tootmise efektiivsuse ja kvaliteedi parendust, uute tehnoloogiate juurutamist, töötajate oskuste ja teadmiste arendamist ning jooksvate tehnoloogiliste probleemide lahendamist. Eero Ernits tutvustas mulle erinevaid tööriistu ning masinaid ning oli minuga kaasas igas kohas, kus projektiga tegelesime. Ernits aitas luua 3D mudelid Solid Edge programmiga, et saaksime need hiljem välja printida. Tomas Keerme aitas disainida lille keskmise osa ning pleksiklaasi otsas olevad osad, mis on 3D printeriga välja printitud. Printimisele kulus kokku umbes 30h.

## **2.TEOREETILINE ÜLEVAADE**

Käesolevas peatükis antakse ülevaade keevitamisel kasutatavatest materjalidest, keevitustehnikatest ning töövahenditest.

### **2.1 Materjal**

Enne keevitama asumist tuleb leida endale materjal, millega keevitama hakatakse. Valiku tegemisel on vajalik mõelda, kus seda kasutama hakatakse, kui raske peab see tuleb või kas asi on mõeldud välistingimustesse või sisetingimustesse kasutamiseks. Materjale, mille peale on võimalik keevitada, on mitmeid, kuid neist tuntum ning enim kasutatud on metall.

Metall on element, mida hoiavad koos metalsed sidemed ja mille omadused on hea elektri- ja soojusjuhtivus (Sõnaveeb, 2024). 2024. aasta järgi on perioodilisustabelis 118 elementi, millest 96 on metallid. Metalle on erinevate omadustega ja neid võib omavahel ja süsinikuga segada. Teras on rauasüsinikusulam süsinikusisaldusega 0,05-2,14 % (Sõnaveeb, 2024). Terased on jaotatud 11. erinevasse rühma ehk neid on mitmesuguseid liike. Teraseliigid erinevad oma keemilise koostise, omaduste ja kasutusvaldkondade poolest.

Selle projekti valmistamiseks kasutasin peamiselt kahte materjali - roostevaba teras AISI 304 ja AISI 316 ning plastik Filalab R-PETG 1.75mm.

#### **2.1.1 Roostevaba terase keevitatus**

Terased on ära jaotatud just tänu nende erinevatele keevitatusvõimetele. Laansoo ja Pihl on oma raamatus kirjutanud, et kõiki metalle ei saa edukalt kokku keevitada. Erinevate liidete saamiseks sobivad mõned keevitusprotsessid paremini ühtede ja teised paremini teiste materjalide keevitamiseks. Selliseid asjaolusid seostatakse terminiga keevitatusvõime. (Laansoo, Pihl 2014, lk 25)

Töös on kasutatud kahte erinevat marki roostevabat terast: AISI 304 ja AISI 316. Need on küll mõlemad roostevabad terased, kuid nende keemiline koostis ja omadused on erinevad. AISI 304 on üks roostevabast terasest, mis sisaldab peamiselt kroomi ning niklit. Seda metalli kasutatakse just sellepärast, et sellel on hea taluvus rooste suhtes. Teiseks terase margiks on AISI 316, mida kutsutakse tihti ka happeskindlaks teraseks. Seda just sellepärast, et metallil on kõrge happetaluvus.

Roostevaba terase keevitamisel võib kasutada mitmeid tehnikaid, kuid enim levinud on MIG- ja TIG-keevitus. Mõlemad tehnikad võimaldavad saavutada ilusaid ja puhtaid keevisliiteid. See, millist tehnikat roostevaba terase keevitamiseks kasutada, sõltub materjali paksusest, kus projekti plaanitakse kasutada ning keevitamise asukohast.

Roostevabal terasel on järgmised omadused, mis erinevad suuresti tavalise süsinikterase omast (Laansoo, Pihl 2014, lk 28):

- Roostevabal terasel on madalam sulamistemperatuur, seega on vajalik väiksem keevituskaare võimsus.
- Roostevaba terase puhul on kuni kolm korda madalam soojusjuhtivus, mille tulemusel suureneb läbikeevitus ja kõrgem termomõjutsooni temperatuur. On vaja piirata keevitusenergiat ja keevitusvoolu.
- Paksu plaati keevitatakse sirgete läbimitega ehk ilma püstolit võngutamata, et piirata keevituse soojussisestust.
- Peale keevitamist viimistletakse metall roostevaba traatharja, traatketta või spetsiaalse passiveeriva happega.

## **2.2 Keevitamine**

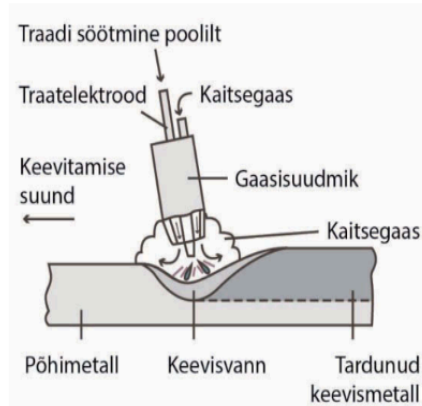
Keevitamise üldine eesmärk on liita kaks samaliigilist metalli. Keevitusprotsesse on erinevaid, kuid järgmisena kirjeldan kolme tuntumat, ning põhjendan, miks ja millise kasuks oma projektis otsustasin.

- 1) Elektrodkeevitus ehk MMA (ingl. *manual metallic arc*). Selle keevitustehnikaga on töö autor kõige rohkem kokku puutunud. Selle keevitustehnika puhul on soovitud liite saamiseks metalli servad kokku keevitatud sulatamise teel. Enne keevitama asumist tuleb elektroodivarrast kraapida põhimetalli vastu. Põhimetall ja elektroodivarras sulavad omavahel kokku ning tekitavad keevisvanni (vt Joonis 3) (Laansoo, Pihl 2014, lk37).



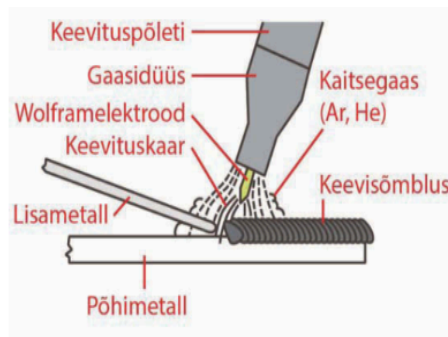
**Joonis 3.** Elektrodkeevituse etapid (Laansoo, Pihl 2014, lk 35)

- 2) MIG-keevitus (ingl. *metallic inert gas*) on tuntud ka kui poolautomaatkeevitusena, sest tööriista kasutaja peab kasutama minimaalselt enda jõudu. Selle keevitustehnika puhul peab keevitades keevituspüstolit lohutama ning olenevalt keevitamist asendist on tavaliselt püstol ka väikese nurga all. See annab võimaluse näha tekkivat keevisvanni ning jälgida, kas keevisõmblus tuleb sirge. MIG-keevitus on tavaliselt olnud üks kergemaid ning lihtsamini õpitavaid keevitusprotsesse.



**Joonis 4.** MIG-keevitus (Laansoo, Pihl 2014, lk 52)

- 3) TIG-keevitus ehk *tungsten inert gas*. Sarnaselt MIG-keevitus tehnikale on vaja ka TIG-keevituse ajal hoida püstolit nurga all. Vajadus lisametalli kasutada oleneb, mida keevitada tahetakse, kuid alati pole seda vaja. TIG keevituse juures on oluline jälgida, et püstoli sees olev wolframelektrood (Joonis 5) ei läheks vastu metalli, sest sellisel juhul jääb see sinna kinni ning rikub ära ilusa metalli pinna. TIG- keevituse eelis on, et metalli pinnale ei jää räbu, mida oleks vaja hiljem maha võtta. Teistpidi läheb TIG-keevitusega kauem aega, sest see nõuab täpsust, kannatlikkust ning häid oskusi.



**Joonis 5.** TIG-keevitus (Laansoo, Pihl 2014)

See keevitustehnika on populaarne, sest sellega saab keevitada kõiki metalli sorte, aga tavaliselt kasutatakse õhemaid metalle (Laansoo, Pihl 2014, lk 90) Autor kasutas erinevate lille osade kokku panemiseks TIG-keevitus tehnikat just eelneva väite pärast. Kuna ettevõttes on see keevitustehnika kõige rohkem kasutuses, oli see teine põhjus miks just TIG-keevitust kasutasime.

## 2.3 Töövahendid ning materjalid

Metallist skulptuuride valmistamiseks kasutatakse palju erinevaid töövahendeid, alates töökinnastest kuni erinevate lihvimismasinateni. Selleks, et tulemuses mitte pettuda, peab kasutama õigeid masinaid, metalli puhastama ning hooldama. Seda tehakse parima tulemuse saamiseks ja ka selleks, et valmis skulptuur säiliks ka järgmised kümnendid.

Töös on kasutatud järgmisi töövahendeid:

- Akutrell
- Toru lintlihvija
- Lintsaag
- Töökindad
- Mini lihvija
- Eksentriklihvija
- Otslihvija
- Faasipuur
- Puurpink
- Lihvimispaber tugevusega 120
- Väike krassi nuga
- Ketas- ja lintlihvija
- 5mm metallipuur
- 10mm metallipuur
- 21mm metallipuur
- Analoogne nihik
- Digitaalne nihik
- Kuumaliimipüstol

Töös on kasutatud järgmisi materjale:



- Roostevaba teras AISI 304 ja AISI 316
- Filalab R-PETG 1.75 mm
- Pleksiklaas
- Liimipulk
- Kile

## **3. TÖÖ KÄIK**

Järgnevalt antakse töös ülevaade kogu projekti eelsetest etappidest - millist ettevalmistust tehti, kellega kohtuti ning kuidas valmisid esimesed kavandid. Eeltöö protsess võttis kõige rohkem aega, seega on see peatükk jaotatud ära iga kuu kaupa.

### **3.1. Eeltöö**

#### **3.1.1. September 2023**

27. septembril 2023 kohtusin ma Ott Jaakmaga esimest korda Tartus firmas Torm Metall, et läbi rääkida projektist, mida soovin täpsemalt teha. Esiteks tutvustasin Jaakmale praktilise töö olemust ning seletasin millised oleksid tema tegevused minu juhendajana. Teiseks rääkisime läbi, milline minu projekt umbes olla võiks ja kuidas me seda teostada saaksime. Kolmandaks viis Jaakma mind ettevõtte tootmisalale, et mind ettevõtte tegevustega rohkem kurssi viia ning näidata, millega nad igapäevaselt tegelevad. Jaakma tutvustas tehases olevaid töötajaid, masinad ning roboteid. Tutvusin erinevate metallidega ja nende töötlemisega, et saada oma projekti jaoks rohkem ideid.

Peale seda käiku oli minu ülesandeks mõelda, milline projekt võiks välja näha. Selleks otsisin internetist erinevaid pilte, mis võiksid minu mõttega kokku minna. Et oma nägemus paberile panna, sain kokku Elva Gümnaasiumi kunstiõpetaja Lena Leonovitšiga, kes on üks minu juhendajatest. Arutledes leidmine, et projekt võiks olla metallist võilille skulptuur. Ülemine osa võiks tehtud olla väiksematest torudest. Meie mõte oli panna metalltorude otsa ka led-lambid, et lillele veel rohkem efekti anda. Peale arutamist aitas Leonovitš luua esimese kavandi (vt Lisa 2), mille hiljem Jaakmale saatsin.

#### **3.1.2. Oktoober 2023**

19. oktoobril 2023 kohtusin taas Jaakmaga, et arutada edasise tegevuse plaane. Alguses olime üksteisest mööda rääkinud - minu mõte oli teha lille ülemine osa 3-mõõtmelisena, kuid Jaakma arvas, et lille õie osa tuleb tuleb 2-mõõtmeline. Leppisime kokku, et võilill tuleb ikka 3Ds. Rääkisime läbi ka lille üldised mõõtmed, kui pikad peaksid olema lille

ülaosas olevad pulgad, nende läbimõõt ja diameeter. Arutluse tulemusena leidsime, et toru pikkus võiks olla 40 cm, läbimõõduga 10-12 mm. Lille keskmise osa ehk südamiku kavandamisega oli meil raskusi, sest esialgne mõte oli valmistada alumiiniumist ümmargune kera ning selle sisse puurida nii palju auke, kui pulki oli vaja. Arutelude tulemusena jõudsime järeldusele, et metallist kera polnud kõige praktilisem kasutada. Järgmiseks tekkis idee valmistada jalgpallikujuline tasapindadega kera, mille lõikasime välja kavandi järgi ning painutaksime keraks kokku. Seejärel saaksime sinna sisse puurida augud, ning hiljem pulgad aukudesse keevitada. Teine mõte oli teha plastikust 3D mudel, mille saaksime 3D printeriga välja printida. Selle meetodi eeliseks oli võimalus valida ise suurus, värv ja paksus ning selle variandi puhul saaksime pulgad aukudesse sisse suruda.

Järgmiste päevade jooksul pidin arvutama võilille umbkaudse kaalu, kui see oleks tehtud roostevabast terasest ja kaalu, kui see oleks valmistatud alumiiniumist ning arvutama kokku pulkade arvu, mida projekti valmistamiseks vajame. Arvestama pidi ka, et võilille ülemine osa ei oleks raskem kui alumine plaat, ning vars ei oleks liialt kaldus ja säilitaks tasakaalu. Veel pidin tegema võilillest arvutiprogrammi abil 3D mudeli ja otsima võilillele sobivad LED-tuled, mis oleksid tuule- ja vihmakindlad ehk rohkem kui IP54.

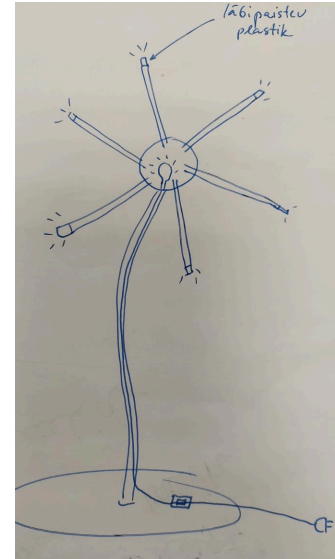
Andmed, millest arvutamisel lähtusin: kokku on vaja 30 metallist pulka - 20 nendest on 35-sentimeetrised torud ja 10 30-sentimeetrised pulgad. Arvutades leidsin, et vaja läheb 7 meetrit toru ja 3 meetrit pulka. Kasutades internetis olevat programmi Omni Calculator, leidsin kui võilille ülemine osa oleks tehtud roostevabast terasest, oleks selle kaal 3,184 kg. Kui see oleks alumiiniumist, siis 1,095 kg. Seejärel kinnitas Jaakma, et 3,2 kg roostevaba terase kohta ei ole liiga raske ning see materjal on neil laos olemas.

20. oktoobril kohtusin kolmanda juhendaja, Olga Martisega. Panime paika kuupäevad, millal erinevad tööosad võiksid valmis olla. Arutasime ka läbi edasise töö plaani.

### 3.1.3. November 2023

Novembris tegelesin valgustuse lahenduse otsimise ning õigetes mõõtmetes lille ülemise osas prototüübi kokkupanemisega. Sobivate LED-tulede leidmisega oli raskusi - ei leidnud Eesti kaubandusvõrgust sobilikku lahendust. Pöördusin abi saamiseks õpetaja Lena Leonovitši poole, kes leidis kaks võimalikku varianti: saunavalgusti ning päikesepatareil töötav LED-valgusti. Need varjandid saatsin ka Jaakmale, Keermele ning Ernitsale.

Valgustuse osas tekkis ettevõttel tekkis täiendav idee, mille kohaselt on kera sees suurem LED-pirn ning torude otsast kiirgaks välja valgus läbipaistva plastikust osa kaudu (vt Joonis 6).



**Joonis 6.** Valgusti visand  
(Jaakma, 2024)

### 3.1.4. Detsember 2024

Detsembris sai läbi proovitud mõtte teha lille keskmine osa jalgpalli kujuline. Selle jaoks pidime kuju välja lõikama ning siis kokku keevitama. See ebaõnnestus, sest metall oli liiga õhukesest materjalist - 0,8 mm. Peale seda sai metalli paksust muudetud 1,5 mm. Ka see ebaõnnestus, sest praktikas nägime, et metallist südamik jäi kohmakas ja inetu ning ei vormunud pallikujuliseks kokku (vt Joonis 7). Jäime 3D printitud lahenduse juurde. Jaakmal tekkis ka täiendav mõtte pulkade osas - kasutada läbipaistvat pleksiklaasi. Sellisel juhul saaksime ikkagi palli sisemuses kasutada ühte pirni, mis peegeldaks valguse pulkadesse.



**Joonis 7.** Ebaõnnestunud keskmine osa lille skulptuurist (Linkmann, 2024)

Veel tekkis idee pulkade otsa printida õiekesed, millest tuli saab samuti läbi kumada. Nüüdseks oli meil olemas ka täissuuruses 3D mudel lillest (vt Joonis 6). Selle järgi saame järelda, milline peaks tulemus välja nägema. Mudel ei pea olema lõplik, vaid näitama oodatud tulemust. Kindlasti võib töö käigus ette tulla ootamatusi ning mõned osad võivad muutuda.

### 3.1.5. Jaanuar 2024

Kui suur osa ettevalmistustest oli nüüdseks tehtud, oli vaja välja mõelda lahendus, kuidas ühendada omavahel ära lille ülemise ja alumise osa. Kuna ülemine osa on plastikust ning alumine metallist, oli meil vaja lahendust kuidas need omavahel kokku panna. Jõudsime järeldusele, et lille varre otsa keevitame flantsi ja puurime lille keskmise osa sisse augud. Seejärel on meil võimalus kaks lille osa kokku kruvida. Nüüdseks oli valmis ka täissuuruses 3D mudel lillest (vt Joonis 8).



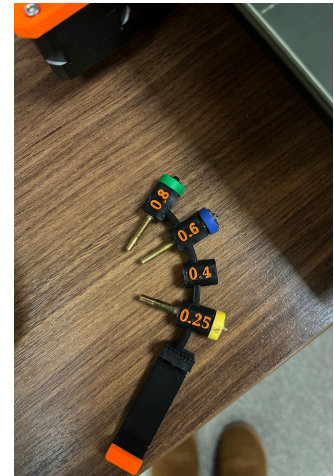
**Joonis 8.** Valmis 3D mudel (Ernits, 2024)

## 3.2 Projekti teostus

12. jaanuaril 2024 oli aeg hakata lille monteerima ja kokku panema. Kõigepealt rääkisime läbi, mis meil tehtud on ning panime paika päevaplaani. Selleks ajaks oli meil juba olemas väljaprintitud lille keskmine osa. Tutvusin 3D printeriga ning jälgisin mudelite valmimist.

Selleks, et 3D printeriga printida, oli lillest vaja teha 3D mudel. Solid Edge arvutiprogrammis vaja defineerida lille mõõdud ehk panna paika lille suurus. Mudeli valmides laadisime selle printerisse ning printimine algas.

Järgmisena tutvustan 3D printimise võimalusest ja valmimisest. Meie kasutasime PRUSA i3 Mk3 masinat. Alus, mille peale prinditakse on tehtud terasest, ning selle peal on alusmatt, kuhu projekt lõpuks peale prinditakse. Printeriga saab printida kuni 210 mm projekte. Printimise tehnoloogiana kasutab masin sulatamist, mida nimetatakse FDM-ks (*Fused Deposition Modeling*). See tähendab, et see sulatab plastmaterjali (meie kasutasime PETG-d) ja ehitab seejärel kiht kihi haaval soovitud 3D-mudeli. Printeril on ka USB ja SD-kaardi pesa, et 3D mudeli saaks printerisse sisestada. (Original Prusa ..., i.a.). Printeri otsa käivad otsad (vt Joonis 9), kus peal on kirjas nende paksus. Paksust valitakse olenevalt tahetud projektist. Mida väiksem ots on, seda detailsemat tööd saab sellega teha.



**Joonis 9**, 3D printeri otsad (Linkmann, 2024)

Esimese sammuna oli vaja lille keskmise osa sees olevad augud teha suuremaks, sest kui printer südamikku printis, sulasid augud veidi kokku. Järgmiste tegevustega aitas mind ka Ken Morten Miitel, kes on firma Torm Metall töötaja. Miitel rääkis ära tähtsamad ohutusnõuded ning näitas, kuidas masinad töötavad. Aukude suurendamiseks kasutasin akutrelli, mille otsas puur. Puurisin iga augu natuke suuremaks. Katsetasin, kas pulk mahub läbi, kui ei mahtunud, siis puurisin uuesti. Järgmiseks oli vaja välja lõigata vardad, mis lille südamikust välja tulevad. Pleksiklaasist varraste lõikamiseks kasutasin metallilõikurit. Et teha kindlaks, kas masin pleksiklaasi lõikab, testisime seda enne prototüübi peal. Tulemus oli rahuldav. Meil oli kaks kahemeetrist varrast, mis oli vaja lõigata 20 cm pikkusteks osadeks. Peale seda oli vaja iga varda otsa puurida auk akutrelliga, et sinna sisse hiljem LED-tuled panna. Selleks kinnitasin ühe pulga kruustangide vahele ning puurisin 0,5 cm puuriga pulga sisse augu, mille sügavus oli 1 cm. Seda tegin kokku 27 korda, et iga pulga otsas oleks auk sees (vt Joonis 10).



**Joonis 10**, aukude puurimine pleksiklaasi (Linkmann, 2024)

Nüüd oli meil vaja välja mõelda kuidas on võimalik painutada seest tühi lillevars nii, et see painutades mõlki ei läheks. Selleks täitsime varre täitematerjaliga, milleks oli metallhaavli puru. See andis meile võimaluse painutada lille vars sellisesse asendisse, nagu soovisime. Lille painutamiseks kasutasime 3D printeriga välja printitud plokki. Seejärel kasutasime kangi, et painutada vars sellisesse asendisse, nagu soovisime.

Edasi tegelesin tulede paigaldamisega südamiku sisse. Seejärel liimisin pleksiklaasist pulgad kuuma liimiga tulede külge ning siis kinnitasin pulga südamiku külge.

22. jaanuaril 2024 läksin firmasse Torm Metall, et lõpetada projekt. Enne, kui edasi tegutsesime, proovisime, kas lille südamiku sees olevad LED-tuled süttivad. Tulemus oli ootuspärane.

Minilihvija ja eksentriklihvijad on tööriistad, mille saab ühendada suruõhu toruga. Et tööriistu kasutada, peab minilihvijal vajutama nuppu ning eksentriklihvijale peab käelabaga peale vajutama. Esimesena lihvisin skulptuuri aluse ääre minilihvijaga nii, et katsudes oleksid ääred siledad ja teravaid nurki tunda ei oleks (vt Joonis 11). Lihvimispaberi tugevus oli 120. Seejärel kasutasin eksentriklihvijat, et lihvida aluse pealmine osa läikivaks ning lihvisin veelkord ääred üle. Selle lihvimispaberi tugevus oli samuti 120. Lihvima peab selleks, et laserlõikusest materjali serva tekkivat krassi maha saada. Nii näeb metall ilusam ja puhtam välja.



**Joonis 11**, minilihvija ja võilille alus (Linkmann, 2024)

Peale seda oli meil vaja metallist lille varre alumisse otsa teha auk, et sealt saaks LED-lambi juhtme välja tuua. Mõõtsime tulede juhtme kontakt ühenduse übermõõdu. Übermõõdu saamiseks kasutasin nihikut. Saime tulemuseks 19,7 mm. Augu puurimiseks kasutasime puurpinkki. Puurpingis oli padrun, mille sisse panime puuri kinnitusega MK123. Kuna metalli sisse ei saa kohe suurt auku puurida, pidime puurima kolme läbimiga. Esiteks panime padruni sisse 5 mm puuri. Teiseks kasutasime 10 mm puuri ning viimaks 21 mm puuri. Viimasega oli meil natuke raskusi, sest siis hakkas toru liigselt liikuma ning see hakkas puurimist segama. Otsustasime aluse kinnitada, et see paigal püsiks.

Kui see oli tehtud, oli vaja varre sees oleva augu ümbrus lihvida, sest vastasel juhul lõhuksid metalli teravad ääred ära kaabli või kellegi sõrmed. Alguses proovisime ääred krassinooaga töödelda, kuid sellega ei õnnestunud servi maha lihvida. Seejärel kasutasime otslihvijat, mis toimis hästi.



Nüüd oli vaja terve lille vars lihvida. Selleks kasutasin toru lintlihvijat (vt Joonis 12). Seda tegin nii kaua, kuni terve vars säras ning ma ei näinud ühtegi tumedamat kohta. Järgmiseks oli meil vaja lihvida pulkade otsad, mis lähevad aluse külge. Selleks liikusime teise töökohta. Seal kasutasin ketas- ja lintlihvijat, et saaksin kuue varda tipud siledaks.



**Joonis 12**, lille varre lihvimine (Linkmann, 2024)

Seejärel läksime keevitusüksuse alasse, et spetsialistidega konsulteerida edasiseid plaane. Keevitaja Karl Kabral oli valmis mind juhendama ja aitama. Meie eesmärk oli nüüd lillevars aluse külge ja pulgad aluse peal olevatesse aukudesse keevitada. Keevitamiseks kasutasime TIG-keevitust. Kabral lükkas august pulga läbi ning mina keevitasin lille alt selle kinni. Varre ja aluse kokku keevitamine oli raskem ning selle jaoks vajasin tema abi. Seejärel kasutasin karukeelt, et lihvida käsitsi maha oksiidikihi. Kui keevitatud ja lihvitud saime, siis painutasin pulgad sellisesse asendisse, et need oleksid üksteisest eemal ning natuke kaardus. Varred painutasin füüsilisel meetodil.

26. jaanuaril 2024 sain kokku kunstiõpetajaga, et tutvustada talle projekti progressi. Näitasin Leonovitšile skulptuuri pildimaterjali ning palusin temalt tagasisidet. Arutlesime disaini muudatuste üle, aga otsustasin siiski jääda originaalversiooni juurde.

9. veebruaril 2024 käisin uuesti Tormis. Skulptuur oli nüüd lõplikult valmis. Jäädvustasime taiese koos projektimeeskonnaga (vt Lisa 2) ning transportisime töö Elvasse.

### 3.3 Tulemus

Praktilise too tulemusi võib käsitleda mitmest aspektis. Protsessi käigus oli kokku kolm peamist tulemust. Esimeseks valmis kunstiteos, teiseks leidis aset autori eneseareng ning kolmandaks arenesid teoreetilised teadmised metallitöötlemise kohta.

Esiteks, kui võrrelda autori projekti tulemust Aaviku tööga, siis leitakse mitmeid erinevusi. Annalüüsi tulemusena leidis autor, et kuigi mõlemad tööd on skulptuurid, on neis kasutatud erinevaid tehnikaid ning ei ole seetõttu sellest aspektist võrreldavad. Võrrelda aga saab teemat ja sõnumit, tehnilisi oskusi ning visuaalset väljanägemist. Autor näeb Aaviku töö puhul selget sõnumit skulptuuri juures - Aadama ja Eeva Paradiisist väljaheitmise lugu. Autori töös selget teemat ega sõnumit ei ole. Aavik oli enne tööga alustamist otsustanud kasutada kindlaid materjale, aga autori töö puhul oli valik laiem ning otsustamine toimus protsessi käigus. Sellest tulenevalt oli Aavikul vajadus kasutada vähem seadmeid ja tööriistu.

Võrreldes kahte tööd visuaalselt, näeme, et mõlema töö puhul on vaeva nähtud soovitud tulemuse saamiseks. Mõlemad tööd on kunstiteosed, kuid erinevusena võib välja tuua, et autori töö on lisaks sellele ka praktiline tarbeese.

Teise tulemusena käsitleb autor enesearengut. Töö valmimise protsess oli pikk, seega arenesid mitmed omadused ja oskused - koostöövalmidus, julgust suhelda võõraste inimestega, kriitilise tagasiside vastuvõtmine ning julgus avaldada oma arvamust. Meeskond, kellega autoril oli võimalus koostööd teha, oli igati vastutulev ning aitas igal sammul, kus abi vajati. Ettevõtte ning kõik juhendajad panustasid selle töö valmimisse ning on tänu sellele osa tulemusest.

Kolmandaks töö tulemuseks on kõik omandatud teoreetilised teadmised metallitöötlemise ja -tööstuse kohta, sealhulgas töövahendite ohutus ja erinevate materjalide kasutus. Enamus tööstustes kasutatavatest töövahenditest ei ole ohutud, kui ei teata, kuidas masinaid kasutada. Seega on oluline teada, kuidas tööriistu kasutada ja ka see, et seda

tehakse õigesti, vastasel juhul võib tööriistade vale kasutamine rikkuda ära masina, töö või tervise. Samuti õppis autor, kuidas on metallitööstus üles ehitatud ehk milline on tehase planeering. Autor nägi, et erinevad hoone osad on jaotatud aladeks. Igas alas on üks tegevusvaldkond, näiteks keevitusüksus, lihvimine ja viimistlemine või toodete pakkimine ja transportimine.

Ajaraam, mille vältel nimetatud tulemused tulid, on järgmine: kogu projekti peale, millest enamus oli eeltöö ja ettevalmistus, kulus kokku umbes kuus kuud. Füüsiliselt läks projekti tegemiseks kokku kaks päeva - esimesel päeval kuus tundi ning teisel päeval neli tundi. Sellest võib järeldada, et kunstiteoste ja skulptuuride tegemiseks peab arvestama suure ajakuluga ning olema valmis ebaõnnestumise korral mingid etapid uuesti läbima. Valmis projekti plaanib autor kasutada isiklikul otstarbel enda kodus.

## KOKKUVÕTE

Käesolevas praktilises töös on seatud tööle kaks peamist eesmärki: valmistada kordumatu kunstiteos, mille on autor ise disaininud ja loonud, teiseks arendada enda oskusi TIG-keevitus tehnikaga ning kolmandaks suurendada teoreetilisi teadmisi erinevate metallide töötlemise ja viimistlemise kohta.

Esimene seatud eesmärk sai täidetud täiel määral. Töö autor leidis inspiratsiooni Eesti skulptuurikunstist ning lõi endale visiooni selle baasil. Teisest eesmärgist sai autori hinnangul täidetud 90 protsenti. Seda sellepärast, et kuigi autor praktiseeris TIG-keevitus tehnikat ja arendas teoreetilisi teadmisi metallide töötlemisega, oleks ta soovinud rohkem süveneda erinevatesse keevitustehnikatesse.

Töö teema valik tulenes sellest, et autor oli sügavalt huvitatud nii kunstist kui ka keevitamisest. Nende kahe valdkonna ühendamise tulemus on metalliskulptuur. Töö valmistamiseks võttis autor ühendust Tartu ettevõttega Torm Metall OÜ, mille meeskond aitas käesoleva projekti ellu viia.

Töö käigus vaatlus ja võrdles autor erinevaid materjale, mida on võimalik keevitada. Samuti uuris autor lähemalt keevitustehnikaid ning tutvus metallitööstuses ning keevituses vajaminevate töö- ja ohutusvahenditega. Teoreetilise töö käigus selgus ka autori skulptuuri jaoks parimad materjalid ja vahendid, mida kasutada.

Kogu projekti peale, alates ideest kuni skulptuuri valmimiseni, kulus kaheksa kuud. Suurem osa ajast kulus eeltööle - skulptuuri disaini väljatöötamise protsess, läbirääkimised ja arutelud ettevõttega, kohtumised, prototüübi tegemine, materjalide valikud. Skulptuuri enda valmistamiseks kulus kaks tööpäeva.

Praktilise töö tulemusena valmis unikaalne kunstiteos, mille üle võib autor uhke olla. Lisaks pidas autor oluliseks suuri samme enesearengus - töö käigus oli vaja tihti panna ennast ebamugavatesse olukordadesse ning see andis autorile juurde enesekindlust ja julgust. Samuti oli töö tulemuseks juurde saadud teadmised metallitööstuses

kasutatavatest materjalidest, keevitustehnikatest, tehase tööprotsessidest ning ettevõtte töökorraldusest.

## KASUTATUD KIRJANDUS

Faasima. EKI ühendsõnastik 2024. Eesti keele instituut, Sõnaveeb 2024.

<https://sonaveeb.ee/search/unif/dlall/dsall/faasima/1> (27.02.2024)

Filament. Oskussõnastik. Eesti keele instituut, Sõnaveeb 2024.

<https://sonaveeb.ee/search/unif/dlall/mtr/filament/1> (19.02.2024)

Kruustangid. EKI ühendsõnastik 2024. Eesti keele instituut, Sõnaveeb 2024.

<https://sonaveeb.ee/search/unif/dlall/dsall/kruustangid/1> (02.04.2024)

Kunstiabi. (i.a.). Utiilikunst. Tiiu Randmann-Mihkla.

<https://kunstiabi.weebly.com/utiilikunst.html> (04.04.2024)

Laansoo A., Pihl T. (2014). Keevitustööd. Õppematerjal kutsekoolidele. Tallinn, Atlex.

Lihvimine. Oskussõnastik. Eesti keele instituut, Sõnaveeb 2024.

<https://sonaveeb.ee/search/unif/dlall/dsall/lihvimine/1> (27.02.2024)

Karmin, M. (i.a.). Mati Karmin portfoolio.

<https://karmin.ee/metal/> (04.04.2024)

Metall. Oskussõnastik. Eesti keele instituut, Sõnaveeb 2024.

<https://sonaveeb.ee/search/unif/dlall/mtr/metall/1> (07.04.2024)

Nihik. Oskussõnastik. Eesti keele instituut, Sõnaveeb 2024.

<https://sonaveeb.ee/search/unif/dlall/dsall/nihik/1> (19.02.2024)

Original Prusa i3 MK3S+. (i.a.). Prusa Research

<https://www.prusa3d.com/category/original-prusa-i3-mk3s/>

Pleksiklaas. EKI ühendsõnastik 2024. Eesti keele instituut, Sõnaveeb 2024.

<https://sonaveeb.ee/search/unif/dlall/dsall/pleksiklaas/1> (19.02.2024)

Prototüüp. EKI ühendsõnastik 2024. Eesti keele instituut, Sõnaveeb 2024.

<https://sonaveeb.ee/search/unif/dlall/dsall/protot%C3%BC%C3%BCp/1> (19.02.2024)

Puurpink. EKI ühendsõnastik 2024. Eesti keele instituut, Sõnaveeb 2024.

<https://sonaveeb.ee/search/unif/dlall/dsall/puurpink/1> (19.02.2024)

Randmann-Mihkla, T. (i.a.). Utiilikunst. Kunstiabi.

<https://kunstiabi.weebly.com/utiilikunst.html> (04.04.2024)

Roostevaba teras. Oskussõnastik. Eesti keele instituut, Sõnaveeb 2024.

<https://sonaveeb.ee/search/unif/dlall/mtr/roostevaba%20teras/1> (27.02.2024)

Teras. Oskussõnastik. Eesti keele instituut, Sõnaveeb 2024.

<https://sonaveeb.ee/search/unif/dlall/mtr/teras/1> (07.04.2024)

Torm Metall. (i.a.-a). Ettevõtte.

<https://torm.ee/company/> (07.04.2024)

Torm Metall. (i.a.-b). Torm Metall avalehekülg.

<https://torm.ee/> (07.04.2024)

# LISAD

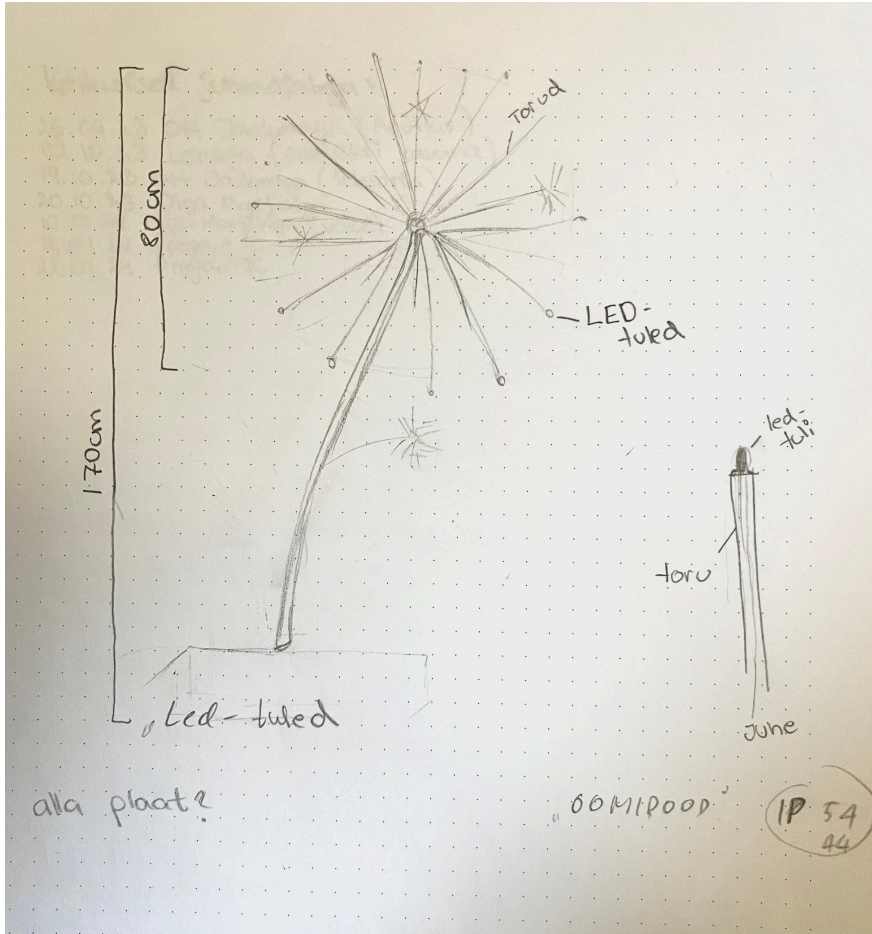
## Lisa 1. Enim kasutatud töövahendid



(Linkmann, 2024)



## Lisa 2. Esimene kavand



(Linkmann, 2024)

### Lisa 3. Võilille skulptuur valgustiga



(Linkmann, 2024)

# SUMMARY

## **Dandelion sculpture with lights**

The subject of this practical research paper is sculpture. As the author has previously taken a welding class and being interested in art, she wanted to do something that combined the two. The first goal of the paper was to produce a unique piece of art that the author has designed and created herself. In order to do this, she found supervisors and a place, which is Torm Metall OÜ, to carry out the work. The second goal of the practical work was to develop one's own skills with the TIG welding technique and to develop theoretical knowledge about the process of metal work. That included choosing the right metal for the projekt, welding and the whole finishing process.

The author has divided the research into three major parts: inspiration and cooperation with the company, theoretical overview, and work process. The preparatory work took the most time - 5 months. During that time she got to know the company, made a finished design, determined the measurements of the flower, calculated the weight, chose the materials and found a solution on how to put LED lights inside the flower. When all the preparatory work was done, the author started to construct the flower. It took two days to do it - six hours on the first day and four hours on the second day. The days were long and intense. The flower sculpture is mainly made of two different materials - metal and plastic. The lower part of the flower, the stem of the flower and the plate are welded together with the TIG welding technique. The upper part of the flower is printed with a 3D printer. The result came out exactly as the author wanted. She can even say that it exceeded my expectations. All the objectives of the work were fulfilled.

## AUTORIDEKLARATSIOON

Käesolevaga kinnitan, et olen koostanud töö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud. Käesolevat tööd ei ole varem esitatud kusagil mujal.

Annan töö positiivsele hindele kaitsmise korral Elva Gümnaasiumile tasuta loa (lihtlitsents) enda koostatud uurimistöö või praktilise töö kirjaliku osa reprodutseerimiseks, säilitamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni, juhul kui sellega ei riivata kolmandate tööga seotud osapoolte õigusi.

Ülaltoodust tulenevalt kinnitan, et viitan oma töö kasutamisel või esitamisel edaspidi alati Elva Gümnaasiumile kui töö kaasautorile.

.....  
/19.04.2024, töö autori nimi ja allkiri/

Juhendaja(te) otsus kaitsmisele lubamise kohta

.....  
/19.04.2024, juhendaja nimi ja allkiri/