







Eesti Kunstiakadeemia  
Disainiteaduskond  
Keraamika osakond

Karola Rianne Mahhova-Reinholm

# **Mitte-inimkeskne disain**

**Keraamiline moodul erakmesilastele elurikkuse edendamiseks**

**Magistritöö**

Juhendaja Heikki Zoova MA

**EKA**

Tallinn 2023

# Tänuavaldused

Täna oma juhendajat Heikki Zoovat abistamaks mind sellel põneval teekonnal.

Täna entomoloogi Villu Soont jagamaks minuga oma teadmisi erakmesilastest ning arahnoloogi Mart Meristet, kes aitas mul paremini mõista ämblike maailma.

Suur tänuavaldus keraamikule ja kipsitöö meistri Anatoli Movileanule, kelle juhendamisel valmis kombineeritud materjalidest pressvorm ning kelle nõuanded aitasid mul edukalt luua keraamilised pesad.

Täna prototüüpimise labori juhatajat Madis Kaasikut, kelle abiga sain loodud keerulised mudelid.

Täna EKA keraamatöökoha meistrit Jaan August Viirandit eduka savi ketaste põletuse eest.

Soovin ka tänada metallikunstnikku Tarvo Porrosoni, kelle nõuanded aitasid mul keraamilist pesa täiustada.

Täna Juss Heinsalu tema nõuannete ja toe eest ning Eesti Kunstiakadeemia keraamikaosakonna meistreid, eriti Karin Kalmani, Ene Raud-Märge, Kersti Laanmaad ja Lauri Kiluskit.

Täna nõuannete eest Stella Runnelit, Veljo Runnelit, Kärt Ojaveed, Taavi Hallimäed, Gregor Tauli ja Martin Steffneri.

Suur tänu Helen Vislapile ja mu perele, kelle toe ja abiga sain ma selle magistritöö valmis.

Aitäh, Eesti Kunstiakadeemia, andmaks mulle võimaluse uurida seda inspireerivat teemat.

# Autorideklaratsioon

Kinnitan, et:

1. käesolev magistritöö on minu isikliku töö tulemus, seda ei ole kellegi teise poolt varem (kaitsmisele) esitatud;
2. kõik magistritöö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd (teosed), olulised seisukohad ja mistahes muudest allikatest pärinevad andmed on magistritöös nõuetekohaselt viidatud;
3. luban Eesti Kunstiakadeemial avaldada oma magistritöö repositooriumis, kus see muutub üldsusele kättesaadavaks interneti vahendusel.

Ülaltoodust lähtudes selgitan, et:

- käesoleva magistritöö koostamise ja selle sisalduvate ja/või kirjeldatud teoste loomisega seotud isiklikud autoriõigused kuuluvad minule kui magistritöö autorile ja magistritööga varalisi õigusi käsutatakse vastavalt Eesti Kunstiakadeemias kehtivale korrale;
- kuivõrd repositooriumis avaldatud magistritööga on võimalik tutvuda piiramatul isikute ringil, eeldan, et minu magistritööga tutvuja järgib seadusi, muid õigusakte ja häid tavasid heas usus, ausalt ja teiste isikute õigusi austavalt ning hoolivalt.

Keelatud on käesoleva magistritöö ja selles sisalduvate ja/või kirjeldatud teoste kopeerimine, plagieerimine ning mistahes muu autoriõigusi rikkuv kasutamine.

Karola Rianne Mahhova-Reinholm /allkirjastatud digitaalselt/

16.05.2023

Heikki Zoova /allkirjastatud digitaalselt/

16.05.2023





# Sisukord

Sissejuhatus.....	8
1. Mitte-inimkeskne disain.....	10
1.1. Kriitiline posthumanism.....	12
1.2. Mitte-inimese mõistmine.....	14
2. Erakmesilane.....	16
2.1. Tähtsus ja roll ökosüsteemis.....	18
2.2. Vajadused ja elukeskkond.....	20
2.3. Elukvaliteeti ohustavad tegurid.....	22
2.4. Öönsustes pesitsevate erakmesilaste pesad.....	23
2.5. Turul olevad tehispesad.....	26
3. Arendus.....	28
3.1. Materjali valik.....	29
3.2. Vormi areng ja analüüs.....	30
4. Teostus.....	36
4.1. Mudeldamine 3D programmis ja CNC freesimine.....	36
4.2. Silikoon ja kips vormi loomine.....	38
4.3. Tootmine.....	44
4.4. Kuivatamine.....	46
4.5. Põletamine.....	48
5. Testimine ja tulemus.....	52
5.1. Tulemus ämblikutega.....	53
6. Järeldus.....	62
Kokkuvõte.....	64
Summary.....	65
Kasutatud kirjandus.....	66
Illustratsioonide allikad.....	73

# Sissejuhatus

Magistritöö eesmärk on uurida mitte-inimkeskset disaini ja selle rakendusvõimalusi. Tegemist on disainisuunaga, mida on vähe kajastatud ning mis on hetkel oma arengu alguses.

Magistritöö teoreetilises pooles proovin ma luua seoseid mitte-inimkeskse disaini ning filosoofia ja semiootika suundadega, millega mitte-inimkeskne disain võiks kokku sobida või sarnaseid seisukohti jagada. Kuna mitte-inimkesksel disainil puudub kindel definitsioon, siis proovin ma magistritöö kaudu seda disainisuuna avastada ja praktiseerida. Samuti soovin näha, mil määral erinevad mitte-inimkeskse suuna disainivalikud minutavapärastest valikutest ning kas suudan luua lahendusi mitte-inimestele, kui ma ei jaga nendega samu kogemusi.

Mitte-inimkeskne disain võimaldab vaadelda ümbritsevat maailma uuest vaatenurgast ning pakub alternatiive disainisuundadele, mis on antropotsentristlikud. Antropotsentrismi peetakse kliimakriisi üheks peamiseks põhjuseks<sup>1</sup> ning tänu sellele on tekkinud diskussioon alternatiivsete disainisuundade leidmiseks. Mitte-inimkeskne disain võib potentsiaalselt olla hea moodus ümbritseva keskkonna analüüsimiseks, kuna mitte-inimese perspektiivi kaudu keskkonda vaadeldes võib leida selles puuduseid, mis inimkeskse lähenemisega märkamata jäävad.

Selleks, et paremini analüüsi läbi viia, keskendun ma magistritöö praktilises pooles ühele kindlale liigile ja nende vajadustele. Valisin töö subjektiks erakmesilased, kuna tegemist on tolmeldajatega, kelle roll ökosüsteemis on märkimisväärne ning kes võivad saada kasu tehispesadest; eriti keskkondades, kus nende naturaalsed pesitsusvõimalused on vähenenud, näiteks linna rohealadel.

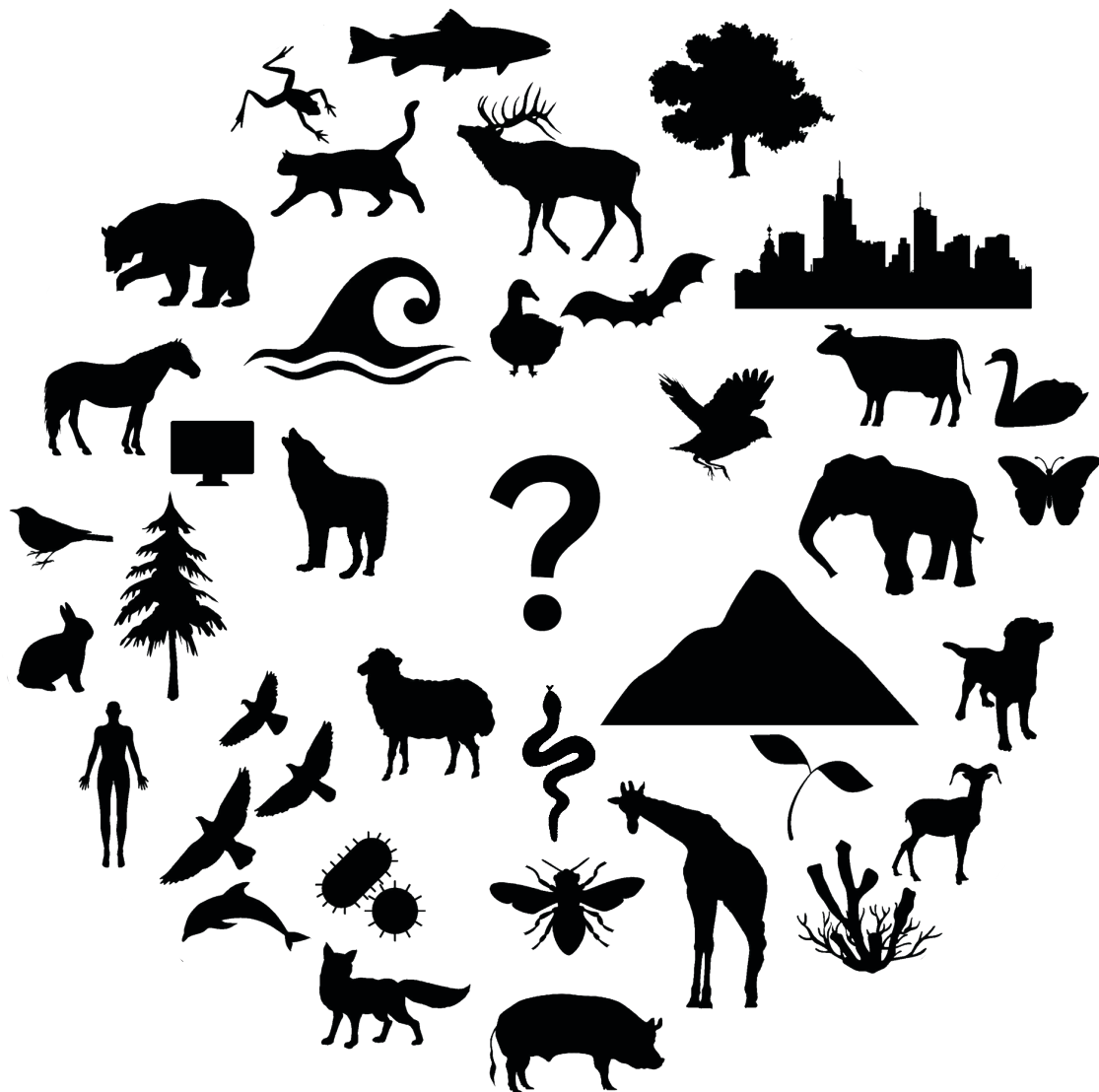
Erakmesilastele tehispesa luues tuleb arvestada, et erinevalt looduslikest pesitsuskohtadest on tehispesa püsiv ja vajab seetõttu jätkuvat hooldust ka pärast paigaldamist. Töö käigus püstitan hüpoteesi, et keraamiline materjal võiks omaduste poolest sobida erakmesilaste pesakoha materjaliks. Keraamika aitab vähendada haiguste leviku võimalusi tehispesas, kuna seda on võrreldes teiste kasutusel olevate materjalidega kergem puhastada, kuumutamise teel. Samas peab pesa puhastatavus väljenduma ka disainis, kuna muidu võib pesakoht muutuda erakmesilasele ökoloogiliseks lõksuks. Ökoloogiline lõks tekib

---

1 Washington, H.; Piccolo, J.; Gomez-Baggethun, E.; Kopnina, H.; Alberro, H. The Trouble with Anthropocentric Hubris, with Examples from Conservation. *Conservation* 2021, 1, lk 285–298. <https://doi.org/10.3390/conservation1040022>



siis, kui liiki tõmbab ligi talle ebasobilik elupaik, mille tagajärjel liik hakkub või väheneb märgatavalt tema sigimisedukus<sup>2</sup>. Ohu vähendamiseks peab disain olema põhjalikult läbimõeldud, arvestades ka pikaajalisi mõjusid ja inimese interaktsiooni pesaga, sest isegi kui luua mitte-inimkeskset disaini, siis eksisteerib see inimkeskses maailmas. Mesilaste analüüsi viin läbi erakmesilastele keskenduvatele bioloogia raamatutele, teadustekstidele ja intervjuudele Eesti entomoloogidega toetudes.



ill 0 mitte-inimkeskse disaini visualiseerimine

---

2 “Tuul Sepp: linn – elupaik või ökoloogiline lõks? - Lääne Elu.” 13 Oct. 2020, <https://online.le.ee/2020/10/13/tuul-sepp-linn-elupaik-voi-okoloogiline-loks/>. (Vaadatud 13.04.2023)

# 1. Mitte-inimkeskne disain

Mitte-inimkeskne disain (ingl *non-human centered design*) paneb oma disainimudeli keskpunkti teise liigi, keskkonna, eseme või nähtuse. Mitte-inimese all mõeldakse kõiki elusolendeid ja mitteelusaid objekte, mis ei ole inimesed, sealhulgas nii loodustekkelised (metsad, ookean, putukad, loomad jne) kui ka inimtekkelised (linnad, tehisintelligentsus, tehnoloogia jne)<sup>3</sup>. Magistritöös keskendun mitte-inimkeskse disaini ökoloogilisele poolele.

Tänapäeval on disainivaldkonnas laialdaselt kasutusel inimkeskne lähenemine ja põhiliselt kujundatakse objekte lähtuvalt inimeste vajadusest. Disainides tuleb aga arvestada ka mitteinimteguritega, kuna inimene eksisteerib koos ülejäänud maailmaga ning on mitteinimolendite ja objektidega sõltuvuses. Seetõttu on muutunud ebapiisavaks disain, mis lähtub üksnes inimeste vajadustest, ning meetodid, mis arvestavad ka mitte-inimestega, on saanud äärmiselt oluliseks.<sup>4</sup>

Mitte-inimkeskne disain võimaldab analüüsida objekte ja olendeid uue vaatenurga alt ning tänu sellele on võimalik leida ka lahendusi, mis on inimkeskse lähenemisega märkamata jäänud. Keskkonna ja selle puuduste analüüsimine teise olendi või objekti perspektiivi kaudu aitab luua terviklikuma pildi ümbritseva keskkonna vajadustest. Paljudele organismidele, sealhulgas inimestele, on kasulik, kui kujundatavaid keskkondi käsitletakse terviklikult ja sealseid elemente üksteistest sõltuvatena.

Mitte-inimkeskses disainis on oluline mitte-antropotsentrism, kuna mitte-inimkeskne disain on oma olemuselt antropotsentrismi vastu. Antropotsentriline on „inimest kõige keskmesse asetav, teda kogu maailmaruumi olemasolu eesmärgina ja mõttena käsitav“<sup>5</sup>. Sellist lähenemist peetakse probleemseks, kuna inimkogemuse eraldamine mitte-inimkogemusest ning ühe või teise domineerimine on üks peamisi filosoofilisi põhjuseid, miks praegune kliimakriis on tekkinud<sup>6</sup>. Mitte-antropotsentrism on antropotsentrismi vastand, mis toob välja

---

3 “Non-human - Wikipedia.” <https://en.wikipedia.org/wiki/Non-human>. (Vaadatud 08.03.2023)

4 Tarcan, B., Pettersen, I.N., and Edwards, F. (2022) Making-with the environment through more-than-human design, in Lockton, D., Lenzi, S., Hekkert, P., Oak, A., Sádaba, J., Lloyd, P. (eds.), DRS2022: Bilbao, 25 June - 3 July, Bilbao, Spain. <https://doi.org/10.21606/drs.2022.347>

5 “antropotsentriline - [VSL] Võõrsõnade leksikon - EKI.ee.” <https://eki.ee/dict/vsl/index.cgi?Q=antropotsentriline>. (Vaadatud 08.03.2023)

6 Washington, H.; Piccolo, J.; Gomez-Baggethun, E.; Kopnina, H.; Alberro, H. The Trouble with Anthropocentric Hubris, with Examples from Conservation. *Conservation* 2021, 1, lk 285–298. <https://doi.org/10.3390/conservation1040022>

mitte-inimeste väärtuse väljaspool inimeste vajadusi. Mitte-antropotsentriline eetika annab moraalse seisundi looduslikele objektidele, nagu loomadele, taimedele ja maastikele, ning eeldab standardsete eetiliste põhimõtete laiendamist ja muutmist nii, et need hõlmaksid ka loodusobjekte<sup>7</sup>.

Sarnaste teemadega tegeleb inimväline disain (ingl *beyond human*). Kuigi mitte-inimkeskne disain ja inimväline disain võivad mõnes mõttes kattuda, on nad oma fookuselt ja eesmärkidelt erinevad. Inimväline disain suunab mõtlema ka väljapoole inimese koheseid vajadusi, impulsse ja soove<sup>8</sup>. See kujundab lahendusi, mis on eetilised, õiglased ja jätkusuutlikud, võttes arvesse laiemat ühiskondlikku, kultuurilist ja keskkonnaalast konteksti, milles inimesed tegutsevad. Inimvälise disaini eesmärk on luua lahendusi, mis ei ole kasulikud mitte ainult üksikisikutele, vaid kogukondadele, ühiskonnale ja planeedile tervikuna<sup>9</sup>. Võib väita, et inimväline disain keskendub üksikisiku kohese heaolu asemel inimkonna ning seda mõjutavate objektide ja olendite tuleviku jätkusuutlikkusele, sealhulgas nii planeedile kui ka sellel olevatele ressursidele, pidades silmas inimeste vajadusi. Selline lähenemine aga tähendab, et kui on valida keskkonna vajaduste ja inimese soovide vahel, siis seatakse esikohale inimese vajadused, pannes piirangud sellele, milliseid disaini otsuseid on võimalik teha jätkusuutlikkuse nimel. Mitte-inimkeskne disain seab seevastu esikohale mitte-inimesest objekti või olendi heaolu, võimaldades uurida põhjalikult mitte-inimese vajadusi.

Sellest, et inimkeskse disaini eesmärk on suurendada süsteemide tõhusust ja parandada kasutajakogemust<sup>10</sup>, võib eeldada, et mitte-inimkeskne disain seab esikohale süsteemide funktsionaalsuse ja tõhususe mitte-inimeste jaoks. Seeläbi võimaldab mitte-inimkeskne disain keskenduda ühe kindla liigi või objekti vajaduste või keskkonna parandamisele.

---

7 Trond Gansmo Jakobsen (2017) Environmental Ethics: Anthropocentrism and Non-anthropocentrism Revised in the Light of Critical Realism, *Journal of Critical Realism*, 16:2, lk 184-199, <https://doi.org/10.1080/14767430.2016.1265878>

8 "Beyond human-centered design by Saielle DaSilva - Mind the Product." 22 Apr. 2022, <https://www.mindtheproduct.com/beyond-human-centered-design-by-saielle-dasilva/>. (Vaadatud 08.03.2023)

9 "Contemplations: Beyond Human-Centered Design - Kalon Studios US." <https://kalonstudios.com/journal/beyond-human-centered-design/>. (Vaadatud 08.03.2023)

10 ISO 9241-210:2019(E) <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-210:ed-2:v1:en> (vaadatud 08.03.23)



## 1.1 Kriitiline posthumanism

Posthumanism on aluseks paljudele disainisuundade, mis keskenduvad inimvälistele teguritele. Posthumanismi käsitletakse vastavalt kontekstile erinevat moodi, mistõttu on oluline vahet teha posthumanismi suundadel. Pramod Nayari sõnul jaguneb posthumanism kaheks peamiseks suunaks: kriitiliseks ja ontoloogiliseks<sup>11</sup>.

Kriitiline posthumanism püüab minna kaugemale traditsioonilisest humanistlikust mõtteviisist ning käsitleda inimest kui kooslust, mis areneb koos teiste eluvormidega ning on põimunud keskkonna ja tehnoloogiaga. Nii lükkab see tagasi arusaama inimesest kui erandlikust, teistest eluvormidest eraldiseisvast ja nende üle domineerivast eluvormist. Kriitiline posthumanism hülgab humanismist omaksvõetud suutmissurvet (ingl *ableism*) ning tunnustab erinevaid kehasid, nii loomade kui ka puuetega inimeste omi. Võimekuse ja tegutsemisvõime rõhutamise asemel toonitab kriitiline posthumanism jagatud haavatavust, mis sunnib meid põhjalikult ümber hindama inimliigi ainulaadsust ja piiratust.<sup>12</sup> Ontoloogilist posthumanismi ehk transhumanismi tuleks Cary Wolfe'i sõnul vaadelda pigem humanismi maailmavaate intensiivistumisena<sup>13</sup>. See keskendub rohkem inimese tehnilisele täiustamisele ja uute tehnoloogiate kasutamisele inimese arendamiseks<sup>14</sup>.

Ron Wakkary arutleb inimkeskse disaini piiranguid, mis tuginevad humanismile, ning pakub välja posthumanistliku lähenemise disainile. Autor väidab, et inimkeskne disain ei ole lahendus meie probleemidele, vaid pigem osa probleemist, sest see on aidanud kaasa mitte-inimesest liikide ja materjalide kahanemisele ning ekspluateerimisele. Posthumanism juhib tähelepanu sellele, et inimtegevus ei ole autonoomne, vaid põimunud mitte-inimesest osapooltega. Selline mõtlemine avab alternatiivsed lähenemisviisid disainile, mis on suunatud rohkem kui inimkesksele maailmale. Posthumanistlik disain võimaldab näha maailma, kus inimesed jagavad kesksel rollil mitte-inimestega; maailma, kus inimesed on materiaalselt, eetilisel ja eksistentsiaalselt seotud mitte-inimestega.<sup>15</sup>

---

11 Pramod K. Nayar, *Posthumanism*, Polity Press, Cambridge, 2014, lk 13

12 Pramod K. Nayar, *Posthumanism*, 2014, lk 13

13 Wolfe, Cary. *What is Posthumanism?* University of Minnesota Press, 2010. lk xv

14 Deretić, Irina; Sorgner, Stefan Lorenz, eds. *From Humanism to Meta-, Post- and Transhumanism?* Vol 8. Internationaler Verlag der Wissenschaften Frankfurt am Main 2016. lk 166

15 Wakkary, Ronald. 2021. *Things We Could Design : For More than Human-Centered Worlds*. Chapter 1: Introduction, Chapter 8: Designing-with, lk 269 - 288



## 1.2 Mitte-inimese mõistmine

Filosoof Thomas Nagel uurib oma artiklis „Mis tunne on olla nahkhiir?“

(ingl *“What is it like to be a bat?”*) teadvuse subjektiivset olemust, kus toob näitena nahkhiire ja väidab, et isegi kui me teaks kõike nahkhiire anatoomia ja käitumise kohta, ei suudaks me ikkagi täielikult mõista, mis tunne on olla nahkhiir. Ainus viis kogeda nahkhiire olemist on olla ise nahkhiir. Teadvuse raskesti mõistetava olemuse tõttu saab mitte-inimese ontoloogiline uurimine jääda vaid spekulatiivseks.<sup>16</sup> Patricia Flanagan and Raune Frankjær leiavad sarnaselt, et igasugune katse mõista mitteinimolendi olemust on pigem fiktiivne, kuna igal olendil on oma isiklikud kogemused, mille baasil kujuneb nende võime tajuda ümbritsevat maailma. Samas ei tähenda see nende sõnul seda, et inimesed peaksid hoiduma proovimast mõista mitteinimolendite olemust. Inimeste katsed mõista mitte-inimest ei tugine ka kõigest oletustele, vaid informatsiooni hulgale, mis on saadaval mitte-inimeste tajude kohta.<sup>17</sup>

Kirjanik Marcel Proust on oma teoses *“In Search of Lost Time”* väga kaunilt toonud välja võlu näha maailma läbi teise olendi silmade:

*„Ainus tõeline avastusretk, ainus suplus Nooruse allikas, ei oleks mitte võõraste maade külastamine, vaid teiste silmade omamine, et näha universumit läbi teiste silmade, saja teise silma läbi, nende saja universumi nägemine, mida igäiks neist näeb, mis igäiks neist on; ...“<sup>18</sup>*

Mitte-inimese kogemuse üle spekulatsioonid tekste leidub palju biosemiootikas, kus rakendatakse semiootilisi mudeleid, et paremini mõista ka elusloodust. Biosemiootika on interdistsiplinaarne valdkond, mis põhineb bioloogia, filosoofia, lingvistika, antropoloogia ja teiste erialade teadmistel, aidates mõista elusüsteemide keerulisi suhteid ja selles peituvaid semiootilisi protsesse<sup>19</sup>. See uurib märkide ja signaalide tootmist, tõlgendamist ja evolutsiooni

---

16 Thomas Nagel “Mis tunne on olla nahkhiir?”, Akadeemia 8. Aastakäik 1996, number 10 (91), lk 2090-2107

17 Sanna Karkulehto. Reconfiguring Human, Nonhuman and Posthuman in Literature and Culture - Chapter 12 Cyborganic Wearables. Sociotechnical Misbehavior and the Evolution of Nonhuman Agency by Patricia Flanagan and Raune Frankjær

18 Marcel Proust. In Search of Lost Time. The complete masterpiece. Modern Library ebook edition. leheküljed nummerdamata (lingi kaudu minnes lk 2886 - kuid tegemist ei ole ametliku lk numbriga)

Originaal tsitaat: “The only true voyage, the only bath in the Fountain of Youth, would be not to visit strange lands but to possess other eyes, to see the universe through the eyes of another, of a hundred others, to see the hundred universes that each of them sees, that each of them is; and this we do”

19 Biosemiotic Perspectives on Language and Linguistics. (2015). Biosemiotics. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-20663-9>



elusüsteemides, sealhulgas loomades, taimedes ja mikroorganismides. Biosemiootika eesmärk on mõista, kuidas organismid kasutavad märke ja signaale suhtlemiseks oma keskkonna ja üksteisega, ning uurida semiootiliste ja bioloogiliste protsesside omavahelist seost.<sup>20</sup>

Zoosemiootika on biosemiootika alamvaldkond, mis keskendub spetsiaalselt loomade kommunikatsiooni ja maailma uurimisele. Lisaks tegeleb zoosemiootika ka inimeste ja loomade suhete uurimisega, sealhulgas hübriidsete nähtuste ja keskkondadega.<sup>21</sup> Zoosemiootik Jakob von Uexküll on võtnud kasutusele mõiste „omailm”, millega selgitab erinevate organismide maailma tajumist märkide kaudu. Need märgid on organismikesksed ning tuginevad nende individuaalsetele kogemustele ja eristusvõimele<sup>22</sup>. Erinevalt maailma teooriast väidab filosoof James Gibson, et organism on pigem tähenduse otsija, ja pakub välja, et keskkonnas on juba olemas nišš, mis annab organismile elus võimalusi või takistusi.<sup>23</sup> Pole teada, kumb lähenemine, kas omailm või nišš, on organismi analüüsiks õigem, kuid mõlemad lähenemised võivad aidata luua ettekujutust organismi suhtest ümbrusega.

Luues mitte-inimkeskset disaini, ei ole võimalik saada suulist tagasisidet disaini kasude või puuduste suhtes. Seda, kuidas mitte-inimesele teatud disain sobib, saab oletada vaid mitte-inimese interaktsiooni kaudu disainitud objektiga. Neid interaktsioone aitavad tõlgendada nii teadustekstid, semiootika kui filosoofia.

---

20 Brier, Søren. (2006). Biosemiotics. <https://doi.org/10.1016/B0-08-044854-2/01396-1>

21 Kull, K. (2014). Zoosemiotics is the study of animal forms of knowing. *Semiotica*, 2014 (198). <https://doi.org/10.1515/SEM-2013-0101>

22 Jakob von Uexküll. (2012) „Omailmad”. Koostajad Kalevi Kull ja Riin Magnus. Tõlkinud Mari Tarvas ja Krista Räni. Ilmamaa „Eesti mõtteloo” sari, Tartu.

23 Tim Ingold “Semifoobi pihtimused”, *Acta Semiotica Estica XVI* (2019), lk 190-193

## 2. Erakmesilane

Oma magistritöös olen valinud erakmesilased (ingl *solitary bees*), et analüüsida mitte-inimkeskse disaini võimalusi ning proovida seda rakendada praktilise töö kaudu. Enne disainiga alustamist uurisin põhjalikult, milline on erakmesilase looduslik elukeskkond, vajadused ning roll ökosüsteemis. Selles peatükis annan ülevaate kogutud infost erakmesilaste kohta, mille põhjal lõplik vorm arenes.

Maailma kõige enam dokumenteeritud Euroopa mesilaste fauna hõlmab endas peaaegu 2000 kirjeldatud liiki<sup>24</sup> Eesti mesilaste fauna ei ole veel tervenisti kindlaks tehtud, kuid sellegipoolest on juba leitud 280 mesilasliiki, mis jagunevad kuue perekonna vahel: kilemesilased (*Colletidae*), liivamesilased (*Andrenidae*), vagumesilased (*Halictidae*), vöötmesilased (*Melittidae*), lehemesilased (*Megachilidae*), pärismesilased (*Apidae*)<sup>25</sup>.

Erakmesilaste liike on maailmas rohkem kui seltsingulisi mesilasi (ingl *social bees*)<sup>26</sup>: üle 85% maailma 20 000 mesilasliigist on erakmesilased<sup>27</sup>. Erakmesilane on enamasti üksikeluline ja ehitab endale ise pesa, kuid mõned erakmesilase liigid moodustavad ka ühiskondlikke pesasid. Ühispesades jagavad mitu sigimisvõimelist emast elukeskkonda, kus iga emane käitub iseseisvalt ning pesakaaslaste vahel puudub ilmne koostöö. Erakmesilaste ja seltsinguliste mesilaste vahel on ka mõned ökoloogilised erinevused. Erakmesilane ei ela kolooniates ega tooda mett ja vaha. Täiskasvanud erakmesilase aktiivsusperiood on palju lühem kui seltsingulistel mesilastel. Tüüpiline erakmesilane veedab oma elu täiskasvanuna vaid mõne nädala või kuu ning sageli langeb see kokku nende eelistatud taimeressursside õitsengu perioodidega. Nad toetuvad teadmistele, millised õistaimed on kättesaadaval pesa lähedal, ning neil on väiksem tolmeldamise ala kui seltsingulistel mesilastel, kes teevad koostööd, et koguda ressursse ja kasvatada töomesilaste hulka. Erakmesilaste hulgas puuduvad töomesilased ja üks kindel mesilasema, sest iga emasmesilane täidab mõlema rolli.<sup>28</sup>

---

24 International Union for the Conservation of Nature (IUCN) European Red List of Bees. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014.

25 Villu Soon. Eesti mesilased. Eesti Loodus. Loodusajakiri. 70. aastakäik Nr 6, juuni 2019. lk 24-28

26 Määratlus "seltsinguline mesilane" on võetud Eesti loodus EL 2006/3 artiklist "Elektriliinide alused ja metsasihid elurikkaks" [http://vana.loodusajakiri.ee/eesti\\_loodus/artikkel1427\\_1409.html](http://vana.loodusajakiri.ee/eesti_loodus/artikkel1427_1409.html) (vaadatud 19.03.23)

27 Batra, Suzanne W. T. "Solitary Bees." *Scientific American* 250, no. 2 (1984). lk 120–27. <http://www.jstor.org/stable/24969305>.

28 Bryan N. Danforth, Robert L. Minckley, John L. Neff. *The Solitary Bees. Biology, Evolution, Conservation* 2019, Chapter 2, lk 24-36



lehemesilased (*Megachilidae*)

## 2.1 Tähtsus ja roll ökosüsteemis

Põllumajanduse ja inimtoidu jätkusuutlikkuse seisukohalt on tolmeldavate putukaliikide mitmekesisus äärmiselt oluline<sup>29</sup>. Tolmlemine on hädavajalik 70% maailmas kõige enam kasvatavate põllumajandus saaduste kasvule. Eriti sõltub putukatolmlemisest puu- ja juurviljade, pähklite, vürtside ja toiduõlide kasvatamine ning tootmine.<sup>30</sup> Erakmesilased osalevad paljude majanduslikult väärtuslike põllutaimede tolmeldamisel, nagu õunad, mustikad, maasikad, jõhvikad, arbuusid, baklažaanid, tomatid, kõrvitsad ja isegi kohv<sup>31</sup>. Uuringud näitavad, et erakmesilased võivad olla teatud metsikute taimede ja viljade tolmeldamisel tõhusamad kui meemesilased<sup>32</sup>.

Arvestades, et mesilased valivad oma elukohta ka läheduses olevate taimede põhjal, siis saab öelda, et nende aktiivsust on võimalik looduslikul teel põllumajanduspiirkondades suurendada, pakkudes neile pesitsuskohta sobilike taimede juures. Nii saab tekitada jätkusuutliku põllumajanduskeskkonna ja suurendada põllumajandussaaduseid.<sup>33</sup> Seda hüpoteesi toetavad ka varasemalt tehtud katsed puuviljapõldudega, kus jälgiti õunasaagi tulemust ja kvaliteeti peale erakmesilaste aktiivsust<sup>34</sup>, ning katsed kohviistandustega, kus mesilase liigirikkus muutis õite viljaks muutumise sagedamaks<sup>35</sup>.

Erakmesilaste toetamine pesitsuspaikadega on ka vajalik selleks, et hoida mesilaste liikide mitmekesisust, kuna mitmekesine fauna sisaldab suurema tõenäosusega liike, kes on oma tolmeldamise töös väga tõhusad. Kuna on erakmesilasi, kes tolmeldavad vaid kindlaid taimi ning on selles tõhusaimad, siis mesilaste järsk arvukuse langus võib vähendada ka selle

---

29 Navkiran Kaur and Amritpal Singh Kaleka. Diversity, Importance and Decline of Pollinating Insects in Present Era (2022) DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.100316>

30 Klein, A.-M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1608), lk 303–313. <https://doi.org/10.1098/RSPB.2006.3721>

31 Bryan N. Danforth, Robert L. Minckley, John L. Neff. The Solitary Bees. *Biology, Evolution, Conservation* 2019, Chapter 2, lk 330-337

32 Vaughan, M., Hopwood, J., Lee-Mäder, E., Shepherd, M., Kremen, C., Stine, A., & Black, S. H. (2008). Farming for Bees. *The Xerces Society*. lk 7

33 Garibaldi, Lucas & Carvalheiro, Luísa & Leonhardt, Sara & Aizen, Marcelo & Blaauw, Brett & Isaacs, Rufus & Kuhlmann, Michael & Kleijn, David & Klein, Alexandra & Kremen, Claire & Morandin, Lora & Scheper, Jeroen & Winfree, Rachael. (2014). From research to action: Enhancing crop yield through wild pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment*. *Front Ecol Environ*; 12(8): 439–447, <https://doi.org/10.1890/130330>

34 Blitzer, E. J., Gibbs, J., Park, M. G., & Danforth, B. N. (2016). Pollination services for apple are dependent on diverse wild bee communities. *Agriculture, Ecosystems Environment*, 221, 1–7. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2016.01.004>

35 Klein, A.-m. (2003). Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. lk 955– 961.

taime hulka<sup>36</sup>. Meemesilased on tuntud selle poolest, et nad ei tolmelda igat taimeliiki ning võivad eelistada teatud sorti taimi või on nende tolmendamine mõne taime puhul vähem tõhus<sup>37</sup>. Selleks, et hoida taimestiku liigirikkust, tuleb tähelepanu pöörata ka metsikutele mesilastele. Metsikutest mesilastest sõltub Eesti taimestiku fauna, sealhulgas need taimed, mis ei kuulu inimtoiduks, kuid on osa meie ökosüsteemist.

---

36 Bryan N. Danforth, Robert L. Minckley, John L. Neff. *The Solitary Bees*. *Biology, Evolution, Conservation* 2019, Chapter 12, lk 302-317

37 Vaughan, M., Hopwood, J., Lee-Mäder, E., Shepherd, M., Kremen, C., Stine, A., & Black, S. H. (2008). *Farming for Bees*. The Xerces Society. lk 7

## 2.2 Vajadused ja elukeskkond

Emastele erakmesilastele on pesa ehitamine nende elutöö ning pesa kvaliteedist sõltub nende järglaste ellujäämine. Erakmesilaste liike on palju ning igaiüks neist kasutab pesa ehitamisel erinevaid materjale ja asukohti. Pesa ehitamise stiilid on mitmekesised, kuid põhiliselt jagunevad need nelja kategooria vahel: pinnases pesitsevad, puidu sisse puurivad, õõnsustes elavad ja maapinna kohal ehitajad. Pinnases pesitsevaid erakmesilasi on kõige suuremal hulgal, moodustades 64% kõigist erakmesilase liikidest<sup>38</sup>. Puidu sisse puurivate mesilaste hulka kuuluvad peamiselt liigid, kes loovad augu tahke või mädanenud ja pehme puutüve sisse, kuid samas võib sinna hulka lugeda ka liigid, kes pesitsevad sõnnikus. Erakmesilase liike, kes kasutavad ära olemasolevaid õõnsuseid, kutsutakse ka rentnikmesilasteks (ingl *renter bees*). Õõnsustes pesitsevad mesilased on oma liigirohkuselt teisel kohal. Nad asustavad mitmesuguseid õõnsusi, sealhulgas auke maapinnases, kivis olevaid õõnsuseid, müüritiste lõhesid, mardikate koopaid, tigukoori, tühjaks jäänud kärpseõõnsuseid ja praktiliselt kõiki inimtekkelisi materjale, mis näevad välja nagu varred, torud või õõnsused. Viimase pesakategooria alla kuuluvad maapinna kohal ehitajad ehk mesilased, kes ehitavad erinevatest materjalidest eraldiseisvaid pesasid. Kõik erakmesilased ei sobitu täpselt ühte kategooriasse, sest nende pesa ehitamise stiil võib sobituda mitmesse kategooriasse korraga.<sup>39</sup>

Erakmesilaste lennukaugus pesast jääb maksimaalselt 150–600 meetri vahemikku<sup>40</sup>, mistõttu on ka oluline, et pesa ehituseks tarvilikud materjalid ning õietolmu ja nektari kogumiseks vajalikud taimed oleksid pesa ümbruses olemas. Lisaks on pesitsuskoha puhul oluline hommikuse päikese kättesaadavus, sest erakmesilane kasutab selle soojust, et hommikul lendu saada ja õigeaegselt taimede juurde jõuda<sup>41</sup>. Eriti eluliselt oluline on see erakmesilase liikidele, kes alustavad oma tegevust varakevadel, kui hommikutemperatuurid on madalad.

---

38 Cane, James H.; Neff, John L. 2011. Predicted fates of ground-nesting bees in soil heated by wildfire: Thermal tolerances of life stages and a survey of nesting depths. *Biological Conservation*. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.07.019>

39 Bryan N. Danforth, Robert L. Minckley, John L. Neff. *The Solitary Bees. Biology, Evolution, Conservation 2019*, Chapter 6, lk 104-145

40 Gathmann, Achim & Tscharntke, Teja. (2002). Foraging ranges of solitary bees. *Journal of Animal Ecology*. 71. lk 757 - 764. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.12.003>

41 Stone, Graham. (1990). Endothermy and thermoregulation in solitary bees. Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy, University of Oxford



Entomoloog Villu Soonega vesteldes uurisin erakmesilaste elutingimuste ja pesakoha vajaduste kohta ning sain teada, et erakmesilase pesa tuleb hoida päikselises asukohas: erakmesilased vajavad pesasid, mis on kaitstud niiskuse eest, sest muidu ohustab pesakambris olev hallituse ja seente teke vastseid. Erakmesilane hoidub valimast pesa, mille sisse tundub kogunevat niiskust.<sup>42</sup>

---

42 Villu Soon, suuline vestlus entomoloogiga, 03.12.21. Märkmed autori valduses.

## 2.3 Elukvaliteeti ohustavad tegurid

Üha selgemaks on muutunud, et meemesilased ei ole ainuke mesilaste liik, keda ümbritsevad ellujäämist ohustavad tegurid. Euroopa ohustatud mesilaste nimekirja kuuluvad lisaks teistele ka paljud erakmesilased. Erakmesilaste pikaajalist elujõulisust mõjutavad mitmed tegurid, sealhulgas elupaikade kadumine ja killustumine (fragmenteerumine), kokkupuude pestitsiididega, sissetungivate taimede ja mesilaste mõju, haigustekitajate levik kaubanduslikult majandatavate mesilaste kaudu, vähene geneetiline mitmekesisus, piiratud populatsioonidevaheline geenivoog ja kliimamuutused.<sup>43</sup> Nii täiskasvanu- kui vastseas ohustavad erakmesilasi kiskjad, parasiidid ja haudmeparasiidid. Nende hulka kuuluvad imetajad, linnud, ämblikud, lestad, nokalised (*Hemiptera*), herilased, kärbsed, mardikad ja lehviktiivalised. Mõned neist ründavad täiskasvanud mesilasi ja teised mesilaste vastseid või toituvad nad õietolmust ja nektarist, mida on kogutud pesakärjes (ingl *brood cell*) vastsetele toiduks.<sup>44</sup> Põhitegur, mis mõjutab piirkonniti erakmesilaste arvukust, on elupaikade kadumine. Erakmesilase liigid kasutavad oma pesa ehitamisel erinevaid asukohti ja materjale, mistõttu on keskkonna mitmekesisus neile äärmiselt oluline.<sup>45</sup>

---

43 Bryan N. Danforth, Robert L. Minckley, John L. Neff. *The Solitary Bees. Biology, Evolution, Conservation* 2019, Chapter 14, lk 341-346

44 Bryan N. Danforth, Robert L. Minckley, John L. Neff. *The Solitary Bees. Biology, Evolution, Conservation* 2019, Chapter 11, lk 264

45 Kline, Olivia, and Neelendra K. Joshi. 2020. "Mitigating the Effects of Habitat Loss on Solitary Bees in Agricultural Ecosystems" *Agriculture* 10, no. 4: 115. <https://doi.org/10.3390/agriculture10040115>

## 2.4 Õõnsustes pesitsevate erakmesilaste pesad

Oma magistritöös olen otsustanud keskenduda õõnsustes pesitsevatele erakmesilastele ehk rentnikmesilastele (ingl *renter bees*). Valiku tegemisel arvestasin sellega, et erakmesilaste liike on palju ning ei ole võimalik luua kõikidele liikidele ühtselt sobivat pesa, sest igal liigil on pesade suhtes erinevad nõuded. Näiteks saaksid mitmed liigid kasu pigem hooldamata rohealadest või teatud tüüpi pinnasest, kus segamatult pesitseda<sup>46</sup>. Nagu varasemalt sai välja toodud, on õõnsustes pesitsevad mesilased erkamesilaste seas oma liigirohkuselt teisel kohal, mistõttu on tolmeldamisel nende osakaal märkimisväärne<sup>47</sup>. Kuigi liigirohkuselt on esikohal pinnases pesitsevad erakmesilased, siis nende looduslikke elukeskkonna tingimusi arvestades leian, et nad ei saaks võrreldes õõnsustes pesitsevate erakmesilastega inimloodud objektist nõnda palju kasu. Seetõttu keskendun töös õõnsustes pesitsevatele erakmesilastele.

Õõnsustes pesitsevad mesilased on väga mitmekesine rühm, kellest igaüks kasutab pesa viimistlemisel erinevaid materjale või mooduseid. Mõned toovad pessa orgaanilisi aineid, nagu lehti või taimeõisi, millega viimistletakse pesa sisemus; mõned loovad ise veekindlat eritist, millega pesakärg vooderdatakse; mõned kasutavad savist pinnast, et vastsetega kambreid üksteisest eraldada ja kaitsta neid väliste mõjude ja parasiitide eest. Õõnsustes pesitsevatele erakmesilastele on oluline viimistleda auk selliseks, kus nende vastne saaks ohutult oma elu kuni koorumishetkeni veeta.<sup>48</sup> Arvestades, et igal erakmesilase liigil on oma pesa ehitamise tavad ja asukohad, siis on võimatu teha pesa, mis sobiks ühtselt kõikidele liikidele.

Õõnsustes pesitsevad erakmesilased on tuntud selle poolest, et neid on leitud elamas mitmes inimtekkelistes objektis, ka neis, mis pole selle otstarbeks loodud. Üks põnevamaid dokumenteeritud juhuseid on lehemesilaste (*Megachilidae*) pesa, mis leiti lennuki kütusevoolikust. Tegemist oli kohtuvaidlusega, kus süüdistati lehemesilasi lennuõnnetuses, kuid entomoloog George Eickworti uuringust järeldati, et pesa ehitati kaua pärast õnnetust.<sup>49</sup> Erakmesilasi on leitud kasutamas oma pesana ka muid inimloodud objekte, neist levinumad

---

46 Antoine, C.M. and Forrest, J.R.K. (2021), Nesting habitat of ground-nesting bees: a review. *Ecol Entomol*, 46: 143-159. <https://doi.org/10.1111/een.12986>

47 Bryan N. Danforth, Robert L. Minckley, John L. Neff. *The Solitary Bees. Biology, Evolution, Conservation 2019*, Chapter 6, lk 105

48 Bryan N. Danforth, Robert L. Minckley, John L. Neff. *The Solitary Bees. Biology, Evolution, Conservation 2019*, Chapter 6, lk 124 - 130

49 Rozen, Jerome G.; Eickwort, George C. (1997). "The Entomological Evidence". *Journal of Forensic Sciences*. 42 (3): 14136J. doi:10.1520/JFS14136J.

on puuriidad ja väravaaugud. Julgen väita, et erakmesilaste leidlikkus kasutada inimobjekte oma pesakohana näitab, et taolised objektid ja materjalid on neile pesakohaks sobivad, ning see, et mõned liigid eelistavad neid looduslikule asukohale, näitab nende vajadust selliste esemete järele.

Kuna erakmesilane veedab enamiku oma elust pesas, siis on pesa kvaliteet äärmiselt oluline. Vesteldes entomoloog Villu Soonega, selgus mitu olulist punkti, mida silmas pidada, kui luua pesitsuspaiku õõnsustes elavatele erakmesilastele. Esiteks peavad aukude diameetrid varieeruma ja augud peavad olema piisavalt sügavad. Soovitus oli teha need vähemalt 10cm sügavad ja ainult ühelt poolt avatuna. Teiseks tuleb pesa asetada päikselisse kohta ja maapinnast kõrgemale, et vähendada niiskust ning seente ja hallituse tekkevõimalust. Kuigi erakmesilased ei ole pesamaterjali osas valivad, siis eelistavad nad ikka pesasid, mis on kaitstud niiskuse ja sademete eest. See-eest materjalid, mis ei ole üldse hingavad, nagu klaas või plastmass, võivad osutada vastsetele kahjulikuks, sest vastne eritab oma elutegevusega niiskust ning kui see ei saa kambri kuhugi välja minna, siis võib kogunenud sademetest ja pesas olevast orgaanikast tekkida kambri sisse hallitus või seen, mis vastse tapab.<sup>50</sup>

Erakmesilase pesa hooldusvajaduse osas on lahkavamusi. Mõned ökoloogiaprofessorid väidavad, et puhastamise käigus hävivad ka pesas olevad kasulikud mikroobid ning et lestad levivad pesas vaid üks kuni kaks hooaega. Mitmed entomoloogid toovad tähelepanu aga haiguste leviku riskile, kui pesa piisavalt ei puhastata. Niisiis on oluline põhjalikult mesilastele loodavaid pesasid analüüsida, enne kui neid massiliselt tootma hakata.<sup>51</sup>

Looduses reeglina sama pesaauk aastateks ei säilu, vaid kas laguneb või kõduneb ajaga ise ära<sup>52</sup>. Tehispesad, mis on inimeste loodud, on materjali poolest tõenäoliselt vastupidavamad, mistõttu jäävad pesaaukud kauemaks säilima. See-eest näitavad uuringud, et mesilashotellides on parasiitlus võrreldes looduslike pesapaikadega suurem<sup>53</sup>. Hooldamata tehispesad võivad muutuda ka haiguskohteks, mis omakorda hakkab mõjutama teisi mesilasliike. Selle võimalikkust toetavad uuringud, mis näitavad, et meemesilaste haigused levivad edasi ka metsikute mesilaste hulgas.<sup>54</sup> Sellegipoolest võib erakmesilaste ja teiste putukate hotellis

---

50 Villu Soon, suuline vestlus entomoloogiga, 03.12.21. Märkmed autori valduses.

51 “Brighton bee bricks initiative may do more harm than good, say ....” 18 Jan. 2022, <https://www.theguardian.com/environment/2022/jan/18/brighton-bee-bricks-initiative-may-do-more-harm-than-good-say-scientists>. (vaadatud 19.03.23)

52 Mart Meriste, suuline vestlus arahnoloog, 24.03.23. Märkmed autori valduses.

53 Wcislo, W.T. Parasitism rates in relation to nest site in bees and wasps (Hymenoptera: Apoidea). *J Insect Behav* 9, 643–656 (1996). <https://doi.org/10.1007/BF02213885>

54 Dolezal AG, Hendrix SD, Scavo NA, Carrillo-Tripp J, Harris MA, Wheelock MJ, et al. (2016) Honey Bee Viruses in Wild Bees: Viral Prevalence, Loads, and Experimental Inoculation. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166190>

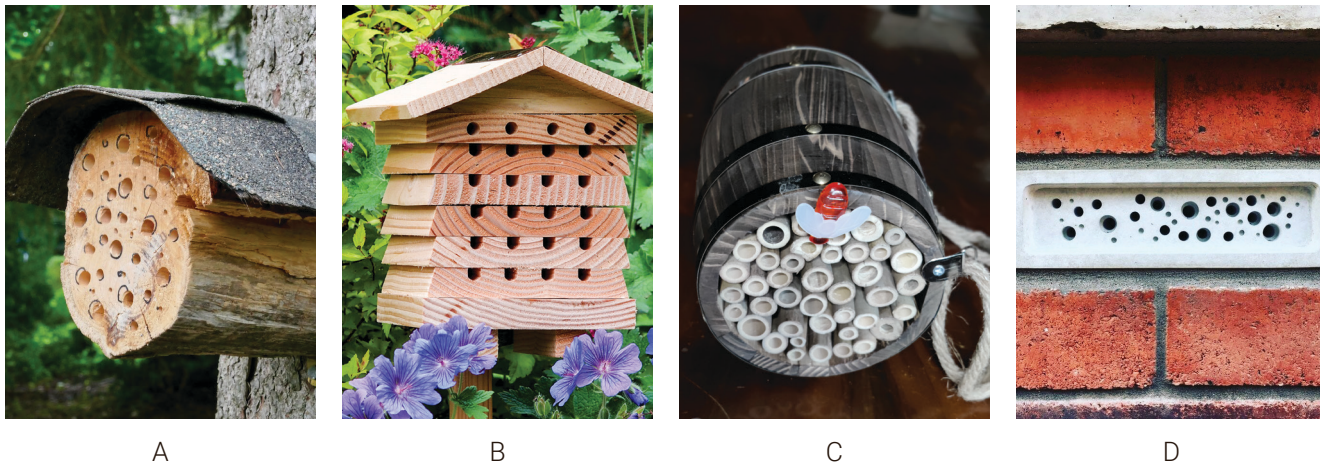
kooselamine osutuda kasulikuks, näiteks aitavad kõrvahark ja harilik kiilassilm mesilastel teiste parasiitide vastu võidelda<sup>55</sup>. Magistritöö raames keskendun põhiliselt erakmesilastele mõeldud hotellidele, mitte putukahotellidele, kus on erinevatele liigile mõeldud pesitsus- ja peitmiskohad ühte objekti kokku pandud. Erakmesilastele on varemgi loodud mesilashotelle, kas eraldi või putukahotelli ühe osana, kuid turul olevad variandid võivad olla erakmesilastele ja nende vastsetele isegi ohtlikud. Disain peaks olema selline, mis annaks kasutajale märku pesakasti väljavahetus- ja hooldusvajadusest: pesa avatavus paneb inimest mõtlema selle põhjusele ja toob nii pesa hooldusele rohkem tähelepanu kui kinnised pesad, mille käigud ei ole eemaldatavad ehk väljavahetatavad (näiteks kinni liimitud bambustorud).

---

55 Martin Steffner, suuline vestlus mesinikuga, 21.03.22. Märkmed autori valduses.

## 2.5 Turul olevad tehispesad

Populaarsed erakmesilase tehispesade materjalid on puit, bambus, paber ja betoon. Pesad jagunevad reeglina kahe kategooria vahel: avatavad ja mitte-avatavad pesitsuskohad. (ill 1)



ill 1. Näited mesilashotellidest

Turul olevad puidust pesad jagunevad kaheks: puupakud, milles on erineva diameetriga puuritud augud (ill 1, A), ning puidust avatud kumerustega plaadid, mis käivad teineteise otsa, moodustades vajaliku suurusega augud ehk pesitsuskohad (ill 1, B). Valesti kujundatud puidust pesadel on oma riskid. Esiteks piiravad pesad, mille augud diameetris ei varieeru (ill 1, B), erakmesilaste liike, kes seda pesa kasutada saaksid, kuna erakmesilasi on erinevat mõõtu. Teiseks, üle lihvimata aukudega puupakud (ill 1, A) muutuvad ohtlikuks erakmesilaste tiibadele, mis võivad katki minna augu sees ja ääres olevate pindude tõttu. Kolmandaks, kui puupaku pesa ei ole avatav (ill 1, A), siis ainus viis selle puhastamiseks on mahajäetud ja koorumismärkideta augud üle puurida<sup>56</sup>. Pesale peale vaadates ei tule aga inimene selle peale, et pesa saab sellisel viisil puhastada. Neljandaks, kuna erakmesilastele mõeldud pesa ei ole võimalik lakkidega töödelda (ill 1, A ja B), et seda ilmastikule vastupidavamaks muuta, siis võib see hakata ajaga niiskusest tekitatud kahjude tõttu pragunema, ning kui puidu sisse tekib hallitus, on seda raske välja saada. Viiendaks, kuigi puidust avatavad pesad on puupaku pesadega võrreldes vähem pinnurohked, siis neid plaate valesti fikseerides võib tekkida nii suur auk, et parasiidid saavad nende kaudu pesakambritesse pugeda või oma munad sisse lasta (ill 1, B)<sup>57</sup>.

56 Meelis Uustal. Mesilaspesilad sumisevad rohkem kui putukahotell. Eesti Loodus. Loodusajakiri. 73. aastakäik Nr 5, mai 2022. Lk 52 - 55

57 Villu Soon, suuline vestlus entomoloogiga, 03.12.21. Märkmed autori valduses.

Ühelt otsast kinnistest torudest koosnevad pesad on reeglina kas bambusest või paberist, mis on ümbritsetud kaitsva seina ja katusega (ill 1, C). Torust pesad on erakmesilaste hulgas populaarsed, kuna seal on rohkem augu suuruse variatsioone. On oletatud, et erakmesilane jätab oma pesa sissepääsu meelde selle lähedal olevate aukudega arvestades<sup>58 59</sup>, seega kui nende hulgas on erineva suuruse või ebaühtlase pikkusega torusid, siis muutub pesa leidmine erakmesilasele kergemaks. Turul olevad bambustorudest pesad on tihti kinni liimitud ümbritseva kesta sisse, mis aitab küll kaitsta tuule ja lindude eest, kuid mistõttu ei pruugi kasutaja aru saada, et bambusvärseid tuleb vahetada kord aastas. Mõned erakmesilase pesapidajad eelistavad vastsed pesast talvekuudeks eemaldada, et need ohutusse keskkonda kevadet ootama viia ja vähendada haiguste leviku võimalust<sup>60</sup>, kuid seda on võimalik ohutult teha vaid kergesti avatavate pesadega. Paberist torud on bambustorudest paremad, sest neid saab lahti rebida selliselt viisil, mis ei kahjusta sees olevat erakmesilast. Arvestades, et paber ei ole niivõrd vastupidav materjal, et see püsiks õues mitu aastat tervena, teab inimene, et pabertoru ei saa kasutada mitu aastat järjest, vaid see vajab ajas väljavahetamist.

Aukudega betoonist telliseid on loodud ka erakmesilase hotellidena nimega The Bee Brick<sup>61</sup> (ill 1, D). Tegemist on mesilashotellidega, mis on saanud suurt meediakajastust ning mille kasu osas on samuti lahkarmamus. Põhiliselt on välja toodud kaks muret tekitavat omadust. Esiteks, kuna betoonist mesilashotellid on loodud standardse tellise suurusega, siis ei ole augud enamiku erakmesilaste liikide jaoks piisavalt sügavad: erakmesilased vajavad sügavamaid auke, et võimalikult palju järglasi pesa augu sisse mahutada ning et lindudel ei oleks soodsat võimalust süüa ära pesa augus olevad järglased. Teiseks, kuna tegemist on kinnise vormiga, mida turundatakse ka maja fasaadi võimaliku osana, siis on pesa puhastatavus võrreldes eraldi seisvate pesadega palju keerulisem.<sup>62</sup>

---

58 Fauria K., Campan R. Do solitary bees *Osmia cornuta* Latr. and *Osmia lignaria* Cresson use proximal visual cues to localize their nest? *J. Insect Behav.* 1998;11, lk 649–669. <https://doi.org/10.1023/A:1022394708973>

59 Fauria K., Campan R., Grimal A. Visual marks learned by the solitary bee *Megachile rotundata* for localizing its nest. *Anim. Behav.* 2004;67:523–530. doi: 10.1016/j.anbehav.2003.06.002.

60 “Complete Guide To Solitary Bees | Blue Orchard Mason | Cocoons.” 27 Sept. 2021, <https://www.youtube.com/watch?v=xUwTwGJ0G2A>. (vaadatud 19.03.23)

61 Christman, K., Shaw, R. and Hodsdon, L. (2022) ‘The Bee Brick: building habitat for solitary bees’, *Int. J. Sustainable Design*, Vol. 4, Nos. 3/4, pp.285–304.

62 “Do bee bricks work in the fight to save the bees? - Reader’s Digest.” 22 Feb. 2023, <https://www.readersdigest.co.uk/lifestyle/environment/do-bee-bricks-work-in-the-fight-to-save-the-bees>. (vaadatud 19.03.23)



### 3. Arendus

Esimestes peatükkides välja toodud info põhjal järeldasin, et õõnsustes pesitsevatele erakmesilastele pesa luues tuleb valida materjal, mis laseks niiskusel pesakambrist väljuda, kuid samas kaitseks pesa sisemust ilmastikumõjude eest. Pesa augud peavad diameetri poolest varieeruma ning olema 10–15 cm sügavad. Pesa tuleks ehitada selliselt, mis hoiaks pesitsusauke niiskuse ja sademete eest. Samuti tuleks luua tingimused, mis kaitseks erakmesilast kiskjate ja kahjurite eest, ning selleks, et vähendada haiguste levikut pesa sees ja ümbruses, peaks pesakast olema kergesti hooldatav.



ill 2. Savist prooviplaadid peale põletust



### 3.1 Materjali valik

Magistritöös püstitan ma hüpoteesi, et keraamiline vorm sobib õõnsustes pesitsevatele erakmesilastele pesaks. Keraamika on vastupidav materjal ja selle poorsust ehk vee imavust on võimalik mõjutada eri viisidel. Keraamika poorsus sõltub põhiliselt põletustemperatuurist: madalkuumuskeraamika on peamiselt poorne, samas kui kõrgkuumuskeraamika on tihedaks koondunud, isegi klaasjalt tihe mass<sup>63</sup>. Keraamilist massi on võimalik teha urbsemaks, segades savimassi sisse orgaanilisi lisandeid, mis põlevad põletusprotsessi jooksul välja<sup>64</sup>. Orgaanika lisamine muudab lõpliku vormi kergemaks, kuid ka hapramaks, sest see lisab massi sisse suuremad õhutaskud. Kui valida mass, mis sisaldab ka šamotti, siis deformatsioon väheneb ja kuivamisprotsess kiireneb<sup>65</sup>.

Keraamika kasutamise eelis puidu ees on selle kergesti puhastatavus nii hallitusest, seentest kui ka haigustest, mis võivad erakmesilaste pesas levida. Vajadusel saab sellise vormi panna ahju, mis hävitaks igasugused võimalikud hallituse eosed või haiguse levitajad. Mitmed mesinikud kasutavad tuld, et desinfitseerida oma meemesilase pesi peale haiguse levikut, käies plaadid puharpõletiga üle<sup>66</sup>. Savi plastilisus võimaldab teha keerulise struktuuriga objekte, mis oleksid peale põletust piisavalt niiskust imavad, et vastse elutegevusest tulenev niiskus ei jääks kambritesse kinni, kuid mitte niivõrd imavad, et sisemised kambrid ei oleks kaitstud sademete ja õhuniiskuse eest.

Materjali proovid tegin Goerg & Schneider savimassidega nr 391, 551, 552, 592 ja 596; 1100 °C temperatuuri juures (ill 2).

Valisin proovi tulemustest lähtuvalt vormi tegemiseks punase savimassi nr 552, mis on 40% šamoti sisaldusega, mõõtudes 0–0,5 mm ning põletustemperatuuri vahemikus 1000–1220 °C. Selle savi vee imavus peaks jääma 5–7% vahemikku, kui seda põletada temperatuuril 1070–1140 °C.<sup>67</sup>

---

63 Leo Rohlin “Keraamika käsiraamat” Eesti Kunstiakadeemia, Eesti Disainikeskus (2012), lk 263

64 Leo Rohlin “Keraamika käsiraamat” lk 158

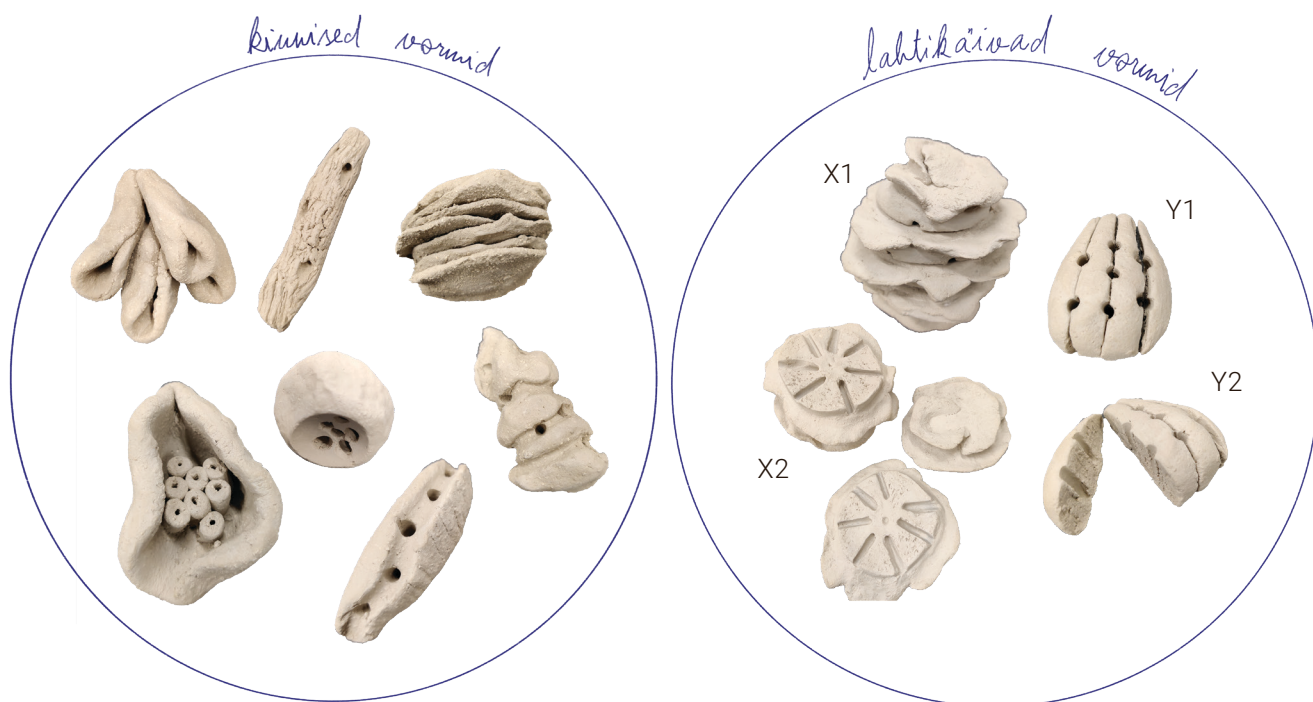
65 Leo Rohlin “Keraamika käsiraamat” lk 157

66 Martin Steffner, suuline vestlus mesinikuga, 21.03.22. Märkmed autori valduses.

67 “0552: Pottery Passion by GOERG & SCHNEIDER.” <https://www.pottery passion.com/products/0552>. (vaadatud 19.03.23)

## 3.2 Vormi areng ja analüüs

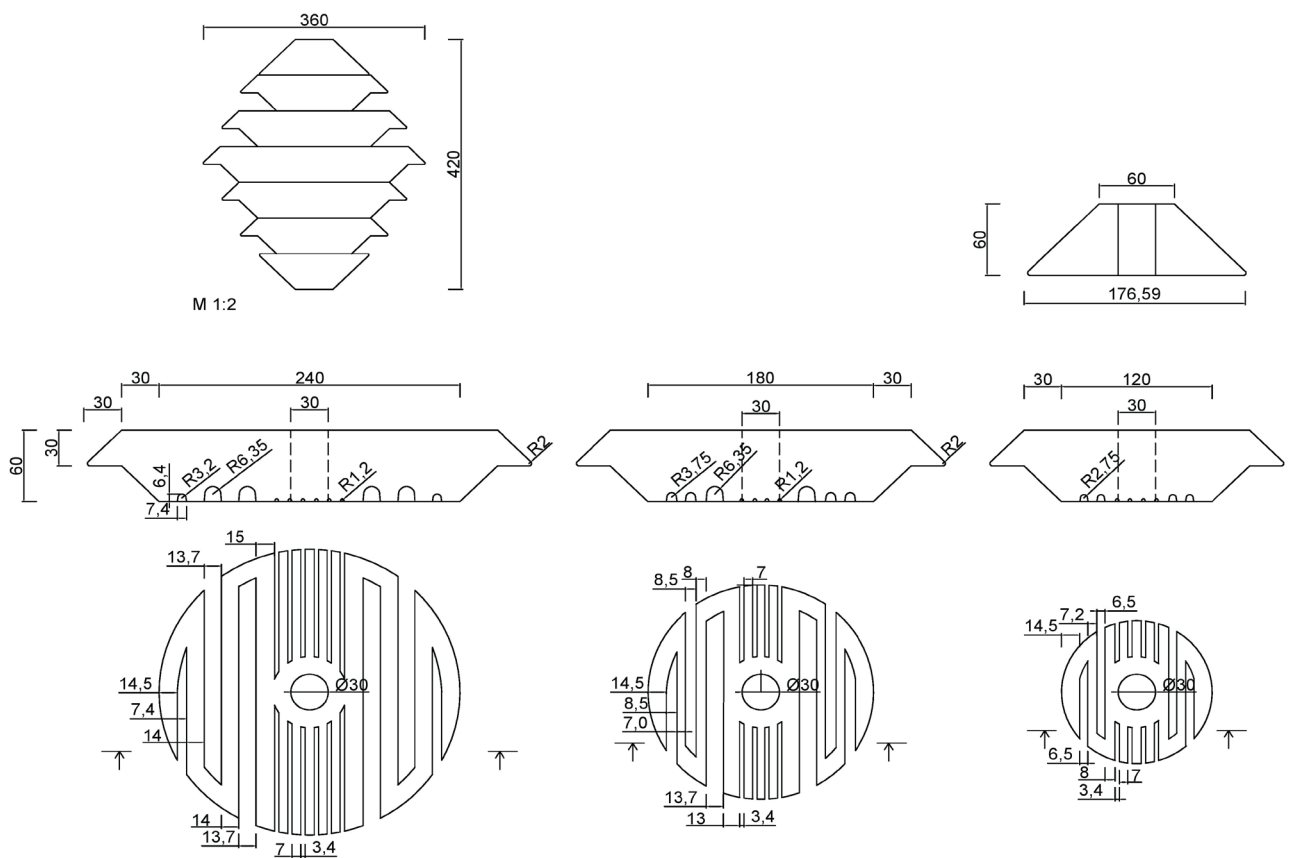
Esmalt valmistasin väiksema skaalaga nii lahtikäivad kui kinnised vormid, näitlikustamaks erakmesilaste pesade kohta kogutud infot, et mul oleks kergem lõpliku vormi valikut langetada (ill 3). Info ja vormide põhjal oletasin, et lahtikäivat pesa on võrreldes kinnisega kergem puhastada, sest kinnises vormis olevaid kitsaid auke saab puhastada ainult tule abiga. Tulega sügavate aukude töötlemise puhul esineb risk, et inimene ei näe korralikult, kas kõik putukad on pesakambrist enne töötlust välja tulnud, ning putukad hukuvad. Lahtikäivad keeramilised vormid seevastu võimaldavad mitmel viisil puhastamist (näiteks harja ja veega ning kui sellest ei piisa, siis ka kuumutamise), kuna pesaauk on vormi lahti tehes täies ulatuses nähtaval. Puhastamise käigus ei oleks ka ohtu, et pesas mõni putukas parasjagu peidus on. Neil põhjustel otsustasin keskenduda vormidele, mis on lahtikäivad.



ill 3. Potentsiaalsed erakmesilase pesad.

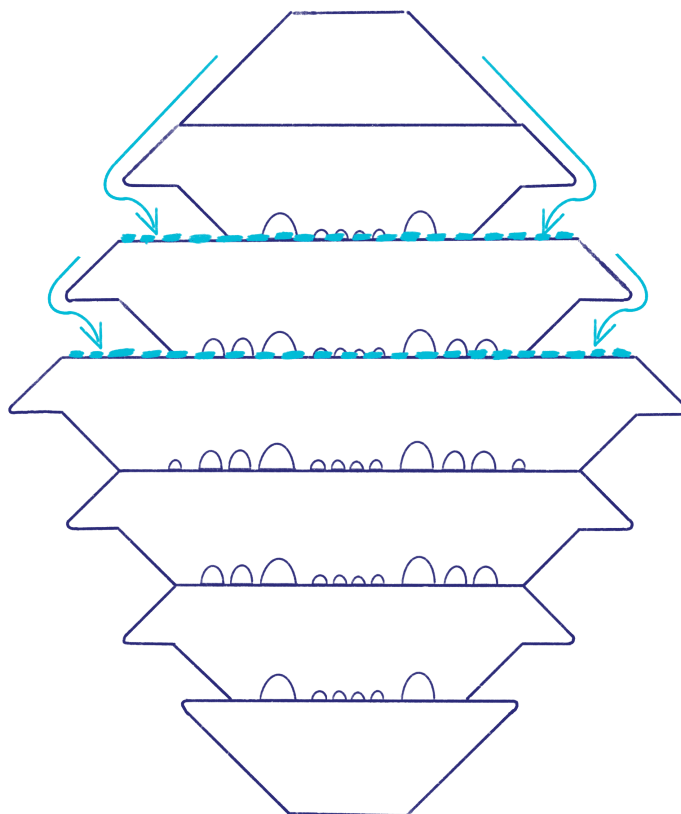
Algselt plaanisin teha erakmesilastele mitu erinevat pesakohta ning jälgida, millised on nende hulgas kõige populaarsemad. Peale liigi kohta rohkema info otsimist muutsin ma aga lähenemist ning otsustasin keskenduda ühe kindla vormi väljaarendamisele. Esiteks võimaldab selline valikefektiivsemalt katsetada, kas keraamika on materjalina erakmesilastele sobilik. Teiseks vähendab see riske, mis teadmatusena kaasnevad: halbu disainivalikuid tehes, isegi kui tahtmatult, võib objekt muutuda erakmesilastele ja teistele liikidele ohtlikuks ning paljude taoliste objektide loodusesse asetamine suurendab võimalikke kahjusid veelgi.

Esimestest katsetustest otsustasin arendada edasi vormi X (ill 3, X1 vorm kokku pandult ja X2 vorm avatult). Sellise vormi eeliseks on lisaks puhastatavusele ka modulaarne ülesehitus, mis võimaldab pesa suurust muuta, ning igat pesaauku katvad katused, mis kaitsevad erakmesilast nii sademete kui lindude eest. Alustasin kavandi joonistamisega, mille põhjal luua uus ja lõplik vorm. Kõigepealt muutsin ma aukude asetust, et optimeerida vormi pinda ja mahutada ühe ketta peale rohkem käike, ning lisasin ketta keskele läbiva augu, et vormi oleks võimalik mitmel viisil riputada ja kettaid omavahel kinnitada (ill 4).



ill 4. Esimene kavand erakmesilase pesale.

Peale esmase kavandi loomist märkas, et vormi iga ketas on niivõrd paks, et põletuse käigus suureneb savimassi sissejäänud niiskuse tõttu oht pragude tekkeks. Lisaks meenus mulle, et üleni savist ja sellise paksusega vorm muudaks pesa installeerimise raskuse tõttu keeruliseks. Vesteldes metallikunstniku Tarvo Porrosoniga, selgus veel üks puudujääk: kuna augud avanevad allapoole ja seisavad tasapinna peal, siis hakkaks vihmase korral katustelt langev vesi kogunema pesa käikude ette (ill 5)<sup>68</sup>. Kaalusin võimalust muuta disaini nii, et kettad asetseksid ülevalt alla suuruselt kahanevas järjekorras, kuid mõistsin, et sellisel juhul võib kasutaja pesa valesti kokku panna.



ill 5. Vee kogunemine ülemiste ketaste tasapindadele

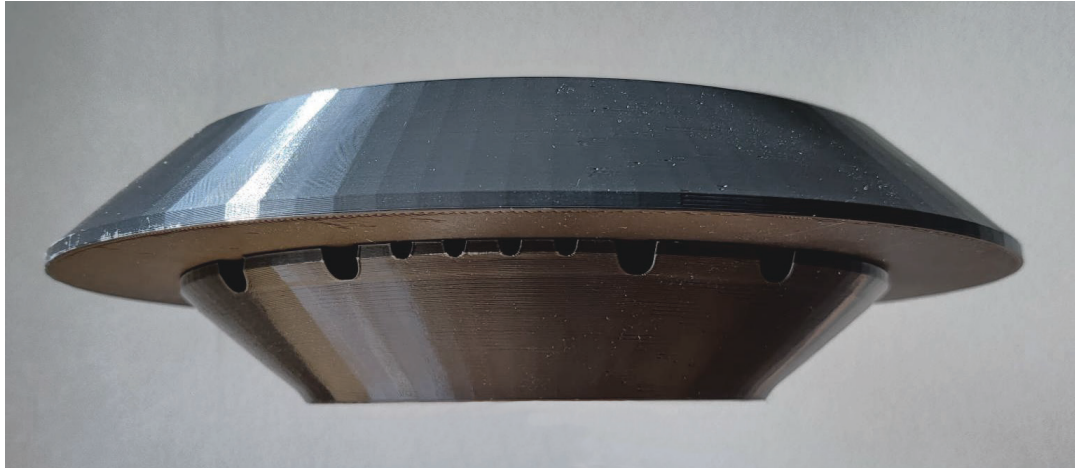
Kirjeldatud vigu meeles pidades lõin uuendatud kavandi (ill 6). Eraldas katusekettast käikudega ketta ning muutsin käikude suunda selliselt, et need oleksid avatuna katuseketta poole. Selliselt saab katus paremini käike kaitsa, et nende sisse ei satuks sademeid. Lisaks muutsin käigud kumeraks, et vähendada mustuse kogunemist käikude lõppu ja tootmisel potentsiaalselt esinevaid probleeme.

---

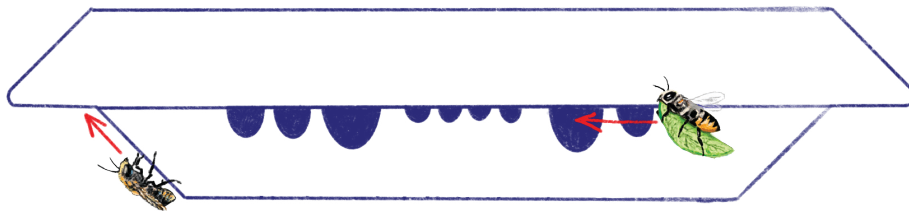
68 Tarvo Porroson, suuline vestlus metallikunstnikuga, 06.05.22. Märkmed autori valduses.



Järgmise sammuna printisin uuendatud kavandile kantud objekti 3D printeriga välja (ill 8). Selle tulemusena selgus aga uus probleem: kuna augud asetsevad katuseplaadi all ja kettad on kaldes, muutuvad auku sisse lendamine ja auguni ronimine erakmesilasele keeruliseks (ill 9). Väljaprintitud objekti peal oli ka kergem näha, et ketas on liiga paks ja muudab sellega pesa liiga raskeks. Seejuures puudub põhjus, mis õigustaks nii paksude ketaste tegemist.



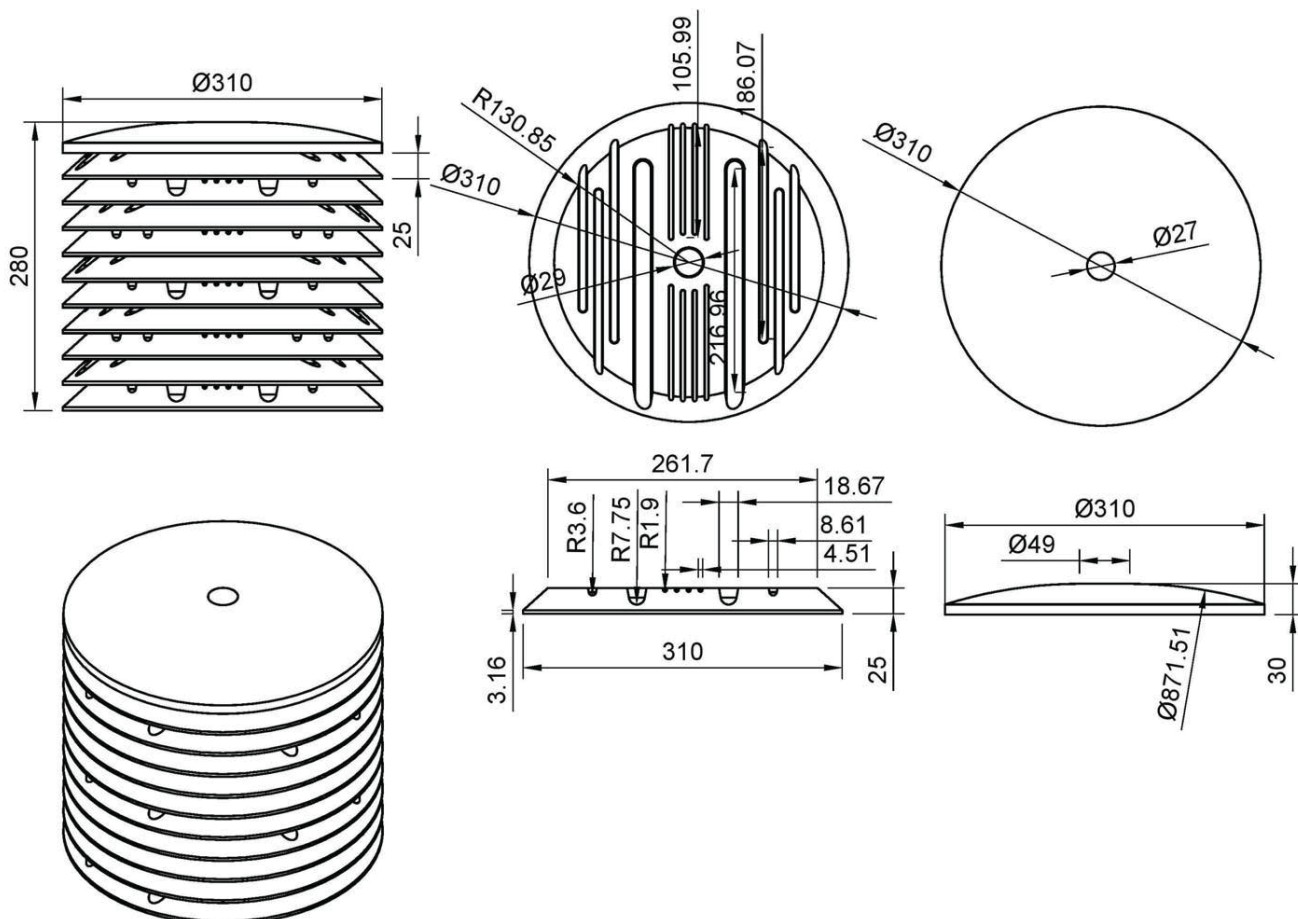
ill 8. 3D printeriga välja printitud pesa kõige väiksema moodsu tükid



ill 9. Seletav joonis, miks pesa ei ole kerge sisse lennata ega ronida

Saadud info põhjal koostasin pesale uue kavandi (ill 10), mille järgi koosneb pesa ketastest ja ühest katusetükist, mis katab kõige pealmist ketast. Ketaste käikude moodsu jäid samaks, kuid ketaste paksust vähendasin poole võrra. Iga ketas kaitseb tänu oma kaldus kujule endast allpool olevat ketast sademete eest. Kaldenurgad annavad erakmesilastele ka mugava maandumis- ja ronimispinna, mida saavad erakmesilased ühtlasi kasutada ka kohana, kus hommikupäikese käes ennast üles soojendada. Kuigi kettas olevad augud on avatud vaid kahelt vastastikuselt poolt, saab kettaid laotada teineteise otsa selliselt, et augud asetsevad mööda objekti eri külgedel, andes erakmesilastele aukude valikul erinevaid variante. Kavandi koostamisel arvestasin sisse ka savi kahanemise kuivamisel ja põletusel, mis jääb 10–11% vahemikku.

Vormi teostamiseks sai valitud kombineeritud materjalidega, silikoonist ja kipsist pressvorm. Silikoon võimaldab savi eemaldada vormist ilma, et väikesed detailid selle käigus murduksid. Sellise vormi loomiseks pidin kõigepealt tegema samade omadustega mudeli nagu joonisel (ill 10). Otsustasin valmistada mudeli freesimise teel, kuna freespink võimaldab teha mudeleid millimeetri täpsusega.



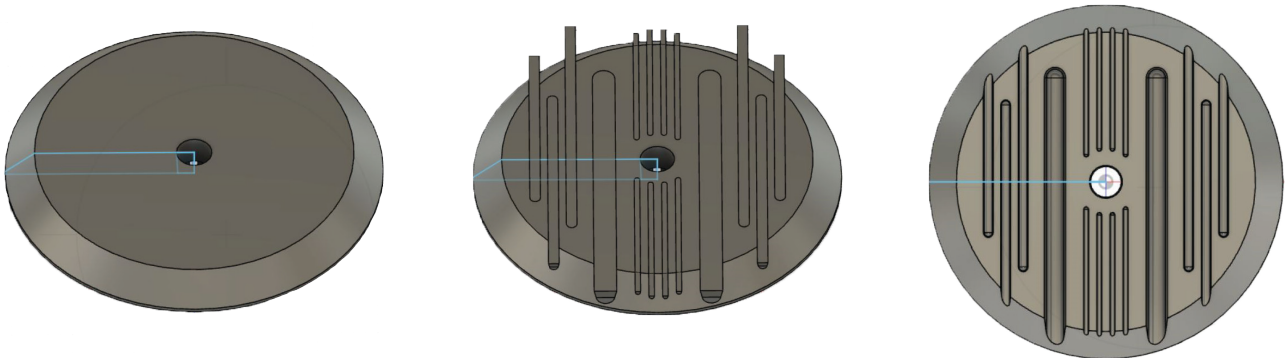
ill 10. Lõplik kavand erakmesilase pesale, katuse tükk ja käikudega ketas.



# 4. Teostus

## 4.1 Mudeldamine 3D programmis ja CNC freesimine

Kasutasin 3D vormi loomiseks Fusion 360 rakendust ning eksportisin selle step/stp-failitüübina (ill 11).



ill 11. Mudeldamise etapid Fusion 360 programmis

Freesimise teostas in EKA prototüüpimise laboris, kasutades CNC freesipinki Datron Neo, mille tööala on 400x500 mm. Materjaliks valisin PE1000 plaadid suurusega 35x500x400 mm. PE1000 on polüetüleenmaterjal, mida on võimalik lõigata freesimise teel. Valisin selle materjali, sest see on veekindel ja libiseb hästi, vähendades võimalust jääda kipsvormi külge kinni. Samuti ei paisu see niiskuse tõttu vormi sees nagu enamik puidust freesitavatest materjalidest. Proovisin muuta MDF-plaati veekindlaks, kasutades erinevaid lakke ja kattevärve, kuid see ei taganud piisavat kaitset niiskuse eest (ill 12). Freesimist viisin läbi labori juhataja Madis Kaasiku abiga, kes seadistas masinaprogrammid vastavaks.

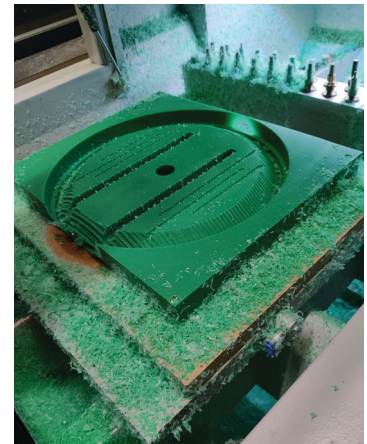


ill 12. Katse katta MDF-plaat veekindlate lakkide ja värvidega



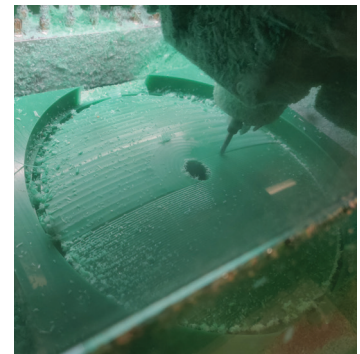
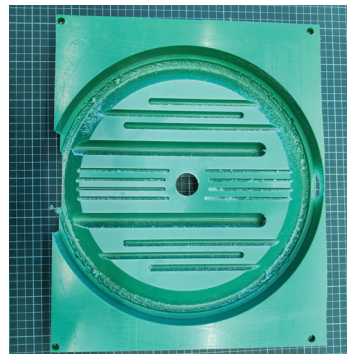
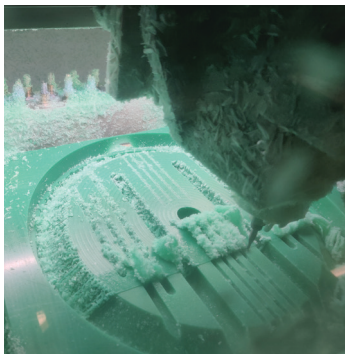
Mudeli faili ettevalmistamisel selgus, et freesida ei ole võimalik poolringikujulisi kumerusi, mis jäävad vormi alumisele poolele<sup>70</sup>. Arvestades, et savist teravad nurgad võivad kipsvormi sees murduda, lõikasin Fusion 360 programmis teravate nurkade tipud ära otse, neid kumerdamata. See muudatus on nähtaval viimasel tööjoonisel (ill 10).

Enne freesimist oli vaja fikseerida PE1000 plaat kruvidega tööpinnale ja märkida süsteemis plaadi asukoht. Freesimist alustasin keerulisemast ehk käikudega mudelist. Masin lõikas esimesed kihid suurema lõiketööriistaga ja kiiremas tempos (ill 13). Pikemad polüetüleeniribad jäid tihti masina lõiketera külge kinni ja vajasis käsitsi eemaldamist.



ill 13. Freesimise tööprotsess

Hiljem töötlesin sama pinda peenema freesiga, kuni mudelil ei olnud enam lõikejälgi näha. Freesimismasinas ei tasunud mudelit lahti lõigata, sest selle käigus võib mudel paigast nihkuda, nii et tegin seda noa abil käsitsi. Lõiketööriist jättis valmismudelite külge peene puru, kuid sain need riidest lapi ja liivapaberiga nõhkides eemaldatud. Tegin uuesti kogu protsessi läbi katusetükiga. (ill 14)



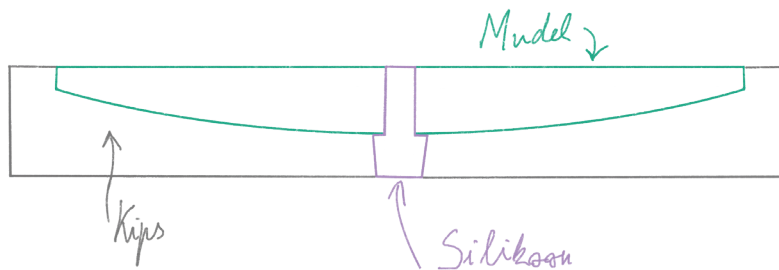
ill 14. Freesimise tööprotsess

70 Madis Kaasik, meilivahetus, vestlus ja juhendamine prototüüpimise labori juhatajaga, 19.04.22 - 05.06.22 Märkmed autori valduses.

## 4.2 Silikoon ja kips vormi loomine

Silikoonist ja kipsist vormi tegin meister Anatoli Movileanu juhendamisel, kasutades hambaarstidele loodud Picodent Eco-Sil kahekomponentset vormisilikooni. Selle silikooni eeliseks on kiire tardumisaeg, mille jooksul talletatakse korralikult kõik detailid, ning et see pole tardununa liialt viskoosne.

Vormi võtmist alustasin mudeli katusetükist. Silikoonist vorm sai võetud katust läbivast august. Selleks, et silikoonist tükki saaks hiljem kipsvormi külge kinnitada, pidin sellele lisama ka laieneva ala, mis aitaks hiljem tüki kipsvormis fikseerida (ill 15). Selle jaoks võtsin ma väikese plastmassstoppi, mille kinnitasin liimiga mudeli katusetüki kumerale poolele. Peale anuma kinnitamist segasin silikooni suhtes 1:1 ning täitsin sellega nii topsi kui mudeli keskelt läbiva augu. (ill 16)



ill 15. Katuse mudelist vormi loomise teostusplan



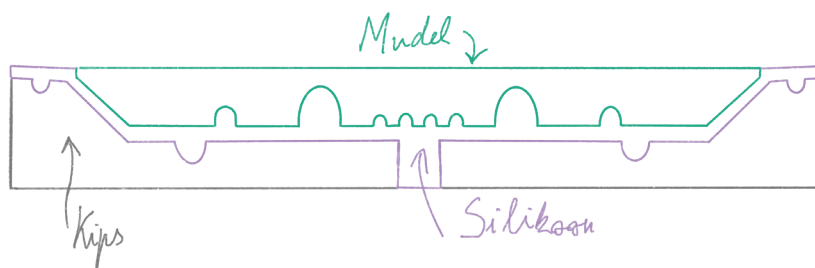
ill 16. Mudeli katusetükki läbivast august vormi võtmine.  
Pildistas: Anatoli Movileanu

Peale silikoontüki tardumist panin mudeli koos seda läbiva tükiga treipingile. Treipingi ümbritsesin plastmassist silindriga, mille fikseerisin teibiga treipingi külge. Silindri ala täitsin vedela kipsiga. Pooltardnund olekus kipsist treisin üleliigse kihi maha, kuni silikooni tükk hakkas paistma. Viimistlesin kipsvormi ja asetasin selle kuivatuskappi. (ill 17)



ill 17. Mudeli ettevalmistamine kipsi valamiseks.  
Pildistas: Anatoli Movileanu

Järgmisena alustasin käikudega mudeli ettevalmistamist vormi võtmiseks. Plaanisin võtta käikudega kettast silikoonvormi ning teha silikoonile kipsist toetava kesta: kuna silikoon on pehme materjal, siis pressvormiks on vaja kipsi, mis hoiab silikooni õiges asendis (ill 18).



ill 18. Käikudega vormi teostusplaan



Kesta tegemiseks pidin ma katma mudeli käigud ja pealmise pinna saviga, kuna silikoon vajab nn taskut, kuhu sisse see voolata saaks ja mille järgi kuju võtta. Savi toimib niisiis silikoonile ajutise kohahoidjana, kuni võetakse kipsvorm. Enne mudeli katmist saviga liimisin esiteks mudeli kipsplaadi külge, millena kasutasin tagurpidi pööratud katusevormi. Mudeli pidin kipsplaadile kinni liimima, et see savi eemaldamise ja silikooni valamise ajal paigast ei liiguks. Teiseks teipisin kinni mudelit läbiva augu: väga oluline oli katta kõik võimalikud avad, kuhu silikoon ei tohi sattuda. Põhiline murekoht oligi ketast läbiv auk, samuti mudeli ja kipsplaadi vaheline ala. Tegin vedela kipsi segu ja pintseldasin aeglaselt kogu mudeli ääre üle, kuni mudeli all ei olnud näha ühtegi vahe. Peale seda täitsin mudeli käigud saviga ja katsin kogu mudeli ühtlaselt paksu savikihiga. Saviga kaetud mudelile lisasin savist torud, mis aitaksid hiljem silikoonist kipsi vormi külge fikseerida, et see ei nihkuks paigast. (ill 19)



ill 19. Mudeli fikseerimine kipsplaadile ja katmine saviga

Mudeli külge lisasin veel leetri, mille kaudu peale savi eemaldamist silikooni valada, ning kuus õhukanalit kohtadesse, kus silikooni valades võivad tekkida õhutaskud. Õhukanalid on vajalikud, et silikoon saaks täita üleni ja defektideta kipsi ja mudeli vahepealse ala. Treipingi ümbritsesin plastmassist silindriga ja silindri täitsin vedela kipsiga. Kui kips tardus, eemaldasid ettevaatlikult uue kipsvormi treipingi pealt. Kipsvorm tuli eemaldada selliselt, et selle all olev mudel ei nihkuks ega tuleks liimist lahti, sest peale savi eemaldamist vormi seest ja mudeli pealt oli vaja vormi uuesti samamoodi kokku panna. Eemaldatud savi kaalu järgi sain mõõta ka umbkaudse silikooni kulu. (ill 20)



ill 20. Õhukanalite lisamine ja kipsvormi puhastamine savist



Peale seda, kui olin savi edukat eemaldanud ja vormi taas kokku pannud, kinnitasin kipsvormi pitskruviga treipingi külge, sest vormi sisse silikooni valades võib vedelik lükata vormi lahti ja välja voolata. Vormi kõrgendasin ka õhuavadega poolel, et silikooni sisse valades ei jääks õhk vormi sisse kinni ega laseks silikoonil kogu vajalikku ala täita. (ill 21)



Silikooni valamise käigus hakkas aga mass varakult tarduma ega voolanud lehtrist alla. Tagantjärele olukorda analüüsisides selgus, et silikooni temperatuur oli juba enne segamist liiga kõrge (umbes 26 °C). Kuna ruumid olid palavad, oli toatemperatuuril hoitud silikoonist pudelid soojad ning seetõttu hakkas kokkusegamisel mass kiiremini reageerima. Silikoon jõudis täita vajalikust alast umbes 45% ja tardus kohe. (ill 21)

ill 21. Ebaõnnestunud katse täita vorm silikooniga

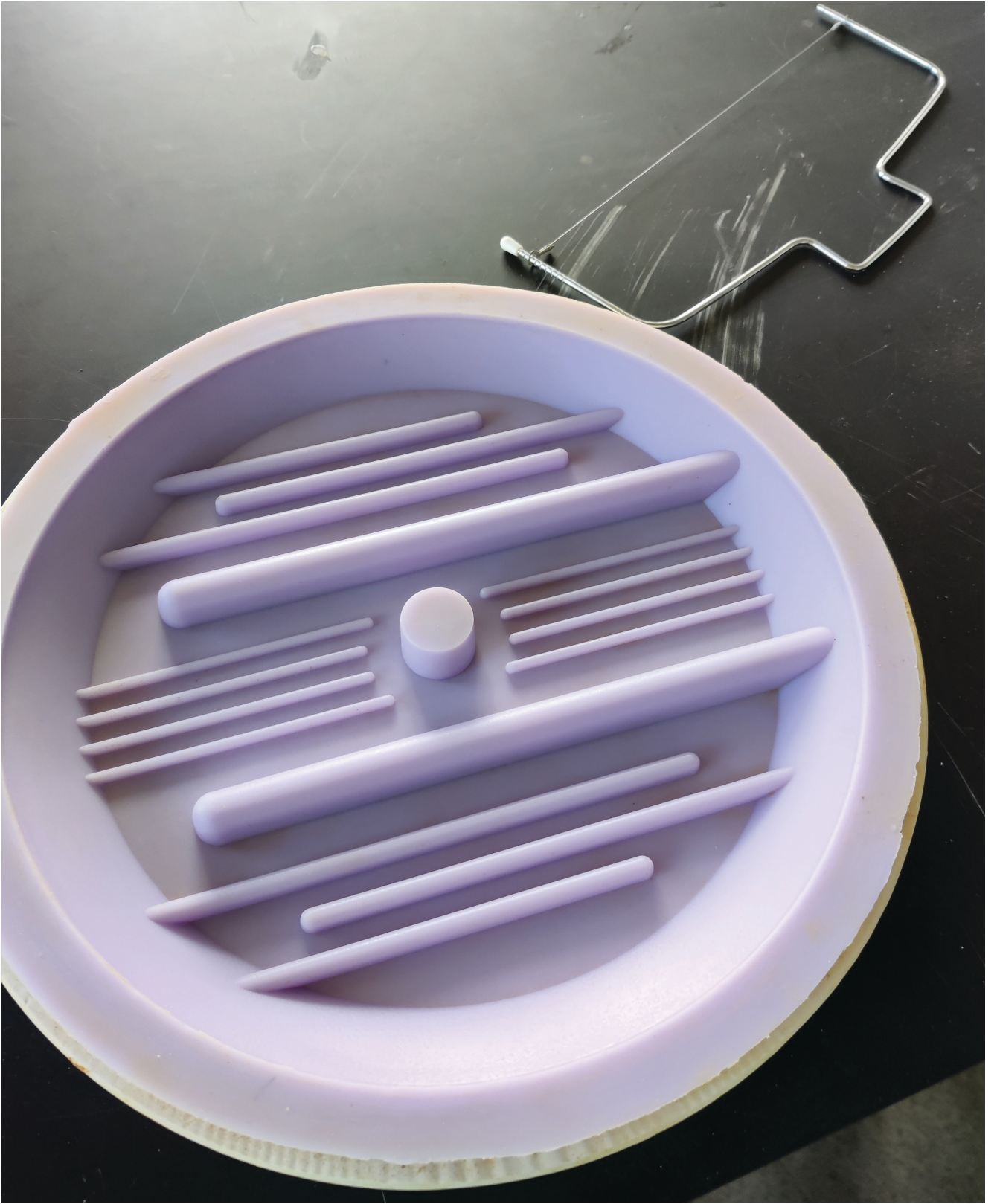




Selleks, et vähendada sama vea tekkimise tõenäosust, panin silikoonid maha jahutamiseks külmkappi. Lisaks silikooni maha jahutamisele suurendasin sisendkanali läbimõõtu ja vähendasin silikooni komponentide kokkusegamisega kolmelt minutilt ühe minuti peale. Uue katse ajal oli pudelites silikooni temperatuur umbes 11–13°C, sisendkanali suurus oli 17 mm asemel 56 mm. Instruktsiooni kohaselt võtab alla 23 °C silikooni vedelal kujul käsitlemine umbes 5 min. Esimesel katsel kestis segamine ja valamine 4 min ja 52 sekundit, uuel katsel 3 min ja 11 sekundit. Otsustasin seekord valada silikooni horisontaalselt ehk kaldeta vormi sisse, kuna tundus, et suurendatud sisendkanal vähendab ka riski, et õhk jääb vormi sisse kinni. Tänu neile muudatustele õnnestus uus silikoonvalu ja ma sain käikudega ketta vormi edukalt valmis tehtud. (ill 22)



ill 22. Uus katse täita vorm silikooniga. Õnnestunud vorm käikudega mudelist





## 4.3 Tootmine

Enne silikoonist vormi saviga täitmist pidin katma vormi korraliku õlikihiga, kuna õlita ei tule savi silikooni küljest lahti. Silikoonist vorm ei võimaldanud mul rullida savi vormi sisse ega panna vormi rullitud savist plaate, kuna õlist tingitud libedus nihutas savi paigast. Ainus toimiv viis oli väikeste ehk umbes 2–4 cm suuruste savist tükkidega tükkhaaval vormi täita. Pidin ühe käega eelnevaid savitükke paigal hoidma, kuna selleta uut savi tükki lisades nihkuks vormis olev savi ja jätaks kettale defekte. Selleks sobis pakist värskelt võetud savi ning savi ei olnud vaja rohkem niisutada või tükkide ühendamisel karestada. (ill 23)

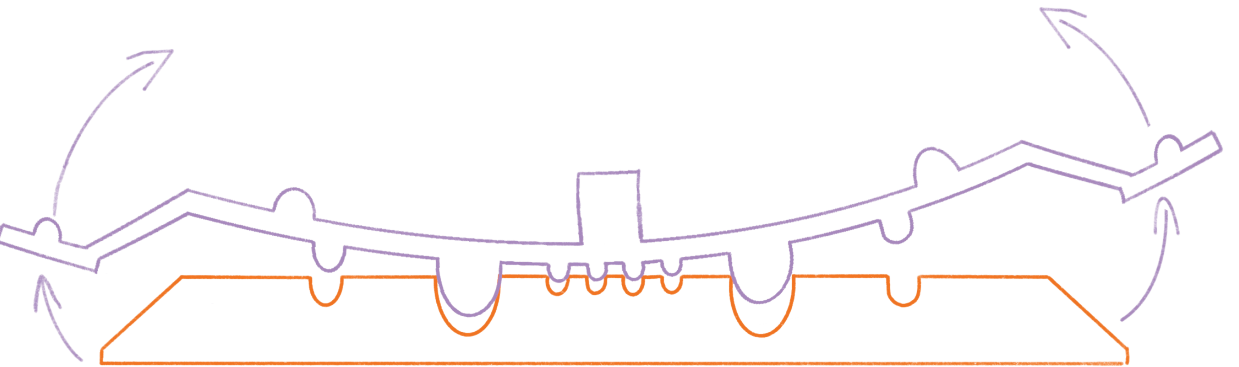
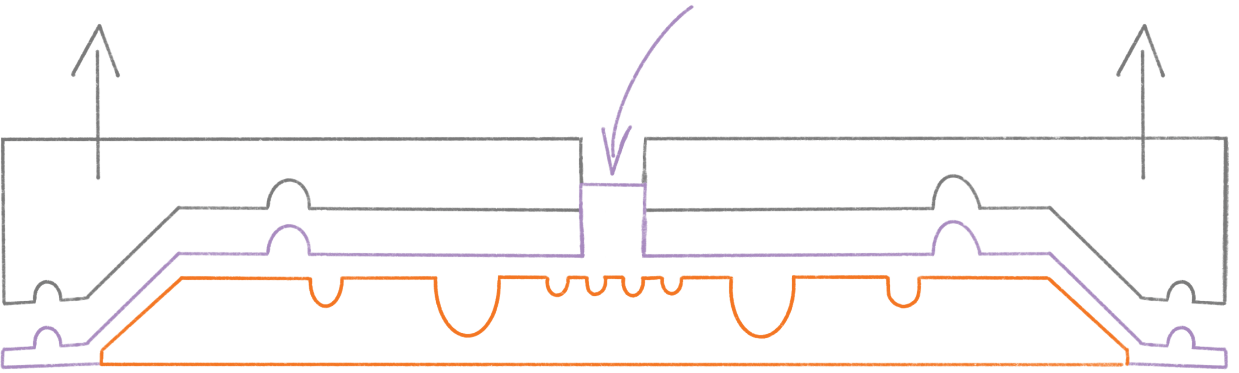
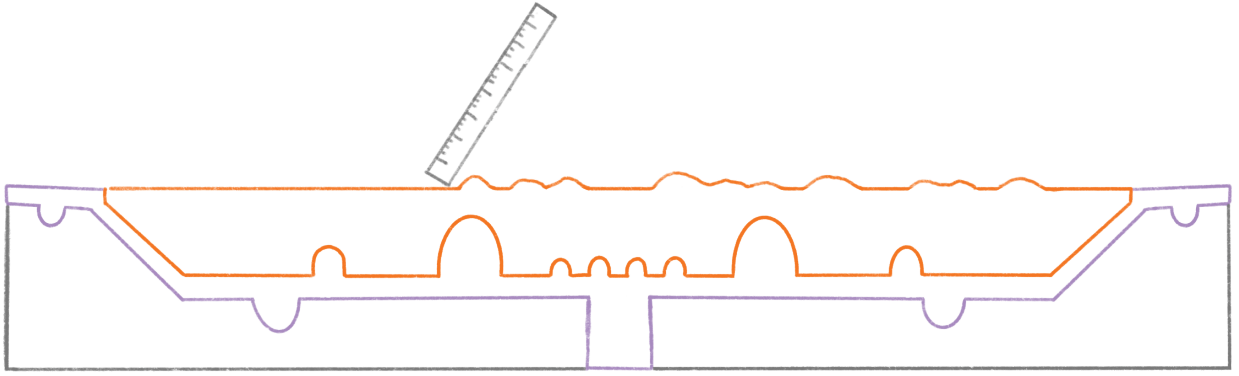


ill 23. Pressvormi täitmine ja tulemus

Kui sain silikoonist vormi saviga täidetud, kasutasin joonlauda, et tõmmata vormi pealt ära üleliigne savi kiht, mis ulatus vormist väljapoole. Nii sain muuta savist ketta pinna siledaks. Peale pinna siledaks tegemist panin kanga ja puidust plaadi vormi peale ning keerasin vormi koos plaadiga tagurpidi. (ill 24)

Selleks, et saada savist ketas vormi seest välja, pidin ma kõigepealt eemaldama kipsvormi silikoonvormi ümbert. Kuna silikoonist kinnitused ulatusid läbi kipsvormi, siis neile ettevaatlikult peale vajutades oli võimalik kips silikoonist eraldada. Peale vormi eemaldamist kipsist pidin ettevaatlikult silikooni savist ketta küljest maha võtma. Selleks järgisin Anatoli Movileanu õpetust painutada silikoonvorm savist ketta küljest lahti, hoides seda käikudega paralleelselt. Sellisel viisil õnnestus mul ketas vormi seest vabastada ilma, et oleks tekkinud defekte. (ill 24)





ill 24. Seletav joonis tööprotsessist: savi pinna siledaks tegemine, kipsi ja silikooni vormi eemaldamine

## 4.4 Kuivatamine

Kuna valminud savist kettad ei olnud seest õõnsad, siis oli neid vaja pikka aega kuivatada. Selleks, et kuivamist kiirendada, jätsin savist ketaste vahele õhuavad. Õhuavade tekitamiseks lõikasin küprokplaadist välja 2 cm ribad. Panin ribad iga savist ketta alla, et ketas saaks kuivada mõlemalt poolt ühtlaselt. Selleks, et ketaste kuivamist veelgi kiirendada, tekitasin nn sundkuivatamise<sup>71</sup>. Kettad kuivasid küprokribade peal soojas ruumis, kuni need ei olnud enam käegakatsutavalt niisked. Peale seda panin kettad sundventilatsiooniga ahju koos küprokribadega, mis eraldasid kettad teineteisest. Ahjus olev temperatuur tõusis aeglaselt kahe päeva jooksul, viimased 13 tundi oli ahi ühtlaselt 70 °C temperatuuri juures. (ill 25) Nelja ketast kuivatasin ma sundkuivatamise teel kaks päeva ning ülejäänud nelja toatemperatuuril 8 kuud ja 22 päeva.



ill 25. Ketaste kuivatamine ja ahju pakkimine sundkuivatamiseks

---

71 Anatoli Movileanu, vestlus ja juhendamine keraamik, kipsitöö meistriga, 07.06. ; 12.06. ; 13.06.22. Märkmed autori valduses.





## 4.5 Põletamine

Põletusprogrammid seadistas ja ahju aitas pakkida EKA keraamikatöökoja meister Jaan August Viirand. Kõik kettad põletasin ma sama põletusprogrammiga, kuid ahju pakkisin need kahel eri viisil. Erakmesilase pesa puhul on väga oluline, et kettad oleksid sirged ning sobiksid teineteise otsa ilma, et tekiks vahesid, kuna vastasel juhul võivad parasiidid pääseda erakmesilase vastse juurde. Seetõttu pakkisin esimesed neli ketast ahju teineteise otsa, et plaadid suurema tõenäosusega kokku sobiksid. Kõige alumise ketta alla panin ka kvartslüüsi, mis aitaks ahjuplaati sirgemaks teha ja savil põletuse ajal kahanedes kergemini kokku tõmbuda ilma, et see jääks ahjuplaadile kinni. Kvartslüüsi pidin tegema ahjuplaadi peal sirgeks joonlaua abil.

Kahjuks tekkisid põletuse tagajärjel ketastele praod (ill 26). Arutades juhtunut keraamika õppejõu ja kordinaatori Kersti Laanmaaga, selgus paar võimalikku põhjust. Esiteks võis ketta sisse jääda mõningane niiskus või tekkida selles pinge, kuna kettad läbisid sundkuivatuse ja kuivasid ebaühtlaselt. Teiseks võisid praod tekkida ahju pakkimise tagajärjel: kuna kettad olid teineteise peale pandud, siis ahju kuumus pääses ketasteni ebaühtlaselt. Pragu tekkis kettal suurima käigu juurde, kuna see on selle vormi kõige õhema seinapaksusega ala ja seetõttu ka kõige nõrgem koht.





ill 26. Esimesest põletusest saadud pragudega kettad



Uusi kettaid põletades panin kettad eraldi ahjuplaatidele. Iga ketta alla läks ka šamottpuru, mis võimaldab savist kettal kokku tõmbudes paremini plaadi peal liikuda kui kvartsliid ning jätab ka väikese õhuvahe ahjuplaadi ja savist ketta vahele. Selliselt pakitud kettad tulid ahjust välja defektideta. Tegemist oli ka ketastega, mis said rahulikult 8 kuud ja 22 päeva toatemperatuuril kuivada, ka see võis mängida rolli hea tulemuse saamisel. (ill 27)



ill 27. Ahjuplaadi katmine šamotiga, ahju pakkimine ja õnnestunud kettad

Mõlemad põletused olid aeglased ja ettepõletuseta. Põletusgraafik oli järgmine:

50 °C tunnis kuni 70 °C, haudumine poolteist tundi,  
75 °C tunnis kuni 250 °C, haudumine pool tundi,  
110 °C tunnis kuni 650 °C, haudumine pool tundi,  
125 °C tunnis kuni 1100 °C, haudumine veerand tundi.





## 5. Testimine ja tulemus

Testimiseks panin keraamilised kettad Laulasmaa maakodu tagahoovis asukohta, kus hommiku ja õhtupäike keraamilise pesani ulatuvad. Pesa läheduses on harilik tammepuu, mis võib pakkuda osalist kaitset vihma eest, kuid samas ei varja päikest. Villu Soone sõnul eelistab näiteks lehemesilase sugukond selliseid taimi nagu korvõielised, raudrohi, liblikõielised, mesikad, ristikud ja hiireherned<sup>72</sup>. Nimetatud taimedest kasvab asukoha läheduses raudrohi ja korvõielised. Hoovi peal on lisaks teistele taimedele ka õuna- ja kirsipuud ning muru asemel on mitmes kohas kasvamas ristik.

---

72 Villu Soon, suuline vestlus entomoloogiga, 03.12.21. Märkmed autori valduses



## 5.1 Tulemus ämblikutega

Peale pesa üles panemist märkasin ma erakmesilaste asemel ämblikuid oma disaini sees elamas (ill 28). Arvestades, et disainitud pesa koosnes erinevas suuruses käikudest, siis oli huvitav näha, kuidas igas augus elas vastava suurusega ämblik. Suuremad ämblikud kasutasid minu disainitud objekti väga huvitavalt: nad olid koonud augu ette võrgu, kuid ise istusid aukude sees, ning ei tundunud, et nad oleks auku seestpoolt võrguga katnud. Mõned väiksemad ämblikud ei tundunud küll augu sees elavat, kuid nad kasutasid disaini ära, et enda võrku kinnitada. Ämblikute arvukus pesas kasvas, kuni keraamiline pesa oli üleni võrguga kaetud. Märkasin ka, et alguses valisid ämblikud augud, mis olid suunatud rohkem hilispäeva ja õhtuse päikese poole, kuid ajaga võeti omaks ka augud, millele langes ainult hommikune ja varalõunane päike.



ill 28. Ämblikud elamas keraamilises pesas









Selleks, et paremini mõista, millised ämblikud pesa kasutasid, vestlesin arahnoloog Mart Meristega, kes pakkus, et pessa võisid olla sisse kolinud lehterämblikud (*Agelenidae*) ja kangurlased (*Linyphiidae*)<sup>73</sup> (ill 29). Eestis looduses on vaid üks lehterämblike liik ehk harilik lehterämblik (*Agelena labyrinthica*), kuid kodustes tingimustes on lehterämblike sugukonda kuuluvaid liike rohkem ning neid kutsutakse majaämblikeks (*Tegenaria atrica*)<sup>74</sup>. Need inimesekaaslejast ämblikud elavad tüüpiliselt majade sees, kuid suveperioodil võib neid leida ka õuest. Meriste sõnul võivad sellised pesad olla koduks või talvituskohaks ka teistele liikidele, näiteks kuussilmlastele (*Dysderidae*). Selleks, et täpsemalt määratleda, mis liiki ämblikud pesas tegutsevad, oleks aga vaja neid mikroskoobi all vaadelda.<sup>75</sup>

Uurides Meriste käest, kuidas saavad eri suuruses ämblikud selles keraamilises vormis lähestikku elada, sain selgituseks, et kuigi ämblikud võivad teineteist süüa, siis enamik võrku kuduvatest ämblikest söövad reeglina vaid putukaid, mis nende võrku satuvad. Lisaks on võrku kuduvad liigid erakelulised: nad elavad oma võrgus ja sellest väljas tihti ei käi.<sup>76</sup>

---

73 Mart Meriste, suuline vestlus arahnoloogiga, 24.03.23. Märkmed autori valduses

74 “Selgus majja majaämblikega | Loodus - Novaator - ERR.” 14 May. 2019, <https://novaator.err.ee/939377/selgus-majja-majaamblikega>. (vaadatud 24.03.23)

75 Mart Meriste, suuline vestlus arahnoloogiga, 24.03.23. Märkmed autori valduses

76 Mart Meriste, suuline vestlus arahnoloogiga, 24.03.23. Märkmed autori valduses





ill 29. Erinevad ämblikuliigid keraamilises pesas elamas









Pesitsusraadio 17. saates „Ämblikest” mainis arahnoloog Mart Meriste, et ämblik on oma pesitsuskohta valides nõudlik<sup>77</sup>. Kuigi kindlalt ei ole teada, miks valisid ämblikud oma pesakohaks just minu loodud objekti, sai Meriste abiga arutatud potentsiaalseid võimalusi. Esiteks elavad kangurlased lühiajaliselt igasugustel kõrgendatud aladel ja kuna nad tüüpiliselt levivad tuulega, siis võis nende võrk minu loodud objekti külge kinni jääda ning nad otsustasid katsetada, kas see koht sobib neile eluasemeks. Teiseks ei ole ämblikel hea silmanägemine, mistõttu võisid nad leida pesaagu juhuslikult kompimise kaudu. Kolmandaks meeldib ämblikele keraamika, sest paljud liigid kasutavad kividevahelisi pragusid enda pesakohana. Neljandaks on looduses üsna tavaline, et olend valib uru vastavalt oma suurusele, sest ei soovita, et endast suurem isend saaks urgu sisse tungida. Viiendaks on minu objektile olemas urud sarnased lehterämblike naturaalsele elukeskkonnale, kus nad hoiavad urus olles jalgpuidi kontakti läheduses oleva võrguga, mille kaudu tunnetada, kas saak on võrgu sisse kukkunud, ning kui on, siis krabavad saagi kinni ja peituvad taaskord urgu. Kuuendaks võis minu disainitud keraamiline objekt olla ämblikele atraktiivne tänu sellele, et see kaitseb neid teiste kiskjate eest ning seal on piisavas variatsioonis auke, kuhu sisse pugeda.<sup>78</sup> Kuigi pesa kõrval oli ka muid varjendivõimalusi, näiteks kiviktaimla, puuoksad, kompostihunnik, ehitusmaterjalide kuhjad ja vana tamm, siis otsustasid ämblikud valida oma elukohaks just minu disainitud pesad.

---

77 “Pesitsusraadio 17. saade. Ämblikest. Külas on arahnoloog Mart ...” 10 May. 2021, <https://www.youtube.com/watch?v=TJx4vMNpud4>. (vaadatud 19.03.23)

78 Mart Meriste, suuline vestlus arahnoloogiga, 24.03.23. Märkmed autori valduses





ill 30. Keraamilise pesa käigu ees olev võrk

## 6. Järeldus

Loodus on ettearvamatu ja selle toimimist ei saa inimene oma praegustele kogemustele toetudes mõjutada. Magistritöö võimaldas mul saada uusi kogemusi ja näha materjali, vormi ja keskkonna vahelisi seoseid teise liigi perspektiivist. Kuigi erakmesilased ei valinud 2022. aasta suvel keraamilist pesa oma järglastele elukohaks, ei tähenda see, et tulevastel kevad- ja suvekuudel seda ei juhtuks. Arvestades, et pesa ei olnud ülesse pandud kevade alguses, vaid suvel, siis võis ka enamik erakmesilasi olla selleks perioodiks oma pesaotsingud juba lõpetanud. Eestis on erakmesilase liike, kes on aktiivsed just kevadel<sup>79</sup>.

Minu tööga sarnaseid uurimusi objektis elutsevate putukaliikide kohta on tehtud langenud puudega, jälgides liiginimestiku muutumist puu tüves ja ümbruses<sup>80</sup>. Nende tulemused näitavad, et eri hetkedel on puu varje- või pesapaigaks mitmele putukaliigile ning puu sees elav liik vahetub pidevalt<sup>81</sup>. Mart Meriste tõi minuga vestledes välja, et tema kogemusel on ühe ja sama keskkonna jälgimisel tihti näha, et liiginimestik varieerub vastavalt aastale või isegi aastaajale<sup>82</sup>. Nimetatud põhjustel ei saa ma 2022. aasta suve tulemuste põhjal olla kindel, kas ämblikud ka tulevikus minu loodud pesasse elama tulevad. Saan vaid öelda, et mu disainist oli 2022. aasta suveperioodil erinevatele ämblikuliikidele kasu ning tulevikus võib selles pesas elada ka teisi putukaliike.

Mitte-inimkeskne lähenemine näitas mulle keraamilise materjali mitmekülgust ning pani mind hindama selle loomulikke omadusi, nagu poorsus ja vastupidavus kuumusele. Tänu erakmesilase pesa asukoha nõuetele sain ma omandada ja rakendada uusi tehnikaid keraamilise objekti loomisel ning vaadelda hiljem selle vormi suhet looduse ja selles leiduvate organismidega. Väljakutses luua mitte-inimekeskne disainiobjekt pidin arvestama nähtustega, millele ma ei olnud varem tähelepanu pööranud, näiteks vihmavee voolamisele erinevatel vormidel ja taimestiku mitmekesisule objekti asukoha ümbruses. Samas näitas töö protsess mulle ka seda, kui piiratud on inimese võime ette kujutada, milline on teise olendi perspektiiv. Saab vaid oletada, mida loodus vajab, ning lahendust katsetades näha, kas see toimib.

---

79 Villu Soon, suuline vestlus entomoloogiga, 03.12.21. Märkmed autori valduses.

80 Maser, C. and Trappe, J. (1984). Seen and unseen world of the fallen tree. USDA Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, General Technical Report PNW-164, 56 pp.

81 Maser, C. and Trappe, J. (1984). Seen and unseen world of the fallen tree. USDA Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, General Technical Report PNW-164, 56 pp.

82 Mart Meriste, suuline vestlus arahnoloogiga, 24.03.23. Märkmed autori valduses





# Kokkuvõte

Tegelesin magistritöös mitte-inimkeskse disaini lahti mõtestamise ja praktikas rakendamisega. Töö jaotub uurimistöö kujul eel- ja praktiliseks tööks. Eeltöö käigus otsisin mitte-inimkeskse disaini seoseid mitte-antropotsentrismi, inimvälise disaini, kriitilise posthumanismi ning semiootika ja filosoofia valdkondade vahel. Valmistudes ette praktiliseks osaks, tegin põhjaliku analüüsi valitud sihtrühma ehk õõnsustes pesitsevate erakmesilaste kohta. Keskendusin erakmesilase loodusliku elukeskkonna tingimustele, vajadustele ja nende rollile ökosüsteemis, lähtudes bioloogia tekstidest ja uurimustöödest ning enda vestlusest entomoloog Villu Soonega.

Praktilise töö käigus koostasid esimesed joonised ja maketid, mis arenesid edasi lõplikuks vormiks. Kogutud info põhjal järeldasin, et pesa peab olema piisavalt poorne, et pesakambritesse ei jääks vastsetest tulenev niiskus kinni, olles samal ajal ka välise niiskuse eest kaitstud. Samuti oli tähtis materjali puhastatavus, et vähendada haiguste levikut ja pesa võimalust muutuda ökoloogiliseks lõksuks. Materjaliks valisin madalkuumussavi, kuna selle omadused tundusid erakmesilaste elukoha nõuete ja vajadustega hästi sobivat. Selleks, et pesal säiliks vajalikud omadused, pidin rakendama mitmeid tehnilisi lähenemisi: CNC freesimist, et saada võimalikult täpne mudel, ning kombineeritud vormi silikoonist ja kipsist, et detailset objekti oleks võimalik savist taastoota.

Keraamilise pesa asetasin katsetamiseks oma Laulasmaa maakodu tagahoovi, arvestades erakmesilase keskkonna- ja taimeliigi nõuetega. Pesa võtsid elukohaks erakmesilaste asemel võrku kuduvad ämblikud ehk nn erakelulised ämblikud. Arahnoloog Mart Meriste abiga järeldasin küll, mis liiki ämblikud need olla võisid, kuid selle kinnitamiseks oleksin pidanud neid mikroskoobi all vaatlema. Ämblikud võisid valida minu tehtud pesa oma elukohaks mitmel põhjusel. Näiteks võis ämblikele olla atraktiivne aukude variatsioon, mis võimaldas neil leida pesakoha mugavalt omaenda suuruse järgi, ning pesa materjal ja urud sarnanevad paljude ämblikuliikide loodusliku elukohaga.

Kuigi 2022. aasta suvel elasid pesas ämblikud, ei saa selle põhjal oletada, et tegemist on ainsa liigiga, kes tulevikus seda oma pesakoha või varjendina kasutaksid. Seetõttu on võimalik minu loodud pesaga ka edasipidi katsetada, kasutades tulemusi uute mitte-inimkesksete lahenduste loomisel. Minu uurimistöö tulemus näitab, et tegemist on pesaga, millest on ämblikele kasu. Mitte-inimkeskne disain võimaldas mul vaadelda keraamikat ja looduskeskkonda uue nurga alt ning tänu sellele leidsin ka uusi materjali käsitus- ja kasutusviise.

# Summary

In my master's thesis I worked on the interpretation and practical application of non-human centered design. The work is divided into research in the form of preliminary and practical work. During the preliminary work, I searched for connections between non-anthropocentrism, beyond human-centred design, critical posthumanism, semiotics, and philosophy. In preparation for the practical work, I conducted a thorough analysis of the target group, which was solitary bees nesting in cavities. I focused on the natural environmental conditions, needs, and role of solitary bees in the ecosystem, based on biology texts and research and my conversation with entomologist Villu Soon.

During the practical work, I created initial sketches and models that developed into the final form. Based on the collected information, I concluded that the nest must be porous enough to prevent moisture from accumulating in the brood chambers, but at the same time protected from external moisture. Material cleanability was also important to reduce the spread of diseases and the potential for the nest to become an ecological trap. I chose low-temperature clay as the material, as its properties seemed to fit the requirements and needs of solitary bee habitats well. In order to maintain the necessary properties of the nest, I had to apply several technical approaches, such as CNC milling to obtain the most accurate model and a combined silicone and plaster mold so that it would be possible to reproduce the detailed object from clay.

I placed the ceramic nest in the backyard of my Laulasmaa home for testing, taking into account the environmental and plant species requirements of solitary bees. Instead of solitary bees, the nest was inhabited by net-weaving spiders, or so-called solitary spiders. With the help of arachnologist Mart Meriste, I concluded which species of spiders they might belong to, but confirming it would have required microscopic observation of those spiders. The spiders may have chosen my nest as their home for several reasons. For example, the variation of holes may have been attractive to spiders as it allowed them to find a comfortable nesting site based on their size, and the nest material and cavities resemble the natural habitat of many spider species. Although spiders lived in the nest in the summer of 2022, it cannot be said that it is the only species that would use it as their nesting site or shelter in the future. Therefore, it is possible to continue testing my created nest in the future, using the results to create new non-human centered solutions. The result of my research shows that this is a nest that benefits spiders. Non-human centered design allowed me to view ceramics and the natural environment from a new perspective, and I also found new ways of handling and using materials.

# Kasutatud kirjandus

1. Washington, H.; Piccolo, J.; Gomez-Baggethun, E.; Kopnina, H.; Alberro, H. The Trouble with Anthropocentric Hubris, with Examples from Conservation. *Conservation* 2021, 1, lk 285–298. <https://doi.org/10.3390/conservation1040022>
2. "Tuul Sepp: linn – elupaik või ökoloogiline lõks? - Lääne Elu." 13 Oct. 2020, <https://online.le.ee/2020/10/13/tuulsepp-linn-elupaik-voi-okoloogiline-loks/>. (Vaadatud 13.04.2023)
3. "Non-human - Wikipedia." <https://en.wikipedia.org/wiki/Non-human>. (Vaadatud 08.03.2023)
4. Tarcan, B., Pettersen, I.N., and Edwards, F. (2022) Making-with the environment through more-than-human design, in Lockton, D., Lenzi, S., Hekkert, P., Oak, A., Sádaba, J., Lloyd, P. (eds.), DRS2022: Bilbao, 25 June - 3 July, Bilbao, Spain. <https://doi.org/10.21606/drs.2022.347>
5. "antropotsentriline - [VSL] Võõrsõnade leksikon - EKI.ee." <https://eki.ee/dict/vsl/index.cgi?Q=antropotsentriline>. (Vaadatud 08.03.2023)
6. Washington, H.; Piccolo, J.; Gomez-Baggethun, E.; Kopnina, H.; Alberro, H. The Trouble with Anthropocentric Hubris, with Examples from Conservation. *Conservation* 2021, 1, lk 285–298. <https://doi.org/10.3390/conservation1040022>
7. Trond Gansmo Jakobsen (2017) Environmental Ethics: Anthropocentrism and Non-anthropocentrism Revised in the Light of Critical Realism, *Journal of Critical Realism*, 16:2, lk 184-199, <https://doi.org/10.1080/14767430.2016.1265878>
8. "Beyond human-centered design by Saielle DaSilva - Mind the Product." 22 Apr. 2022, <https://www.mindtheproduct.com/beyond-human-centered-design-by-saielle-dasilva/>. (Vaadatud 08.03.2023)
9. "Contemplations: Beyond Human-Centered Design - Kalon Studios US." <https://kalonstudios.com/journal/beyond-human-centered-design/>. (Vaadatud 08.03.2023)
10. ISO 9241-210:2019(E) <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-210:ed-2:v1:en> (vaadatud 08.03.23)
11. Pramod K. Nayar, *Posthumanism*, Polity Press, Cambridge, 2014 , lk 13

12. Pramod K. Nayar, *Posthumanism*, 2014 , lk 13
  
13. Wolfe, Cary. *What is Posthumanism?* University of Minnesota Press, 2010. lk xv
  
14. Deretić, Irina; Sorgner, Stefan Lorenz, eds. *From Humanism to Meta-, Post- and Transhumanism? Vol 8. Internationaler Verlag der Wissenschaften Frankfurt am Main 2016.* lk 166
  
15. Wakkary, Ronald. 2021. *Things We Could Design : For More than Human-Centered Worlds.* Chapter 1: Introduction, Chapter 8: Designing-with, lk 269 - 288
  
16. Thomas Nagel "Mis tunne on olla nahkhiir?", *Akadeemia* 8. Aastakäik 1996, number 10 (91), lk 2090-2107
  
17. Sanna Karkulehto. *Reconfiguring Human, Nonhuman and Posthuman in Literature and Culture - Chapter 12 Cyborganic Wearables. Sociotechnical Misbehavior and the Evolution of Nonhuman Agency* by Patricia Flanagan and Raune Frankjær
  
18. Marcel Proust. *In Search of Lost Time. The complete masterpiece.* Modern Library ebook edition. leheküljed nummerdamata (lingi kaudu minnes lk 2886 - kuid tegemist ei ole ametliku lk numbriga)
  
19. *Biosemiotic Perspectives on Language and Linguistics.* (2015). *Biosemiotics.* <https://doi.org/10.1007/978-3-319-20663-9>
  
20. Brier, Søren. (2006). *Biosemiotics.* <https://doi.org/10.1016/B0-08-044854-2/01396-1>
  
21. Kull, K. (2014). *Zoosemiotics is the study of animal forms of knowing.* *Semiotica*, 2014 (198). <https://doi.org/10.1515/SEM-2013-0101>
  
22. Jakob von Uexküll. (2012) „Omailmad”. Koostajad Kalevi Kull ja Riin Magnus. Tõlkinud Mari Tarvas ja Krista Räni. Ilmamaa „Eesti mõtteloo” sari, Tartu.
  
23. Tim Ingold "Semifoobi pihtimused", *Acta Semiotica Estica XVI* (2019), lk 190-193
  
24. International Union for the Conservation of Nature (IUCN) *European Red List of Bees.* Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014.

25. Villu Soon. Eesti mesilased. Eesti Loodus. Loodusajakiri. 70. aastakäik Nr 6, juuni 2019. Lk 24-28
26. Määratlus "seltsinguline mesilane" on võetud Eesti loodus EL 2006/3 artiklist "Elektriliinide alused ja metsasihid elurikkaks" [http://vana.loodusajakiri.ee/eesti\\_loodus/artikkel1427\\_1409.html](http://vana.loodusajakiri.ee/eesti_loodus/artikkel1427_1409.html) (vaadatud 19.03.23)
27. Batra, Suzanne W. T. "Solitary Bees." *Scientific American* 250, no. 2 (1984). lk 120–27. <http://www.jstor.org/stable/24969305>.
28. Bryan N. Danforth, Robert L. Minckley, John L. Neff. *The Solitary Bees. Biology, Evolution, Conservation 2019, Chapter 2*, lk 24-36
29. Navkiran Kaur and Amritpal Singh Kaleka. *Diversity, Importance and Decline of Pollinating Insects in Present Era (2022)* DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.100316>
30. Klein, A.-M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1608), lk 303–313. <https://doi.org/10.1098/RSPB.2006.3721>
31. Bryan N. Danforth, Robert L. Minckley, John L. Neff. *The Solitary Bees. Biology, Evolution, Conservation 2019, Chapter 2*, lk 330-337
32. Vaughan, M., Hopwood, J., Lee-Mäder, E., Shepherd, M., Kremen, C., Stine, A., & Black, S. H. (2008). *Farming for Bees. The Xerces Society*. lk 7
33. Garibaldi, Lucas & Carvalheiro, Luísa & Leonhardt, Sara & Aizen, Marcelo & Blaauw, Brett & Isaacs, Rufus & Kuhlmann, Michael & Kleijn, David & Klein, Alexandra & Kremen, Claire & Morandin, Lora & Scheper, Jeroen & Winfree, Rachael. (2014). From research to action: Enhancing crop yield through wild pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment. Front Ecol Environ*; 12(8): 439–447, <https://doi.org/10.1890/130330>
34. Blitzer, E. J., Gibbs, J., Park, M. G., & Danforth, B. N. (2016). Pollination services for apple are dependent on diverse wild bee communities. *Agriculture, Ecosystems Environment*, 221, 1–7. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2016.01.004>
35. Klein, A.-m. (2003). Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. lk 955– 961.



36. Bryan N. Danforth, Robert L. Minckley, John L. Neff. The Solitary Bees. *Biology, Evolution, Conservation* 2019, Chapter 12, lk 302-317
37. Vaughan, M., Hopwood, J., Lee-Mäder, E., Shepherd, M., Kremen, C., Stine, A., & Black, S. H. (2008). *Farming for Bees*. The Xerces Society. lk 7
38. Cane, James H.; Neff, John L. 2011. Predicted fates of ground-nesting bees in soil heated by wildfire: Thermal tolerances of life stages and a survey of nesting depths. *Biological Conservation*. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.07.019>
39. Bryan N. Danforth, Robert L. Minckley, John L. Neff. The Solitary Bees. *Biology, Evolution, Conservation* 2019, Chapter 6, lk 104-145
40. Gathmann, Achim & Tschardt, Teja. (2002). Foraging ranges of solitary bees. *Journal of Animal Ecology*. 71. lk 757 - 764. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.12.003>
41. Stone, Graham. (1990). *Endothermy and thermoregulation in solitary bees*. Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy, University of Oxford
42. Villu Soon, suuline vestlus entomoloogiga, 03.12.21. Märkmed autori valduses.
43. Bryan N. Danforth, Robert L. Minckley, John L. Neff. The Solitary Bees. *Biology, Evolution, Conservation* 2019, Chapter 14, lk 341-346
44. Bryan N. Danforth, Robert L. Minckley, John L. Neff. The Solitary Bees. *Biology, Evolution, Conservation* 2019, Chapter 11, lk 264
45. Kline, Olivia, and Neelendra K. Joshi. 2020. "Mitigating the Effects of Habitat Loss on Solitary Bees in Agricultural Ecosystems" *Agriculture* 10, no. 4: 115. <https://doi.org/10.3390/agriculture10040115>
46. Antoine, C.M. and Forrest, J.R.K. (2021), Nesting habitat of ground-nesting bees: a review. *Ecol Entomol*, 46:143-159. <https://doi.org/10.1111/een.12986>
47. Bryan N. Danforth, Robert L. Minckley, John L. Neff. The Solitary Bees. *Biology, Evolution, Conservation* 2019, Chapter 6, lk 105

48. Bryan N. Danforth, Robert L. Minckley, John L. Neff. The Solitary Bees. Biology, Evolution, Conservation 2019, Chapter 6, lk 124 - 130
49. Rozen, Jerome G.; Eickwort, George C. (1997). "The Entomological Evidence". Journal of Forensic Sciences. 42(3): 14136J. doi:10.1520/JFS14136J.
50. Villu Soon, suuline vestlus entomoloogiga, 03.12.21. Märkmed autori valduses
51. "Brighton bee bricks initiative may do more harm than good, say ...." 18 Jan. 2022, <https://www.theguardian.com/environment/2022/jan/18/brighton-bee-bricks-initiative-may-do-more-harm-than-good-say-scientists>. (vaadatud 19.03.23)
52. Mart Meriste, suuline vestlus arahnoloog, 24.03.23. Märkmed autori valduses
53. Wcislo, W.T. Parasitism rates in relation to nest site in bees and wasps (Hymenoptera: Apoidea). J Insect Behav 9, 643–656 (1996). <https://doi.org/10.1007/BF02213885>
54. Dolezal AG, Hendrix SD, Scavo NA, Carrillo-Tripp J, Harris MA, Wheelock MJ, et al. (2016) Honey Bee Viruses in Wild Bees: Viral Prevalence, Loads, and Experimental Inoculation. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166190>
55. Martin Steffner, suuline vestlus mesinikuga, 21.03.22. Märkmed autori valduses.
56. Meelis Uustal. Mesilaspesilad sumisevad rohkem kui putukahotell. Eesti Loodus. Loodusajakiri. 73. aastakäik Nr 5, mai 2022. Lk 52 - 55
57. Villu Soon, suuline vestlus entomoloogiga, 03.12.21. Märkmed autori valduses.
58. Fauria K., Campan R. Do solitary bees *Osmia cornuta* Latr. and *Osmia lignaria* Cresson use proximal visual cues to localize their nest? J. Insect Behav. 1998;11, lk 649–669. <https://doi.org/10.1023/A:1022394708973>
59. Fauria K., Campan R., Grimal A. Visual marks learned by the solitary bee *Megachile rotundata* for localizing its nest. Anim. Behav. 2004;67:523–530. doi: 10.1016/j.anbehav.2003.06.002.

60. "Complete Guide To Solitary Bees | Blue Orchard Mason | Cocoons." 27 Sept. 2021, <https://www.youtube.com/watch?v=xUwTwGJ0G2A>. (vaadatud 19.03.23)
61. Christman, K., Shaw, R. and Hodsdon, L. (2022) 'The Bee Brick: building habitat for solitary bees', Int. J. Sustainable Design, Vol. 4, Nos. 3/4, pp.285–304.
62. "Do bee bricks work in the fight to save the bees? - Reader's Digest." 22 Feb. 2023, <https://www.readersdigest.co.uk/lifestyle/environment/do-bee-bricks-work-in-the-fight-to-save-the-bees>. (vaadatud 19.03.23)
63. Leo Rohlin "Keraamika käsiraamat" Eesti Kunstiakadeemia, Eesti Disainikeskus (2012), lk 263
64. Leo Rohlin "Keraamika käsiraamat" lk 158
65. Leo Rohlin "Keraamika käsiraamat" lk 157
66. Martin Steffner, suuline vestlus mesinikuga, 21.03.22. Märkmed autori valduses.
67. "0552: Pottery Passion by GOERG & SCHNEIDER." <https://www.potterypassion.com/products/0552>. (vaadatud 19.03.23)
68. Tarvo Porroson, suuline vestlus metallikunstnikuga, 06.05.22. Märkmed autori valduses.
69. Karin Kalman, suuline vestlus keraamiku, EKA õppejõuga, 18.04.22. Märkmed autori valduses.
70. Madis Kaasik, meilivahetus, vestlus ja juhendamine prototüüpimise labori juhatajaga, 19.04.22 - 05.06.22 Märkmed autori valduses.
71. Anatoli Movileanu, vestlus ja juhendamine keraamik, kipsitöö meistriga, 07.06. ; 12.06. ; 13.06.22. Märkmed autori valduses.
72. Villu Soon, suuline vestlus entomoloogiga, 03.12.21. Märkmed autori valduses
73. Mart Meriste, suuline vestlus arahnoloogiga, 24.03.23. Märkmed autori valduses

74. "Selgus majja majaämblikega | Loodus - Novaator - ERR." 14 May. 2019, <https://novaator.err.ee/939377/selgus-majja-majaamblikega>. (vaadatud 24.03.23)
75. Mart Meriste, suuline vestlus arahnoloogiga, 24.03.23. Märkmed autori valduses
76. Mart Meriste, suuline vestlus arahnoloogiga, 24.03.23. Märkmed autori valduses
77. "Pesitsusraadio 17. saade. Ämblikest. Külas on arahnoloog Mart ...." 10 May. 2021, <https://www.youtube.com/watch?v=TJx4vMNpud4>. (vaadatud 19.03.23)
78. Mart Meriste, suuline vestlus arahnoloogiga, 24.03.23. Märkmed autori valduses
79. Villu Soon, suuline vestlus entomoloogiga, 03.12.21. Märkmed autori valduses.
80. Maser, C. and Trappe, J. (1984). Seen and unseen world of the fallen tree. USDA Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, General Technical Report PNW-164, 56 pp.
81. Maser, C. and Trappe, J. (1984). Seen and unseen world of the fallen tree. USDA Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, General Technical Report PNW-164, 56 pp.
82. Mart Meriste, suuline vestlus arahnoloogiga, 24.03.23. Märkmed autori valduses

# Illustratsioonide allikad

ill 1. Näited mesilashotellidest

Pilt A: "A Solitary Bee Hotel and the Joy of Just Drilling." 22 Aug. 2022 <https://www.popularwoodworking.com/projects/a-solitary-bee-hotel-and-the-joy-of-just-drilling/> (Vaadatud: 05.04.2023)

Pilt B: "Solitary Bee House | Bee Hotel | Simon King Wildlife Shop." <https://www.simonkingwildlife.com/shop/bees-insects/solitary-bees/solitary-bee-hive/> (Vaadatud: 05.04.2023)

Pilt C: Autori isiklik pilt, Pildistas: Karola Rianne Mahhova-Reinholm

Pilt D: "Green&Blue | Sustainable products for nature | British Made." <https://www.greenandblue.co.uk/> (Vaadatud: 05.04.2023)

ill 16. Mudeli katusetükki läbivast august vormi võtmine. Pildistas: Anatoli Movileanu

ill 17. Mudeli ettevalmistamine kipsi valamiseks. Pildistas: Anatoli Movileanu

Kõik pildid ja joonised tegi Karola Rianne Mahhova-Reinholm, kui ei ole märgitud teisiti.

