



**Cathy- Lisanna Pilt, Hanna-Marie Vabaoja**

# **MIKROMAJA DISAIN**

Lõputöö

Tehnoloogia ja ringmajanduse instituut  
Tööstustehnoloogia ja turunduse õppekava  
Juhendaja: Vello Lillemets

Tallinn 2022

## **Autori deklaratsioon ja lihtlitsents**

Meie, Cathy- Lisanna Pilt, Hanna-Marie Vabaoja,

tõendame, et lõputöö on meie kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autoritele ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Juhendaja Vello Lillemets (allkirjastatud digitaalselt)

Lõputöö on kaitsmisele lubatud tehnoloogia ja ringmajanduse instituudi direktori korraldusega nr 1-14/59 (kuupäev digiallkirjas)

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Meie, Cathy- Lisanna Pilt,

Hanna-Marie Vabaoja,

sünnikuupäev: 13.07.1999, 13.10.1998

anname Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

### **Mikromaja disain**

1. reprodutseerimiseks paberkandjal kõrgkooli raamatukogus avaldamise ja säilitamise eesmärgil;
2. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
3. kui lõputöö avaldamisele on instituudi direktori korraldusega kehtestatud tähtajaline piirang, lõputöö avaldada pärast piirangu lõppemist.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et:

1. lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi;
2. PDF-failina esitatud töö vastab täielikult kirjalikult esitatud tööle.

Tallinnas (allkirjastatud digitaalselt, kuupäev digiallkirjas)

# SISUKORD

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| SISSEJUHATUS .....                                      | 5  |
| 1. MIKROMAJA .....                                      | 6  |
| 1.1 Mikromaja plussid ja miinused .....                 | 6  |
| 1.2 Mikromajade levik .....                             | 7  |
| 2. MIKROMAJA TURG EESTIS .....                          | 9  |
| 2.1 Sihtrühm .....                                      | 9  |
| 2.2 Populaarsemad Mikromajade tootjad Eestis .....      | 10 |
| 2.2.1 Jaanus Orgsaar .....                              | 10 |
| 2.2.2 Kärg off the Grid Cabin .....                     | 10 |
| 2.2.3 T1House OÜ .....                                  | 11 |
| 2.2.4 Kodasema OÜ .....                                 | 12 |
| 3. MIKROMAJA LOOMISE PLAAN .....                        | 13 |
| 3.1 Toote arendus .....                                 | 13 |
| 3.2 Põrandatalastik .....                               | 15 |
| 3.2.1 Ehitusterase omadused .....                       | 16 |
| 3.3 Seinte talastik .....                               | 16 |
| 3.4 Katuse karkass .....                                | 17 |
| 3.4.1 Alternatiiv materjal teraskonstruktsioonile ..... | 19 |
| 3.5 Maja soojustamine .....                             | 19 |
| 3.5.1 Seinte soojustamine .....                         | 19 |
| 3.5.2 Põranda soojustamine .....                        | 23 |
| 3.5.3 Katuse soojustamine .....                         | 24 |
| 3.6 Miks päikesepaneelid? .....                         | 25 |
| 3.7 Päikesepaneelidest katus .....                      | 25 |
| 3.7.1 Katuse lumekoormus .....                          | 26 |
| 3.8 Mikromaja energia tarbimine .....                   | 27 |
| 4. DISAINILAHENDUS SISERUUMIDES .....                   | 28 |
| 4.1 Eluruumid .....                                     | 28 |
| 4.2 Köök .....                                          | 29 |
| 4.2.1 Köögi lahendus .....                              | 31 |
| 4.3 Elutuba .....                                       | 32 |

|     |                                                |    |
|-----|------------------------------------------------|----|
| 4.4 | Esik .....                                     | 36 |
| 4.5 | Pesuruum.....                                  | 38 |
| 4.6 | Magamislavats .....                            | 40 |
| 5.  | MIKROMAJA VÄLINE DISAINLAHENDUS .....          | 42 |
| 5.1 | Terrass.....                                   | 42 |
| 5.2 | Lükanduksed .....                              | 44 |
| 5.3 | Välisuks.....                                  | 46 |
| 5.4 | Väline panipaik .....                          | 47 |
| 6.  | MIKROMAJA TEISALDAMINE.....                    | 50 |
| 7.  | MIKROMAJA LIGIKAUDNE MAKSUMUS .....            | 51 |
| 8.  | UURIMUSE LÄBIVIIMINE JA KÜSITLUSTULEMUSED..... | 54 |
| 8.1 | Metoodika .....                                | 54 |
| 8.2 | Tulemused.....                                 | 54 |
|     | KOKKUVÕTE .....                                | 58 |
|     | SUMMARY .....                                  | 59 |
|     | VIIDATUD ALLIKAD .....                         | 60 |
|     | Lisa 1. Küsimustik .....                       | 64 |

## SISSEJUHATUS

Tänapäeval koguvad aina populaarsust mikromajad. Varasemalt hinnati majade puhul rohkem suurust ning siseruumide avarust, kuid tänapäeva linlane soovib looduslähedast, jõukohast, mobiilset ning kokkuhoidlikku suvemaja, kuhu linnakära ja kohustuste eest põgeneda. Lisaks on ehituspiiranguga krunte palju ning nende hinnad on soodsamad. Autorid märkasid nii linnapilti kui ka loodusesse ehitatud väikemaju, kuid leidsid, et need pole piisavalt praktiliselt lahendatud, mis tõttu tekkis idee mikromaja planeeritud pind võimalikult praktiliseks ning kokkuhoidlikuks disainida.

Lõputöö teema on Mikromaja disain, mis keskendub praktiliste lahenduste välja töötamisele ning ruumi kokkuhoiu printsiibile. Mikromaja disain lahendused luuakse algselt vastavalt autorite vajadustele, kuid hiljem on võimalik maja kohandada vastavalt potentsiaalse kliendi vajadustele ning võimalus maja ka masstootmiseks ette valmistada.

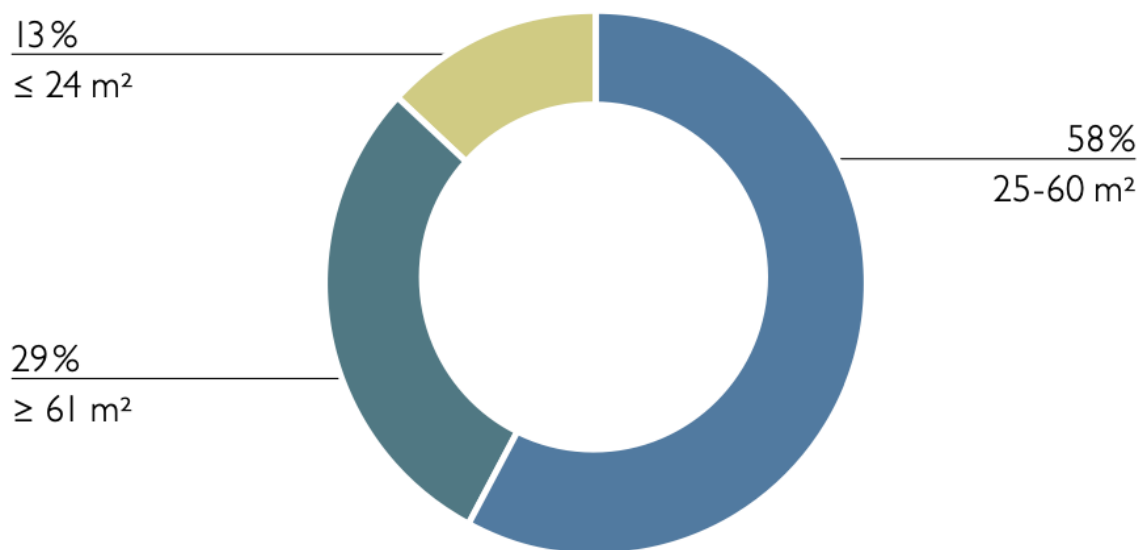
Autorite eesmärgiks on luua mikromaja inimesele, kes eelistab lihtsaid, kuid praktilisi lahendusi, mida oleks odavam ja lihtsam ehitada kui elumaja puhul. Mikromaja annaks siiski inimesele võimaluse olla looduslähedasem, kokkuhoidlikum ning põgeneda linnakära eest. Disain lahendustel lähtuvad autorid ehitusseadustiku piirangust, mis ei nõua alla 20,0 m<sup>2</sup> ehitisealuse pindalaga ehitiste püstitamisel ehitusluba ega detail planeeringut.

Töö põhiosa koosneb kaheksast peatükist, mis sisaldab mikromaja olemuse lahti selgitamist, sihtrühma välja selgitamist ja toote arenduse protsesse. Mikromaja loomise protsessis käsitletakse erinevate ruumide disaini ning praktilisi lahendusi, mis lähtuvad sihtrühma ning autorite vajadustest.

# 1. MIKROMAJA

Mikromaja on olemuselt väiksem maja, mille eesmärk on maksimeerida ruumi kasutust ning samal ajal leida sellega koos lahendusi, kuidas jäätmete ning majapidamise keskkonnajalajälge minimeerida. [1] Levinumad mikromaja mõõtmed jäävad vahemikku 25 ruutmeetrit kuni 60 ruutmeetrit (Tabel 1) ning tihti on mikromajad liigutatavad. Mikromaja hinnad sõltuvad väga paljuski inimese vajadustest. Kõige odavamad mikromajad möbleerituna maksavad ligikaudu 25 000 eurot, kuna ruutmeetreid on vähe, siis energiakulud jäävad samasse vahemikku, mis on samaväärsel korteril. [2]

Tabel 1. Levinumad Mikromaja mõõdud Euroopas



## 1.1 Mikromaja plussid ja miinused

Mikromaja plussid:

1. odavam ehitada;
2. alla 20 m² pindalaga maja ei vaja ehitusluba;
3. ehitamiseks kulub vähem aega;
4. loodussõbralik;
5. ülalpidamise kulud on väiksemad;

## 6. teisaldatav.

Autorid nõustuvad eelmainitud plussidega, kuid leiavad, et kasutaja prioriteedid varieeruvad olenevalt inimese majanduslikust olukorrast ja vajadustest. Mõne kasutaja jaoks võib olulisem olla hind, kuid mõni keskendub rohkem loodussõbralikkuse aspektile. Samuti hetkel kiiresti muutuv majanduses kõiguvad materjali hinnad igapäevaselt ning seetõttu võib maksumus olla muutuv.

Mikromaja miinused [3]:

1. ruumi kasutust tuleb paremini planeerida;
2. tuleb rohkem arvestada keskkonnateguritega;
3. eritellimus mööbel;
4. tuleb teha rohkem kompromisse maja planeerimisel.

Samuti nagu plusside puhul, leiavad autorid, et ei saa kõigega nõustuda. Autorid mõistavad, et tuleb teha kompromisse, kuid hea disaini korral saab kompromisside mõju minimeerida.

## 1.2 Mikromajade levik

Väikeste majade levik sai alguse 1000 aastat enne meie aja arvamist ning tänapäeval on mikromajad populaarsed eelkõige eluaseme kriiside ning suurenenud keskkonnaprobleemide tõttu. Mikromajad on kõige populaarsemad Ameerika Ühendriikides ning Euroopas, kuid viimastel aastatel on hakanud levima ka Austraalias ning Uus-Meremaal. Paljusi on sellele kaasa aidanud sotsiaalmeedia, tänu millele on mikromaja kontseptsioon jõudnud rohkemate inimesteni.

Ameerika Ühendriikides suurenes mikromajade levik peale 2008. aasta ülemaailmsel majanduskriisi.

Mõiste „väike maja” sai oma definitsiooni 2002. aastal kui loodi *Small House Society* kogukond ning selle eesmärk oli tutvustada inimestele mikromaju ning näidata, kuidas oleks võimalik ökonoomsemalt elada aga majanduskriisist ajendatult olid inimesed hädas kodulaenude tagasimaksetega ja tuli leida odavam alternatiiv ning just see põhjustas mikromajade populaarsuse kiire kasvu. [5]

Hakkas levima “Vajaliku suuruse määramise” trend [4], mis ei keskendunud enam võimalikult suure maja ehitamisele, vaid vastavalt oma tegelikele vajadustele.

Euroopas sai mikromajade levik alguse Ameerikast tuleva liikumisega. Üheks suurimaks leviku põhjuseks Euroopas on suur eluaseme puudus linnades. Seda mõjutavad oluliselt linnastumine ning rahvastiku kasv. Üürihinnad kasvavad, kuna nõudlus on suur ning uusi elamuid ei ehitata nii kiiresti

juurde, lisaks krundid muutuvad aina kallimaks. Teiseks oluliseks asjaoluks on inimeste soov olla looduslähedasem ning eemal mürarikkast linna elust. Hetkel ehitatakse mikromaju kõige rohkem: Austrias, Taanis, Eestis, Soomes, Saksamaal, Itaalias, Lätis, Poolas, Rootsis, Leedus, Šveitsis, Sloveenias ning Suurbritannias.

## 2. MIKROMAJA TURG EESTIS

### 2.1 Sihtrühm

Töö autorid leiavad, et mikromaja peamiseks kasutajaks on eraklient, kes soovib looduslähedast suvemaja, mis oleks madalate ülalpidamiskuludega, mobiilne ning loodussõbralik. Mikromaja esmane eesmärk on pakkuda inimesele jõukohane elamispind, mis sisaldab kõike eluks vajalikku.

Mikromaja kasutaja on inimene, kes eelistab lihtsust ning kompaktsust. Eesmärgiks on kodu endale maksimaalselt praktiliseks muuta, lisakulutusi tegemata. Kulude kokkuhoidmiseks kasutada päikeseenergiat elektri tootmiseks. Kasutajaks sobivad nii väiksed pered kui ka üksikud inimesed.. Üheks oluliseks põhjuseks, miks mikromaja kasutajaks sobib ka noor inimene on maja hind. Aastatega on ehitushinnad oluliselt kallinenud (Tabel 2), kuid mikromajaga suudetakse üleliigseid kulusi minimeerida. Samuti on aastatega kallinenud ka valmis elamute hinnad (Tabel 3), mille tõttu paljud noored peavad neid üürima, sest rahaliselt pole võimalik maja soetada.

Tabel 2. Ehitushinnaindeksi muutus võrreldes eelmise aastaga [6]

|      | <b>Eramuindeks</b> | <b>Korruselamuindeks</b> |
|------|--------------------|--------------------------|
| 2017 | 1,3                | 1,0                      |
| 2018 | 1,9                | 2,8                      |
| 2019 | 2,1                | 1,9                      |
| 2020 | 0,4                | 0,6                      |

Tabel 3. Eluaseme hinnaindeksi muutus võrreldes eelmiste aastatega [7]

|      | <b>Kokku</b> |
|------|--------------|
| 2017 | 5,5          |
| 2018 | 5,9          |
| 2019 | 7,0          |
| 2020 | 6,0          |

Paljudel kruntidel ei ole võimalik ehitusluba taodelda, mis annab mikromaja omanikule eelise endale soetada ehituspiirangutega krundi, millel puudub detailplaneeringu kohustus. [8] Lisaks sellele on mikromaja kasutajale oluline keskkonnasõbralikkus ning tema eesmärk on enda ökoloogilist jalajälge vähendada, elades kokkuhoidlikumalt ning keskkonnasõbralikumalt.

## 2.2 Populaarsemad Mikromajade tootjad Eestis

Euroopas on mikromajade tootjaid umbkaudu kaheksakümmend, millest paarkümmend asuvad Eestis. Autorite silmis suurimateks konkurentideks on järgnevad ettevõtted.

### 2.2.1 Jaanus Orgsaar

Jaanus Orgsaar toodab mikromaju ning mööblit. Tema tehtud disainid on inspireeritud looduse geomeetriast.

Kollektsiooni kuulub kolm maja [9]:

1. Mikromaja Noa, 21m<sup>2</sup>;
2. Nomaad (kasvuhoone), 6 x 3,7 m;
3. Zome Jurta, mõõdud 6 x 3,8 m.

### 2.2.2 Kärg off the Grid Cabin

Kärg off the Grid Cabin jaguneb kolmeks: Kärg Cabin, Kärg sauna ning Kärg mini. Kärg on mõõtmetelt samuti mikromaja, toodetakse vahemikus 12- 20 m<sup>2</sup>. Kärg paistab silma on materjali kasutuse poolest. Nimelt ei paku ükski teine ettevõtte hoonet, mis oleks nii paljudest looduslikest materjalidest valmistatud. Materjalideks peamiselt on põhuplaadid, tselluvill (soojustuse jaoks) ning puit. Looduslike materjalidega tagatakse hoones hea mikrokliima. Kärg on ka silmapaistev selle poolest, et kasutatakse päikeseenergiat, mille abi tagatakse majale elektrivarustus. Boonusena saab Kärge kergesti transportida ühest sihtpunktist teise. [10]

|                      |                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12-20 m <sup>2</sup> | Hind sõltub paljudest asjaoludest- hinna saab arvutada hinnakalkulaatori kaudu koduleheküljel. Näiteks Kärg 3.0 hind kommunikatsioonideta on 32000€ + km, ning kommunikatsioonidega 28 000+ km. |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 2.2.3 T1House OÜ

TinyOne toodab mikromaju, mis on keskkonnasõbralikud ning täielikult hooldusvabad. TinyOne põhiomadused seisnevad (Tabel 4) [11]:

- innovatiivne- maja on täielikult juhitav läbi telefoni, mis võimaldab kaug juhtimise teel maja juhtida;
- maja asukoht ei pea võimaldama kanalisatsiooni olemasolu ega elektrit, kuna majja on peidetud päikesepatareid ning spetsiaalsed reovee- ja veemahutid;
- kvaliteet- TinyOne sõnul kasutavad nad kõige kvaliteetsemaid materjale ning materjalide kvaliteedi osas järeleandmist ei tee;
- mugavus- maja on valgusküllane, mis loob hõdusa olemise;
- hooldusvaba- materjale ei ole vaja kliendil ise üle töödelda ega viimistleda, kuna eelnevalt on tehtud valik, mis tagab kvaliteedi ja kindluse;
- ajatu disain- maja on modernne, kuid samas ajatu. Sobib nii metsa kui ka linna;
- ehitusluba ei ole vaja- enamasti mikromaja puhul ehitusluba vaja pole, kuid ettevõtte on öelnud, et vajadusel aitavad dokumentatsiooniga.

Tabel 4. T1 House majad

| TinyOne 1.0                                                                              | TinyOne 1.5                                                                              | TinyOne sauna                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mõõdud: 18.75 m <sup>2</sup>                                                             | 18,75 m <sup>2</sup>                                                                     | 18,75 m <sup>2</sup>                                                                     |
| Hind: 43,900                                                                             | 48,900                                                                                   | 18,900                                                                                   |
| Kõikjal, kliendi valikul<br>Välismõõdud: 7020 x 3890 x 3600 mm (ei ole ehitusalune pind) | Kõikjal, kliendi valikul<br>Välismõõdud: 7020 x 3890 x 3600 mm (ei ole ehitusalune pind) | Kõikjal, kliendi valikul<br>Välismõõdud: 7020 x 3890 x 3600 mm (ei ole ehitusalune pind) |

## 2.2.4 Kodasema OÜ

Koda by Kodasema on loodud noorte andekate disainerite poolt, kes mõtlevad tänase probleemi üle - ülerahvastumine ning linnastumine. Koda ehituse puhul kasutatakse uusi ning innovaatilisi meetodeid, kaasates disaini, mille abil luuakse kõrge kvaliteediga maju. Koda maju iseloomustab (Tabel 5) [12]:

- innovatiivsus;
- lihtsus;
- eetilisus.

Maju saab omavahel ühendada, tänu mille saab linnakuid ehitada ning visualiseerida vastavalt klientide soovidele.

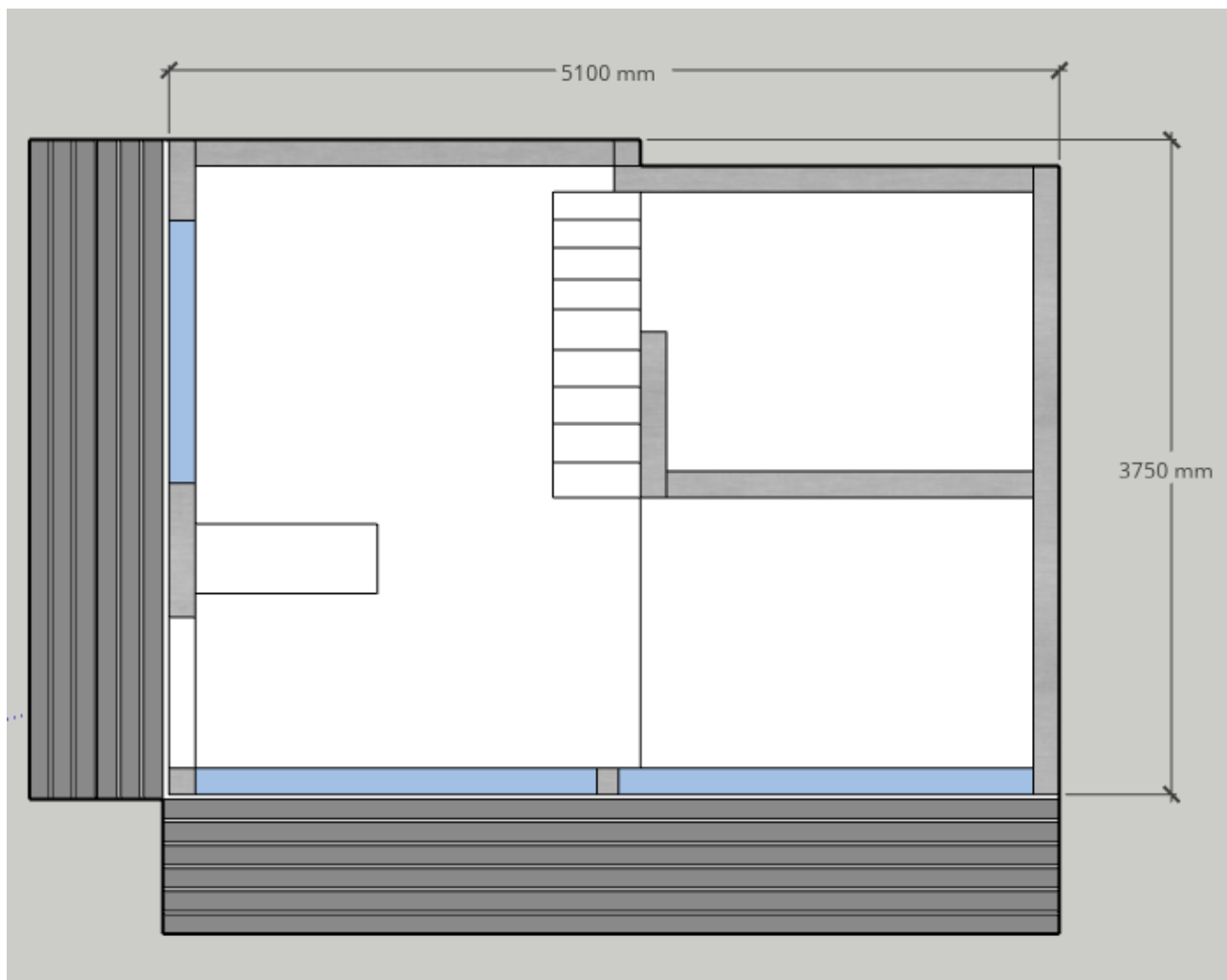
Tabel 5. Koda majad

|                 |                                                                    |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------|
| Koda Loft Micro | 18,26m <sup>2</sup> / ca 9tonni                                    |
| Koda Loft       | 26,7m <sup>2</sup> / 10 tonni                                      |
| -. extended     | 45,8m <sup>2</sup> /13 tonni                                       |
| Koda Compact    | 20,5m <sup>2</sup> / 9 tonni                                       |
| Koda Float      | 25,8m <sup>2</sup> / koos ulpiva alusega kaalub ligikaudu 40 tonni |
| Kona Concrete   | 26,2m <sup>2</sup> /26,6 tonni                                     |

### **3. MIKROMAJA LOOMISE PLAAN**

#### **3.1 Toote arendus**

Autorid järgivad Tiit Masso soovitusi raamatust „Väikemajad”, kus Masso soovib maja ehitada võimalikult lihtsa kuju ning konstruktsiooniga. [13] See aitaks säästa nii aega, raha kui ka tööjõukulu. Autorid valisid mikromaja välismõõtmeteks 3,75 x 5,1 x 3,7 meetrit. esmalt kavandatakse mikromaja ruumiplaan ning ruumide asukohad koos mõõtmetega. Samaaegselt võetakse vastu otsuseid, kuidas võiksid paikneda eluruumid võimalikult praktiliselt, et ei peaks vedama liiga pikalt torustikke. Autorite poolt loodud mikromaja omanäolisus seisneb praktilistel lahendustel, kus on võetud kasutusele maja seinad kui võimalus saada lisa ruumi ning kasutada seinu otstarbekamalt. Autorid soovivad, et elutuba ja köök oleks üks tervik, vältimaks lisa vaheseinte ehitamist ning võimaldades võimalikult avatud ruum. Eraldi jäävad majas wc-pesuruum, mis on eraldatud köögist ja elutoast vaheseintega. Teisele korrusele viib trepp, kus asub magamislavats. Läbi on mõeldud iga ruumi otstarve (Joonis 1) ning leitud lahendused, kuidas olemasolevat ruumi saaks praktilisemalt kasutada. Võimalus mikromaja kergesti teisaldada teisele krundile annab majale lisaväärtuse, muutes maja mitmeotstarbeliseks erinevatel kruntidel ilma, et peaks omama projekteerimistingimusi või ehitusluba.



Joonis 1. Mikromaja põhiplaan

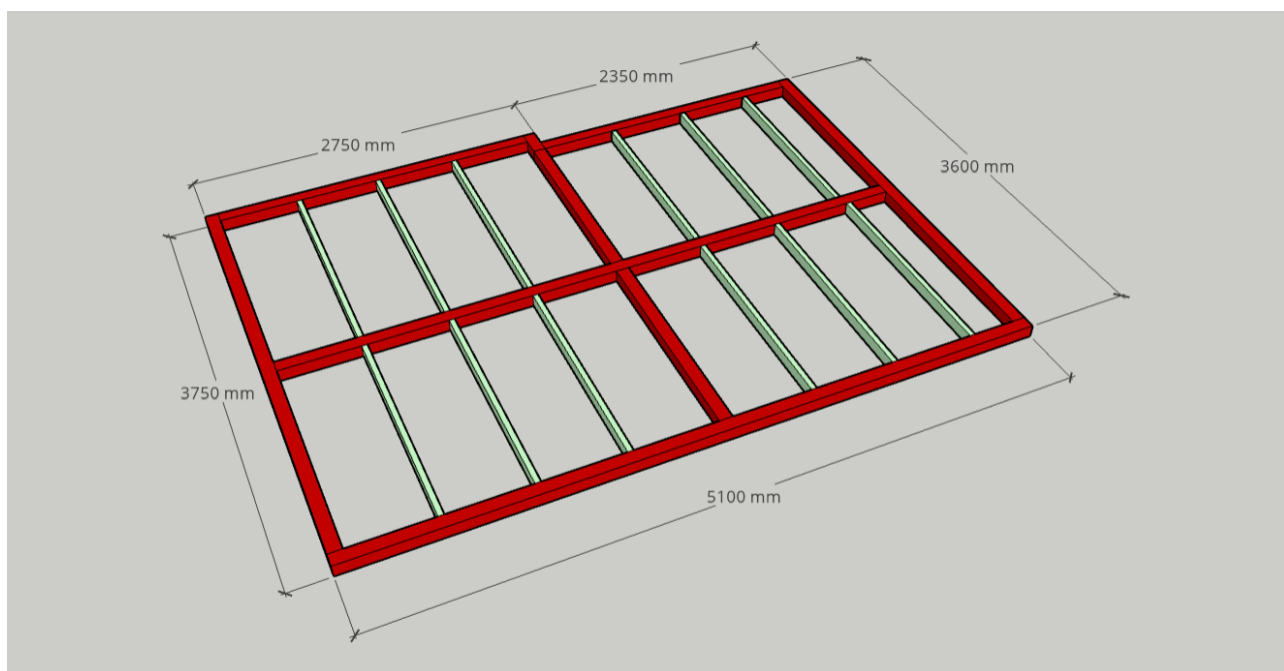
Hoone ehitus kulgeb teatud kindlate etappidena. Esimeseks etapiks tuleks majale ehitada vundament. Autorid on valinud teisaldatava mikromaja, mistõttu jääb vundamendi ehitamise etapp vahele. Mikromaja tõstetakse madalatele fibroplokkidele, mis tagavad õhu liikumise maja all ning ei lase niiskusel maja alla koguneda. Teisaldatava mikromaja esimese etapina teostatakse põranda sõrestiku kokkupanek ning seejärel alustatakse seintekarkassi ehitamisega. Järgnevalt võetakse ette katusekarkass, välisküljele lisatakse tuuletõkkeplaadid ja välisvooder ning katusele paigaldakse Solarstone päikesepaneelid. Solarstone päikesepaneelidest täiskatus tagab mikromajale tugeva katusematerjali, kuna Solarstone päikesepaneelid on kaks ühes lahendus, kus eraldi katusematerjali vaja ei ole. Tänu sellele hoitakse kokku materjali ning kulude pealt.

Kui katus on valmis, paigaldatakse maast laeni lükanduksed ning teisele korrusele aken. Pärast maja karbi valmimist järgnevad siseviimistlustööd. Vältimaks niiskust ja umbsust väiksemas majas, planeerivad autorid mikromajale sundventilatsiooni. Vee sissevoolutorud ning kanalisatsioonitorud

tulevad majja sisse kööginurgast, mis tagab minimaalse torude pikkuse. Kanalisatsiooni torud tuleb ühendada krundil olemas oleva mahutiga või nende puudumisel, kasutada ajutist kaasas kantavat mahutit. Olukorras, kus maja teisaldatakse näiteks telkimisalale tuleks kasutada telkimisalal pakutavaid lahendusi (kuivkäimla ja pesemisvõimalused).

Eluruumides on võetud eesmärgiks kasutada ära kogu ruum, läbi maksimaalsete praktiliste lahenduste. Avatud köök, esik ning elutuba loovad majja hubasuse ning muudavad ruumi avaraks. Teisele korrusele viiv multifunktsionaalne trepp aitab riideid ladustada või muid tarbeesemeid hoiustada. Trepi all asub rippuvatele riidele eraldi kapp/panipaik, kuhu on lisatud sahtlitega kapp. Magamislavats on täpselt wc-vannitoa kohal. Wc-vannitoa mõõtmeteks võtsid autorid 2250 x 1600 millimeetrit. Vannituppa mahutatakse ära dušinurk, wc-pott ja valamü koos kapiga, millele lisaks ka pealt laetav pesumasin.

### 3.2 Põrandatalastik



Joonis 2. Põrandatalastik

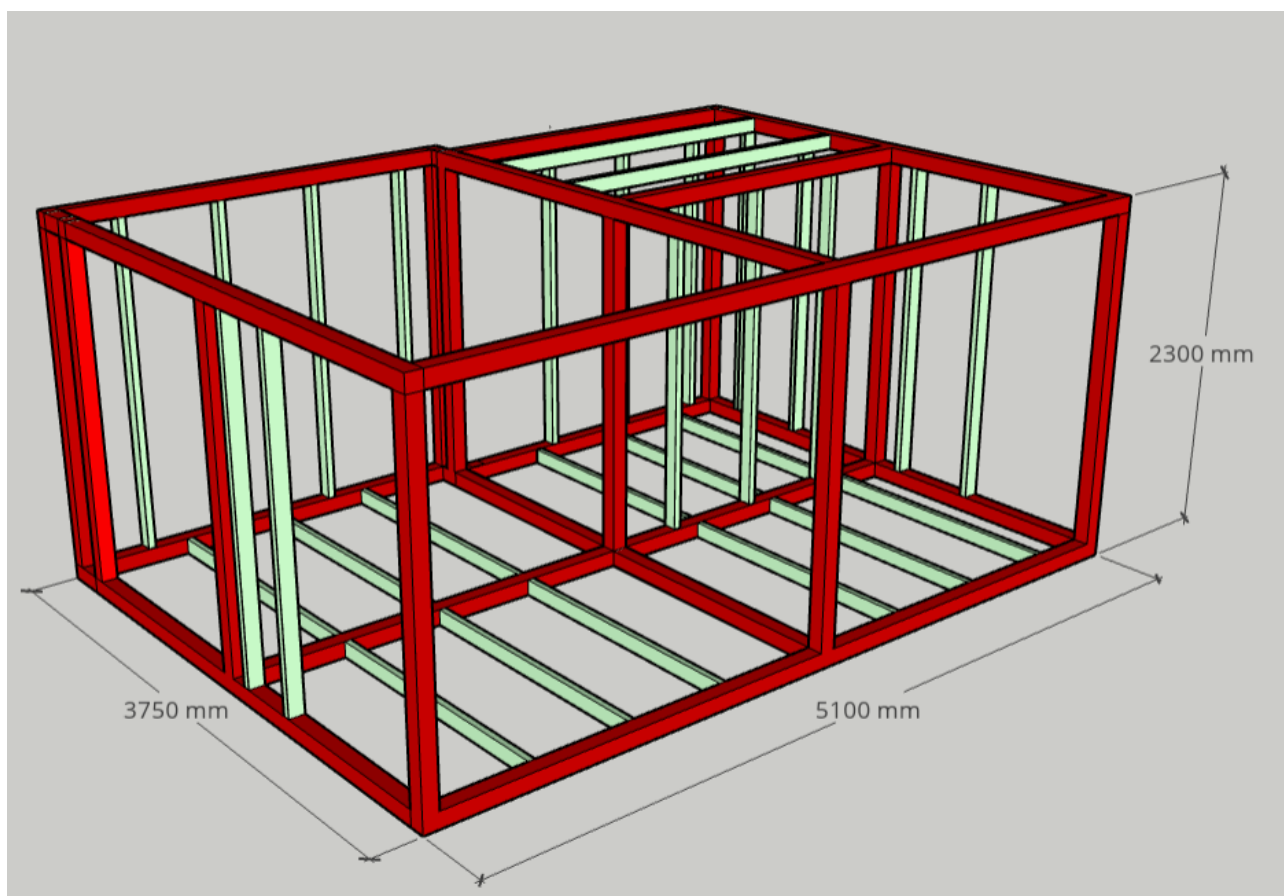
Joonisel on kuvatud põrandatalastik (Joonis 2), mis koosneb kahest erinevast terastorust. Peatalad peavad kandma nii seinte kui katuse raskust ning omavad maja karkassis väga tähtsat rolli. Punasega märgitud talad on peatalad (ematalad). Peataladeks on valitud nelikant toru mõõtmetega 100 x 100 mm, mis keevitatakse omavahel kokku. Ühe tala maksimaalne kogupikkus on 6000 mm. [14] Rohelisega märgitud sisemised kandetalad on samuti terasest. Sisemisteks kandetaladeks valisid

autorid kerged liittalad, mis paigaldatakse 600 mm sammuga. Liittalad valiti sellepärast, et võrreldes I talaga hoitakse materjali kokku 25-30%. Liittala terase elamendid painutakse külmalt ning ühendatakse kontaktkeevitusega. [15]

### 3.2.1 Ehitusterase omadused

Ehitusterasteks loetakse madallegeerteraseid. Madallegeerterastele on omane väike süsiniku sisaldus, kuni 0,22%, samuti ei sisalda väga palju legerivaid elemente. Ehituses kasutatakse keeviskonstruktsioonides mitte termotöödeldud valtsmetalli, kuna tagab vajalikud omadused keevitamiseks. Ehitusteraste kõige väärtuslikum omadus on hea keevitavus. Keevisõmbluses tuleb jälgida, et ei tekiks külma- ega kuumapragusid, mis võivad keevisõmbluse nõrgaks ning rabedaks jätta. Ehitusterase tähtsaim näitaja on T50, mis tagab terasele suure külmhapruslääve. See on vajalik, et ehituskonstruktsioon läbiks nii madalaid kui ka dünaamilisi koormusi, tänu suurele külmhaprusläävele on ehitusteras väga vastupidav ilmastiku muutustele. [16]

### 3.3 Seinte talastik

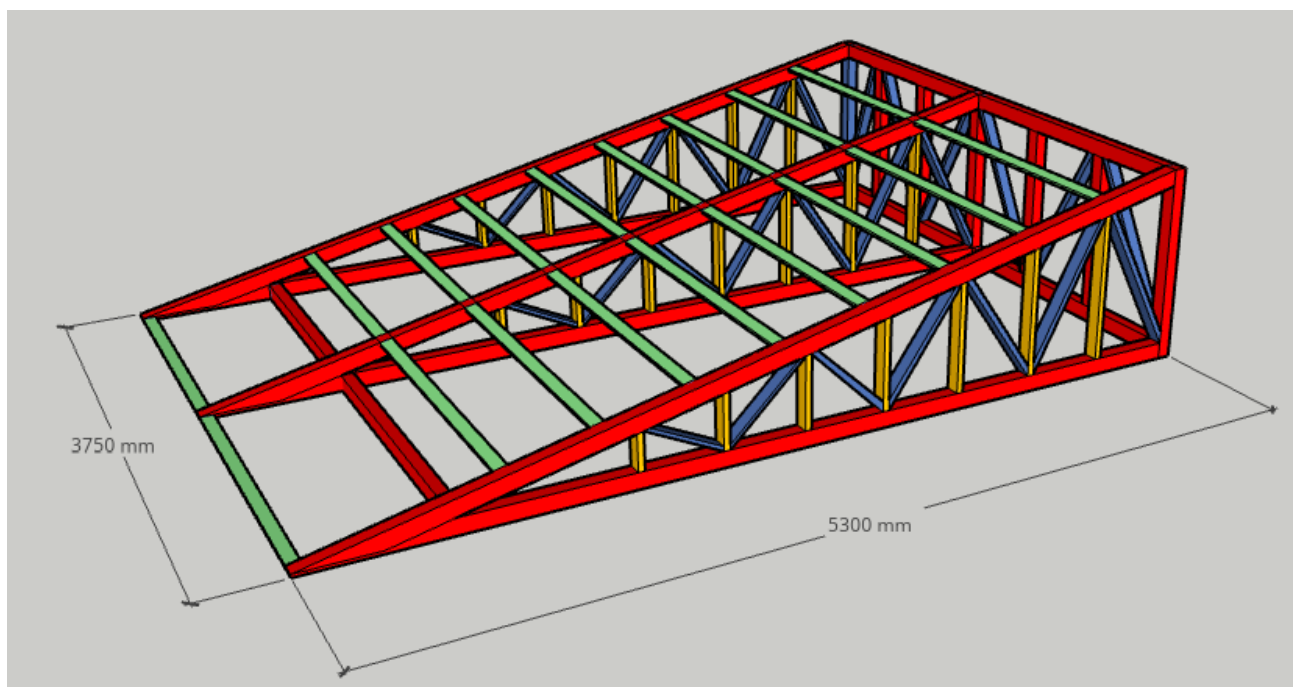


Joonis 3. Seinte talastik

Antud joonisel (Joonis 3) on välja toodud seina karkass, mis toetub põranda karkassile. Seinte karkass koosneb samuti 100 x 100 mm nelikant torust ja terasest valmistatud U profiiliga tugitalast mõõtmetega 50 x 100 mm. Pea tugipostid on joonisel märgitud punasega ning tugitalad rohelisega. Tugitalad peavad taluma katuselt tulevat raskust ning ei tohi olla mõjutatud tuulest ning temperatuuri kõikumistest.

Tugitaladeks valisid autorid seintele U profiil tala, lähtudes selle omadustele. U tala kasutatakse ehitusobjektidel, mis nõuavad kiiret paigaldust. Talad ühendatakse omavahel, kas keevitamise või mehaanilise kinnitamisega, näiteks poldid, mutrid, needid ning klambrid. [17]

### 3.4 Katuse karkass



Joonis 4. Katuse karkass

Maja katusekonstruktsiooni saab ehitada mitut erinevat viisi. Kõige populaarsem on sarikasõrestike meetod. See tagab võimaluse katuse alla jääv vaba ruum kasutada põõninguna või luua sinna eluruumi. Katuse karkassi raam on tehtud 100 x 100 mm liimpuidust, joonisel nähtav punasega (Joonis 4). Tugitala on samuti liimpuidust mõõtudega 100 x 50 mm, joonisel märgitud kollasega. Kaldtugi latid on immutatud puidust, mõõtudega 100 x 20 mm, joonisel märgitud sinisega ning katuse roov on tehtud 50 x 50 mm immutatud puidust [18], joonisel märgitud rohelisega. Katuse karkassi

materjali valikul lähtusid autorid Euroopa Liidu poolt välja töötatud standardile EN1912, kus tuleb puitkarkasside ehitamisel kasutada tugevsorteeritud puitu.

Tugevsorteeritud puidu sorteerimine võib käia kas visuaalselt või masinsorteerimisena. Masinsorteerimine on kõige levinum variant, kuna tootmisliinil olev materjal koormatakse teatava kindla jõuga ja seejärel mõõdetakse tema läbipainet. Visuaalselt on ka võimalik puitu tugevussorteerida, sel juhul tuleb puitu hinnata eriväljaõppe saanud sorteerijal, kuna eriti tähelepanelik tuleb olla iga prussi okstearvu suhtest ning samuti nende paiknemises. Rikete esinemine mõjutab samuti prussi tugevusklassi. Tugevussorteerimisel märgitakse iga pruss tema tugevusklassile vastava tähisega. Number tähises näitab saematerjali normatiivset paindetugevust, N/mm<sup>2</sup>. [18]

Eurostandardis EN 3381 (Tabel 6) on esitatatud okassaepuidu (ja papli) üheksa tugevusklassi. Eestis on kõige enim levinud klassid C24 ja C16. Tänu Euroopa Liidule on kõikides liikmesriikides samad tugevusklassid, mille järgi on kergem mõista miinimumkriteeriume.

Tabel 6. Eurostandardid EN 3381

| StandardN1912                       | C14 | C16 | C18 | C22 | C24 | C27 | C30 | C35 | C40 |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Paindetugevus<br>N/mm <sup>2</sup>  | 14  | 16  | 18  | 22  | 24  | 27  | 30  | 35  | 40  |
| Tõmbetugevus<br>N/mm <sup>2</sup>   | 8   | 10  | 11  | 13  | 14  | 16  | 18  | 21  | 24  |
| Survetugevus<br>N/mm <sup>2</sup>   | 16  | 17  | 18  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 26  |
| Elastusmoodul<br>Kn/mm <sup>2</sup> | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 12  | 13  | 14  |
| Tihedus<br>Kg/m <sup>3</sup>        | 290 | 310 | 320 | 340 | 350 | 370 | 380 | 400 | 420 |

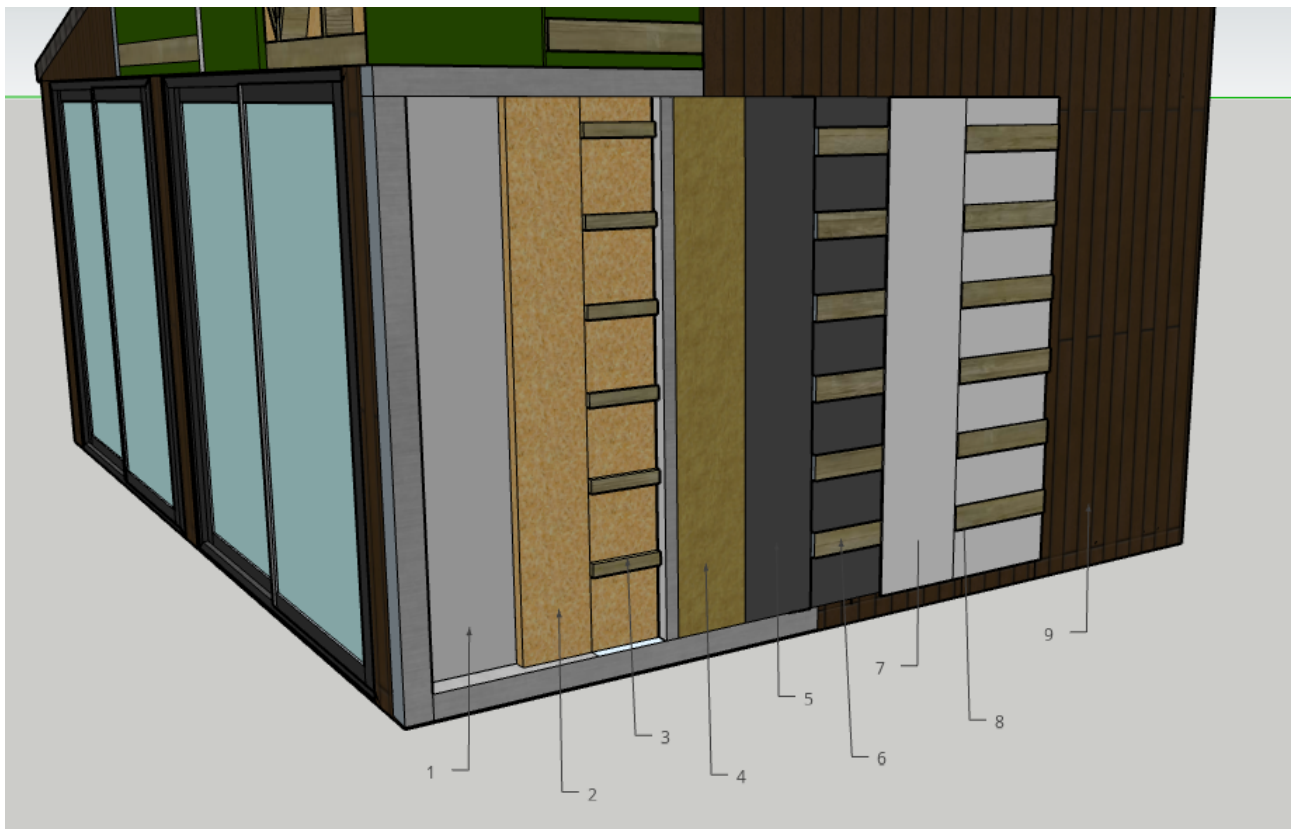
Puidu puhul on oluline jälgida tihedust, tugevust ning jäikust. Kandekonstruktsioonides soovitatakse kasutada okaspuitu: kuuske või mändi. Kuusel on okste paiknemine võrreldes teiste okaspuudega korrapärasem. Kõik laetalad ning kandepostid, mis jäävad inimestele seestpoolt nähtavale, hõõveldatakse. [20]

### 3.4.1 Alternatiiv materjal teraskonstruksioonile

Terase hind on tänapäeval äärmiselt ebastabiilne, mille tõttu on autorid otsustanud varuvariandiks valida konstruktsiooni materjalina liimpuidu. Liimpuit koosneb vähemalt neljast ristlõikes olevast lamellist, mis on omavahel kokku liimitud. [21] Tugevusnäitajate puhul on liimpuidul suur eelis võrreldes tavalise puiduga, kuna liimpuidu tugevusklassi saab valida vastavalt oma soovidele ja nõudmistele. Samuti on liimpuit väiksema süttivusega. Liimpuitu on võimalik saada ka Eestist erinevate firmade käest. Autorite jaoks on äärmiselt oluline, et suurem osa mikromajas kasutatav materjalist oleks pärit Eesti tootjatelt, sellega soovivad autorid panustada Eesti firmade jätkusuutlikkuse ning toetada nende tööd.

## 3.5 Maja soojustamine

### 3.5.1 Seinte soojustamine



Joonis 5. Maja seina soojustamine

Seinte soojustamise etapid kulgevad järgmiselt (Joonis 5) :

1. kipsplaat;
2. OSB;
3. roov;
4. vill;
5. aurutõkke kile;
6. roov;
7. tuuletõkkeplaat;
8. roov;
9. välisvooder.

Mikromaja soojus- ja tuulekindlaks tegemiseks tuleb ära soojustada põrand, seinad kui ka katus.

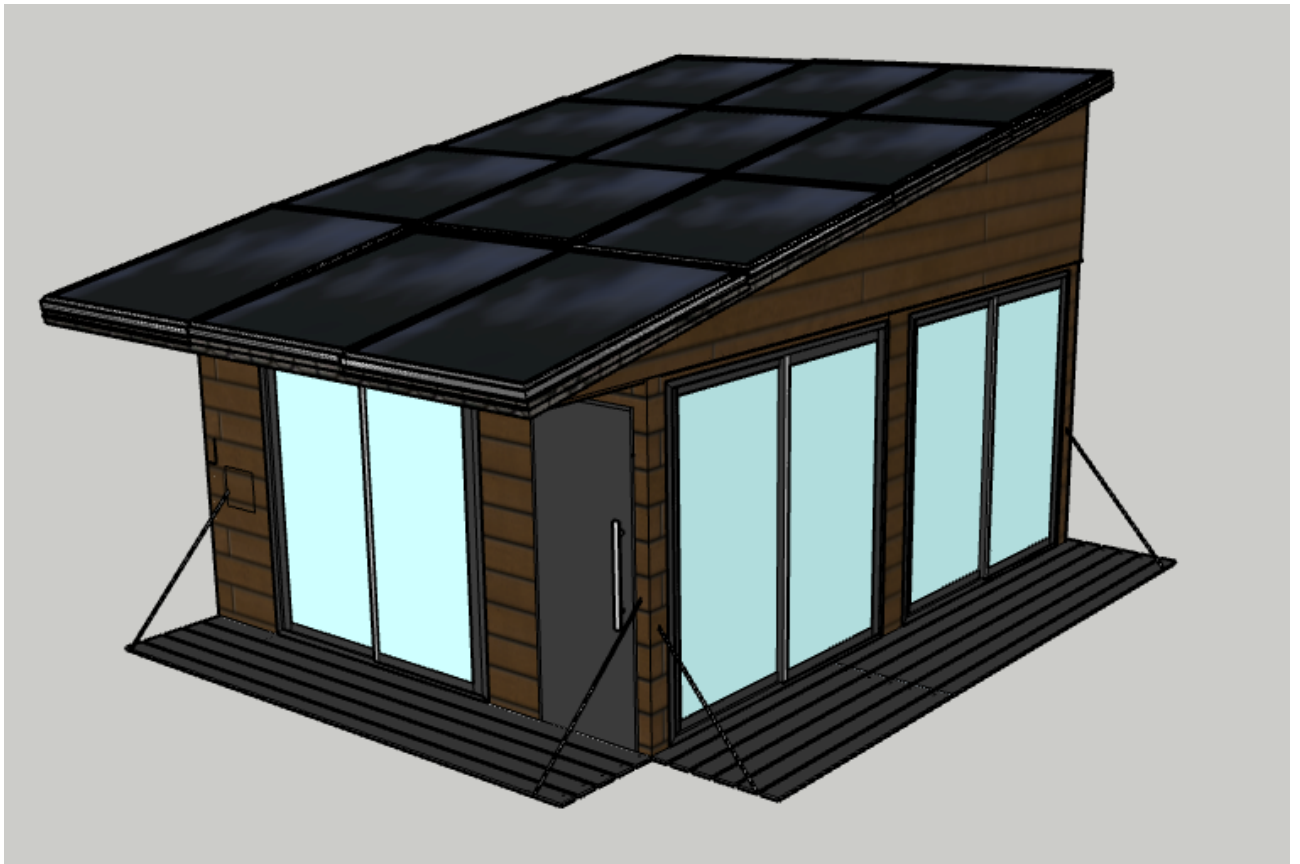
Maja soojustamisel kirjeldavad autorid soojustus etapid alustades maja välisküljelt. Kõige peale jääb välisvooder, mille all on roovid, kuhu välisvoodrit saab kinnitada. Roovide alla jääb tuuletõkkeplaat, mis tagab majale tuulekindluse ning mingis osas ka soojuskindluse. Tuuletõkkeplaadi all on omakorda roov kuhu kinnitub aurutõkkekile. Metallkarkassi talade vahele paigutatakse vill ning lisatakse roovid, et vill seina sees paigast ei nihkuks. Järgnevalt tuleb OSB plaat ning sellele lisaks kipsplaat.

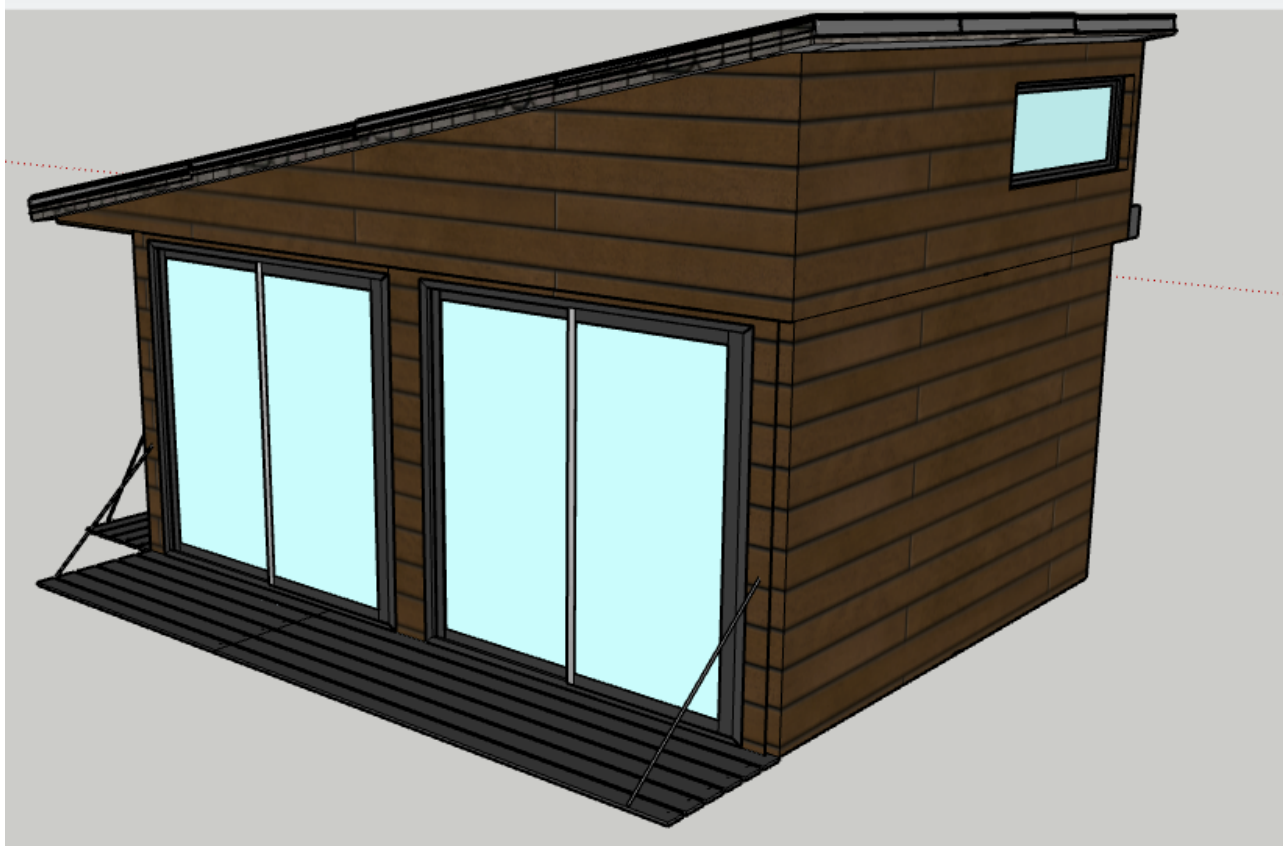
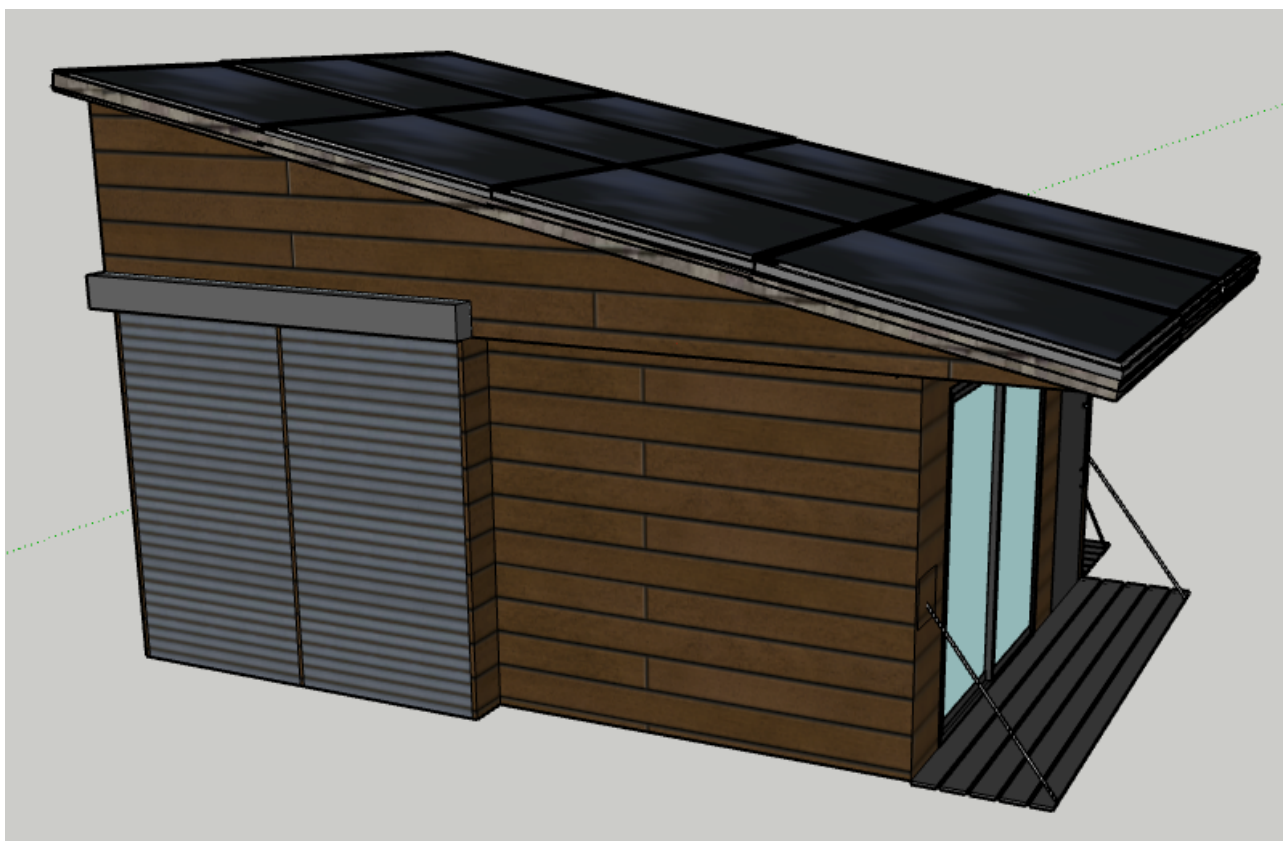
Seinte ja katuse külgede välisvoodriks valisid autorid termopuidu. Termopuit on termotöötamise käigus puidu kuivatamine, kuid mittetäieliku niiskuse väljakuivatamiseni viimine. See kõik toimub ilma kemikaalideta, temperatuur tõstetakse 215 kraadini. Tänu termotöötamisele väheneb puidu tihedus ning muutub ka selle struktuur, mis tagab puidule hiljem väiksema niiskuseimavuse ja niiskuseralduse. Tänu sellele on puit hiljem muutuvates ilmastikuoludes palju stabiilsem ja vastupidavam välisteguritele nagu seenkahjustused ja tugevad külmad. Ei saa märkimata jätta ka suuremat tulekindlust, soojusisolatsiooni ning heliisolatsiooni võimet kui seda on tavapuidul. Termotöödeldud puitu ei pea hiljem üle värvima, kuna tänu kuumutamisele värvub puit ise tumepruuniks. Värv intensiivsust saab muuta heledamaks termotöötlemise protsessi pikkuse ja temperatuuri muutmisega. [22] Välisvoodri valiku puhul oli kõige olulisem puidu pikk eluiga. Toimivaks ja jätkusuutlikuks välisvoodriks on [23]:

1. voodrilaua paksus 28mm;
2. pidev hooldamine;
3. paigaldada võimalikult väheste jätkukohtadega;

4. tööstuslikult krunditud laudad;
5. voodri alaserv peaks olema maapinnast ligikaudu 300 mm kõrgemal;
6. korralikud ja toimivad räästad;
7. toimiv tuulutus laudadel.

Lähtuvalt eelmainitust on autorid otsustanud kasutada termopuitu. (Joonis 6).

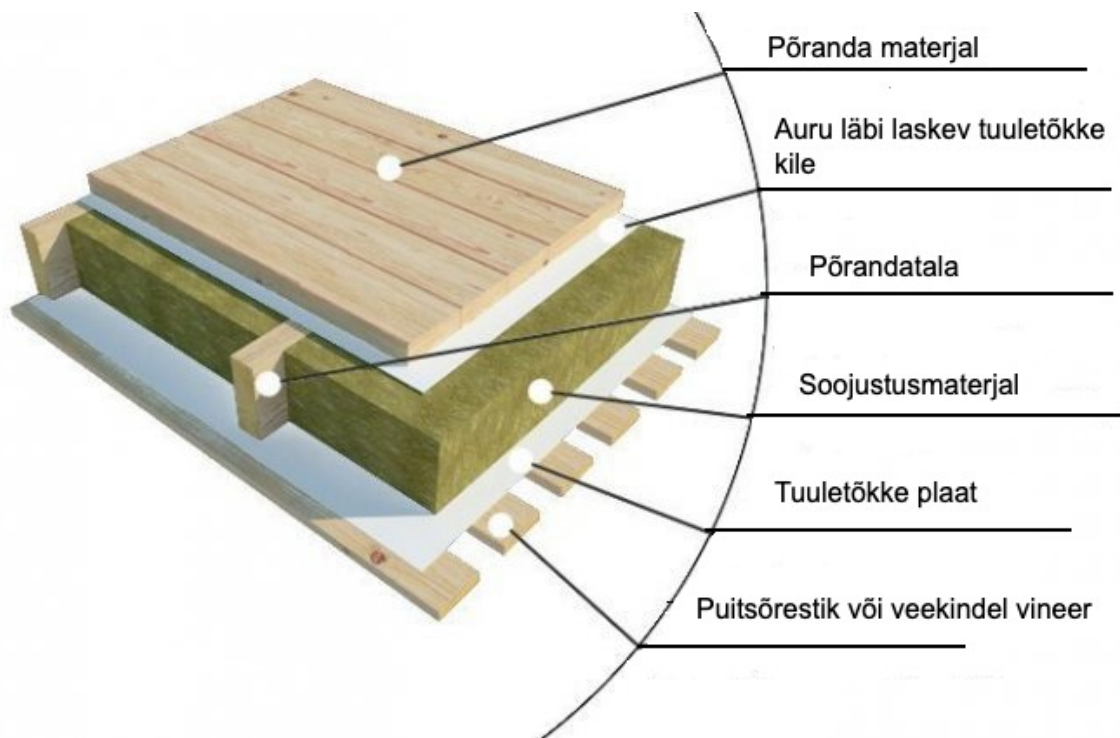




Joonis 6. Maja külgvaated

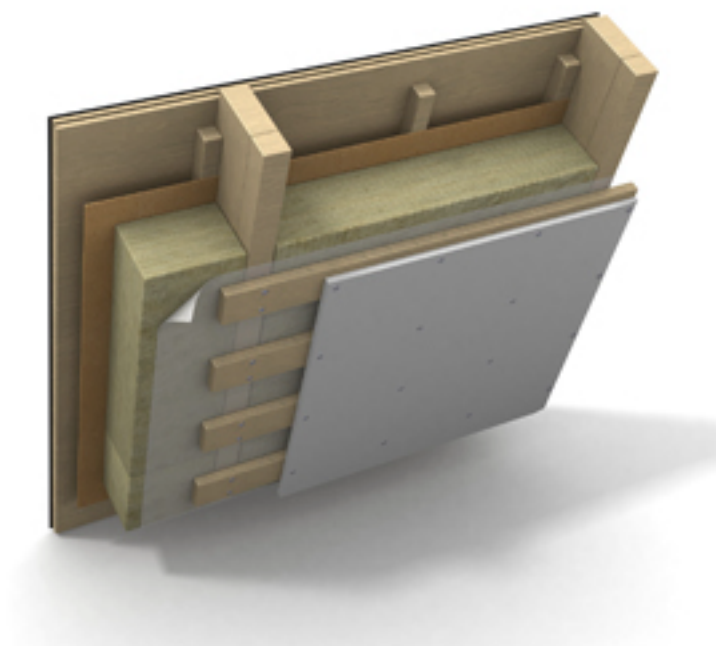
### 3.5.2 Põranda soojustamine

Põranda soojustuseks kasutatakse villa, kuna tegemist on metall karkassiga siis tuleb metall talad üle värvida niiskuskindla kruntvärviga, samuti lisada ruberoidi, mis tagab parema hüdroisolatsiooni. Põranda soojustamise etapid metall talade vahel kulgevad järgmiselt: niiskuskindel vineer, tuuletõkke plaat karkassi talade vahel vill, auru läbi laskev tuuletõkke kile ning põranda materjal (Joonis 7).



Joonis 7. Põranda soojustamine [24]

### 3.5.3 Katuse soojustamine



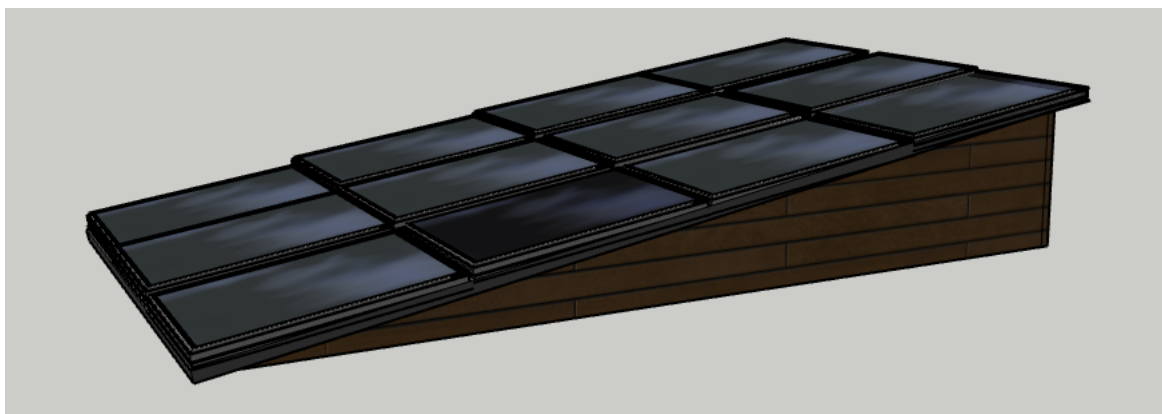
Joonis 8. Katuse soojustamine [25]

Katuse soojustamisel võtsid autorid aluseks firma Paroc® soovitusi katuse soojustamiseks (Joonis 8). Soojustamisel võetakse kasutusele: kipsplaat, puidust roov, aurutõkke kile, vill, uus roov ning Solarstone® päiksepaneelid. Solarstone® päiksepaneel on ehitisintegreeritav katusematerjal (BIPV) ning BIPV kinnitub otse katuse roovile. [25] Andes autoritele võimaluse kulusid kokku hoida eraldi katusematerjali arvelt.

### 3.6 Miks päikesepaneelid?

Vastavalt sihtrühma vajadustele otsustasid autorid kasutada energiatootmiseks taastuvenergia lahendust päikesepaneelide näol. Ise energiat tootes ei oleks vaja krundile luua elektri liitumist. Päikeseenergia on loodussõbralik, odav ja jätkusuutlik [27]. Autorid on arvesse võtnud ka selle lahenduse miinuspooli. Süsteemi algne investeering moodustab märkimisväärse osa projekti kogumaksumusest ning päikese energia on sõltuvuses ilmastikust. Sellele vaatamata otsustasid autorid valida päikesepaneelide lahenduse, sest see sobib kõige paremini sihtrühma nõudmistega.

### 3.7 Päikesepaneelidest katus



Joonis 9. Katus

Levinud nõuded maja katustele on: ilmastikukindlus, hooldatavus, remonditavus, välimus ning materjali tihedus. Kõikide nende nõuete täitmiseks kasutavad ehitajad erinevaid materjale: plekkplaat, valtsitud katuseplekk, katusekivi. [28] Autorid otsustasid järgida modernsemat ja tehnoloogilisemat viisi ning valisid katusematerjaliks Solarstone täiskatuse päikesepaneelide lahenduse (Joonis 9). Otsustavaks teguriks sai faktor, et paneelid asendavad üldkasutatavaid katusekatteid, ehk ei ole vaja kasutada üleliigseid materjale. Solarstone kasutab materjale (Foto 1), mis tagavad samad nõuded nagu ka teisedki katusekatted. Omakorda toetatakse selle valikuga Eesti ettevõtet.

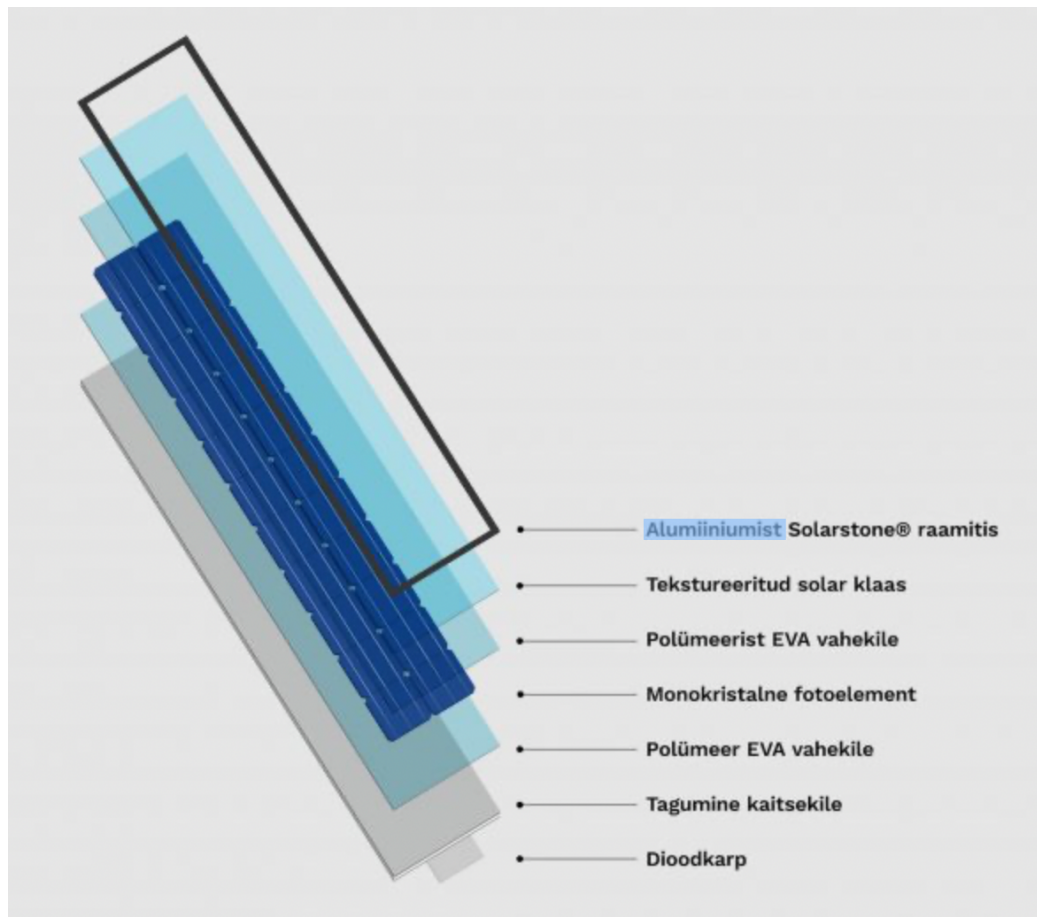


Foto 1. Solarstone'i kasutatavad materjalid [25]

### 3.7.1 Katuse lumekoormus

Arvestades kliimat, kuhu mikromaja ehitatakse, tuleb veenduda, et katusematerjal oleks võimeline kannatama lumekoormust. Lume kuhjumine katustele sõltub mitmest erinevast asjaolust: katuse kaldest, katusematerjali karedusest, ümber oleva maastiku omadustest ja kindlasti kohalikest ilmastikuoludest. Lumekoormuse määramisel tuleb arvesse võtta katuse kuju ning asjaolu mil katusele on kõige ebasoodsamad tingimused. Katuse lumekoormuse normsuurus  $S$  (Pa) leitakse järgnevalt (1):

$$S = \mu_1 \times S_k, \quad (1)$$

kus  $\mu_1$  – lumekoormuse kujutegur;

$S_k$  – lumekoormuse normsuurus maapinnal,  $P_a$ .

Autorid arvutavad välja lumekoormuse kande (1):

$$S = 0,8 \times 1750 \text{ N/m}^2 = 1400 \text{ N/m}^2 = 1400 \text{ Pa}.$$

Vastavalt Solarstone päikesepaneelide tehnilistest andmetest on päikesepaneelide lumekoormuseks määratud 5400 Pa. [29] Kasutades lumekoormuse määramise valemit, leidsid autorid, et vastavalt katuse kalde ja asukohale on päikesepaneeli lumekoormus Eesti tingimustes 1400 N/m<sup>2</sup>. Vastavalt tootja spetsifikatsioonidele on lubatud lumekoormus 1814, 08 N/m<sup>2</sup>.

### 3.8 Mikromaja energija tarbimine

### Mikromaja eeldatav energia tarbimine:

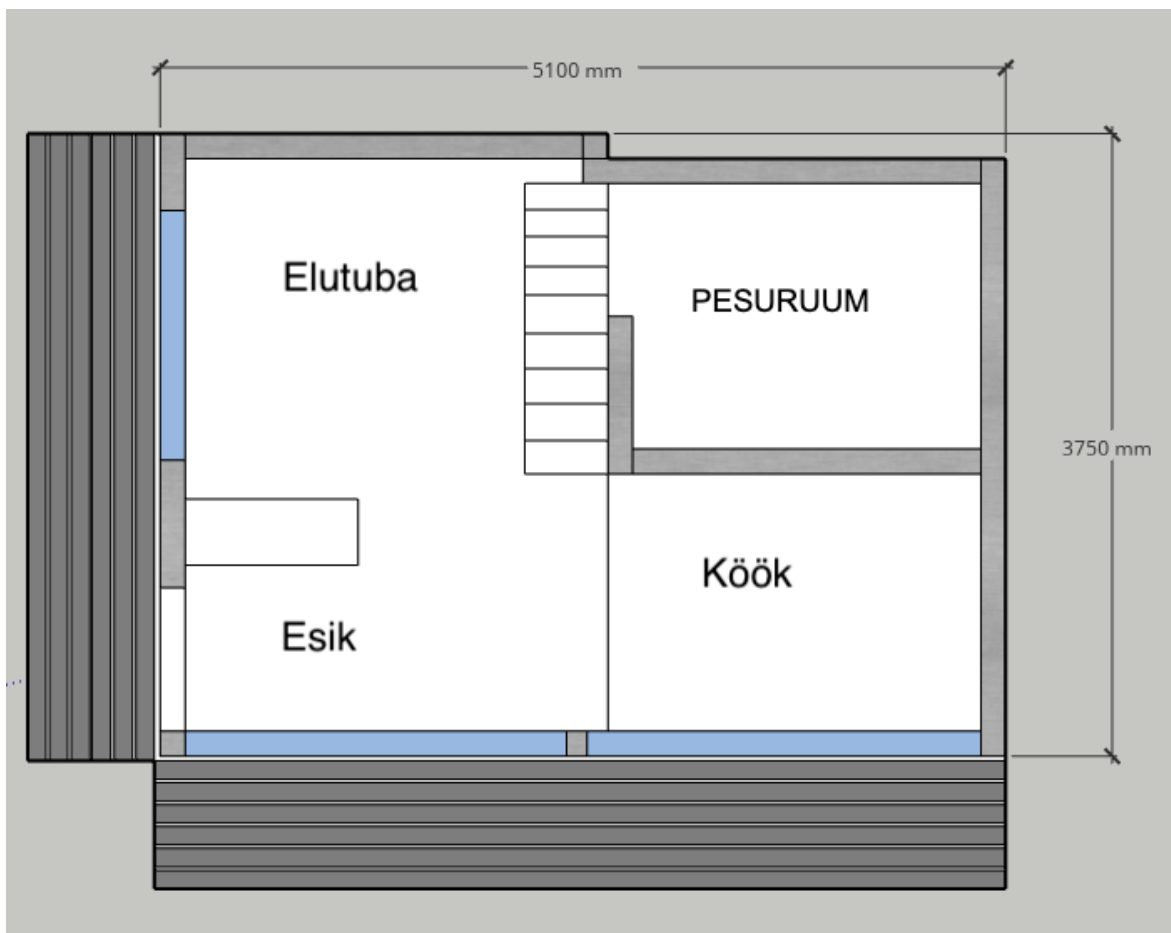
1. elekter;
2. vesi;
3. generaatori kütus (biodiisel)

Varuvariandiks juhul kui päikeseplatadeid ei tooda piisvalt elektrit on autorid arvestanud, et energiaallikaks peab olema lisaks päikesepaneelidele ka alternatiiv, milleks valiti diiselgeneraator. Diiselgeneraator valiti sellepärast, et on mobiilne, lihtne kasutada, kergesti kättesaadav, ei nõua lisa kulutusi ehituseks. Lisaks on generaatoris võimalik kasutada ka biodiislit, mis on keskkonnasõbralikum kui tavaline diiselkütus. Biodiisel liigitatakse taastuvenergia alla, kuna algmaterjal pärineb taimsetest õlidest. [29] Generaator peaks olema vähemalt 5-10 KW ning maksimaalseteks mõõtudeks 900 x 500 x 920 mm, et mahuks õues olevale panipaiga alale, kus asuvad ka veeboiler, päikseplatade akud ja elektrikilp.

## 4. DISAINILAHENDUS SISERUUMIDES

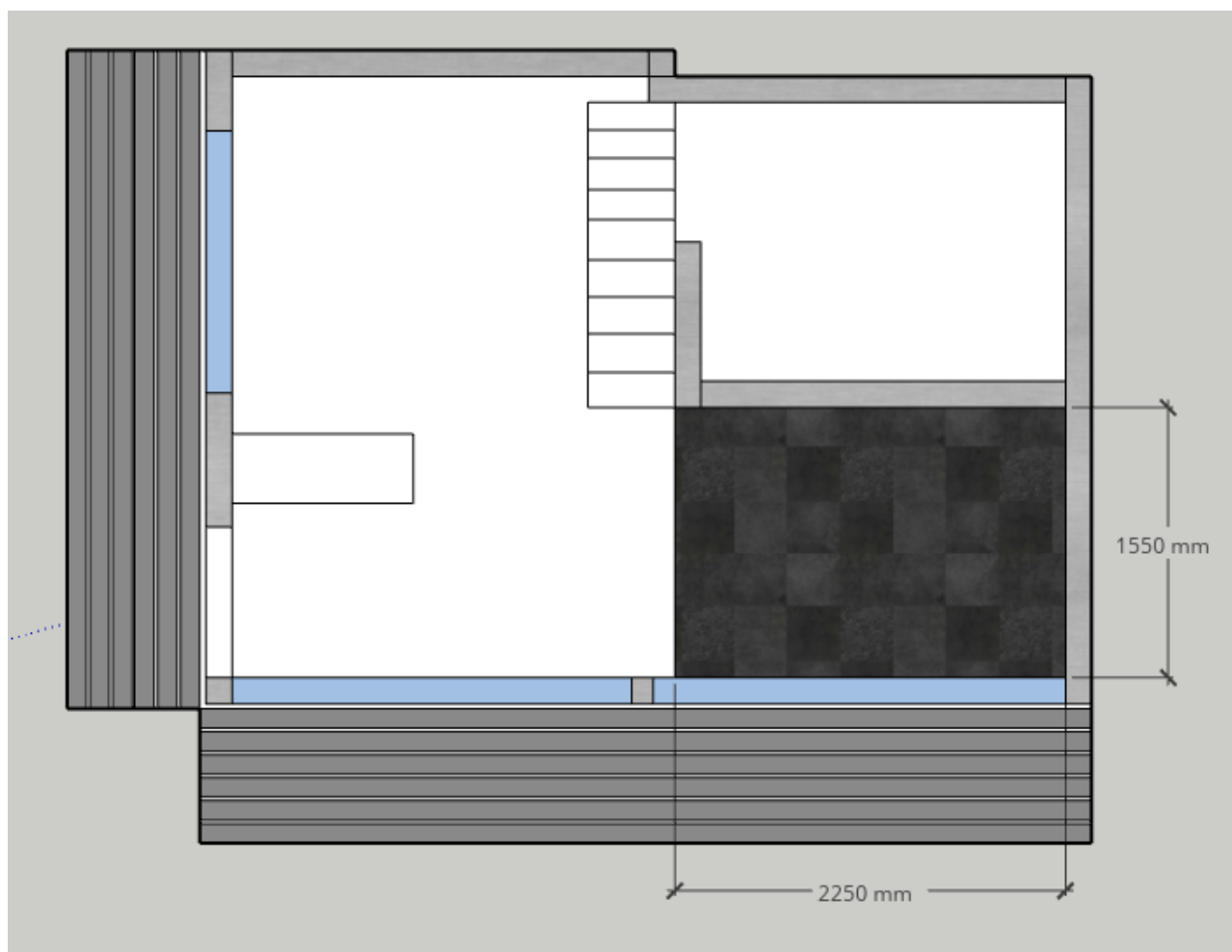
### 4.1 Eluruumid

Eluruumide planeerimisel lähtuvad autorid enda vajadustest, milleks on wc/pesuruum, köök, elutuba, magamislavats (Joonis 10). Eluruumid peavad olema multifunktsionaalsed, et piiratud pinda võimalikult otstarbekalt ära kasutada. Autorid on mõelnud ka asjaolule kui pere peaks suurenema. Köögi kohale on võimalus ehitada teine magamislavats, see tagaks tulevasele kliendile paindliku maja põhiplaani.



Joonis 10. Esimese korruse plaan

## 4.2 Köök



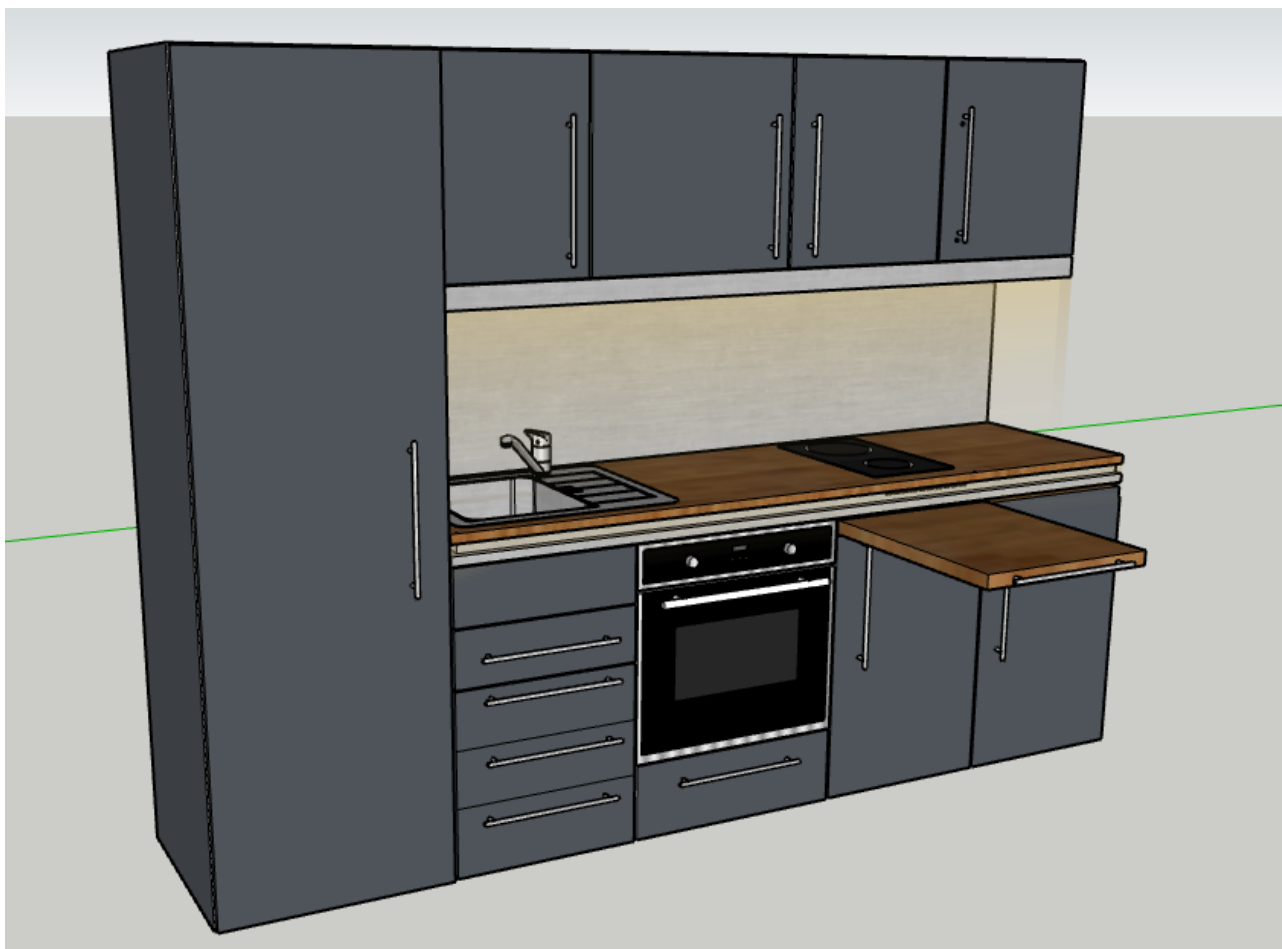
Joonis 11. Köögi ala



Joonis 12. Köök

Kööki (Joonis 11) planeerides soovivad autorid kasutada võimalikult vastupidavaid ja odavaid materjale. Köögimööbli karkassi ning uste materjaliks sai valitud MDF-plaat (peendispersne fraktsioon). Tegemist on purustatud puidust või puidu tolmust ja sideainetest koosneva plaadiga, mis on kokku pressitud. Köögi kapi detailid viimistletakse enne paigaldust värvikambris vastavalt MDF-plaadi nõuetele (Joonis 12). Plaat kaetakse vastavalt kliendi värvi eelistustele värvi ja lakiga, enamasti kasutatakse akrüül- ja polüuretaanvärve. [30]

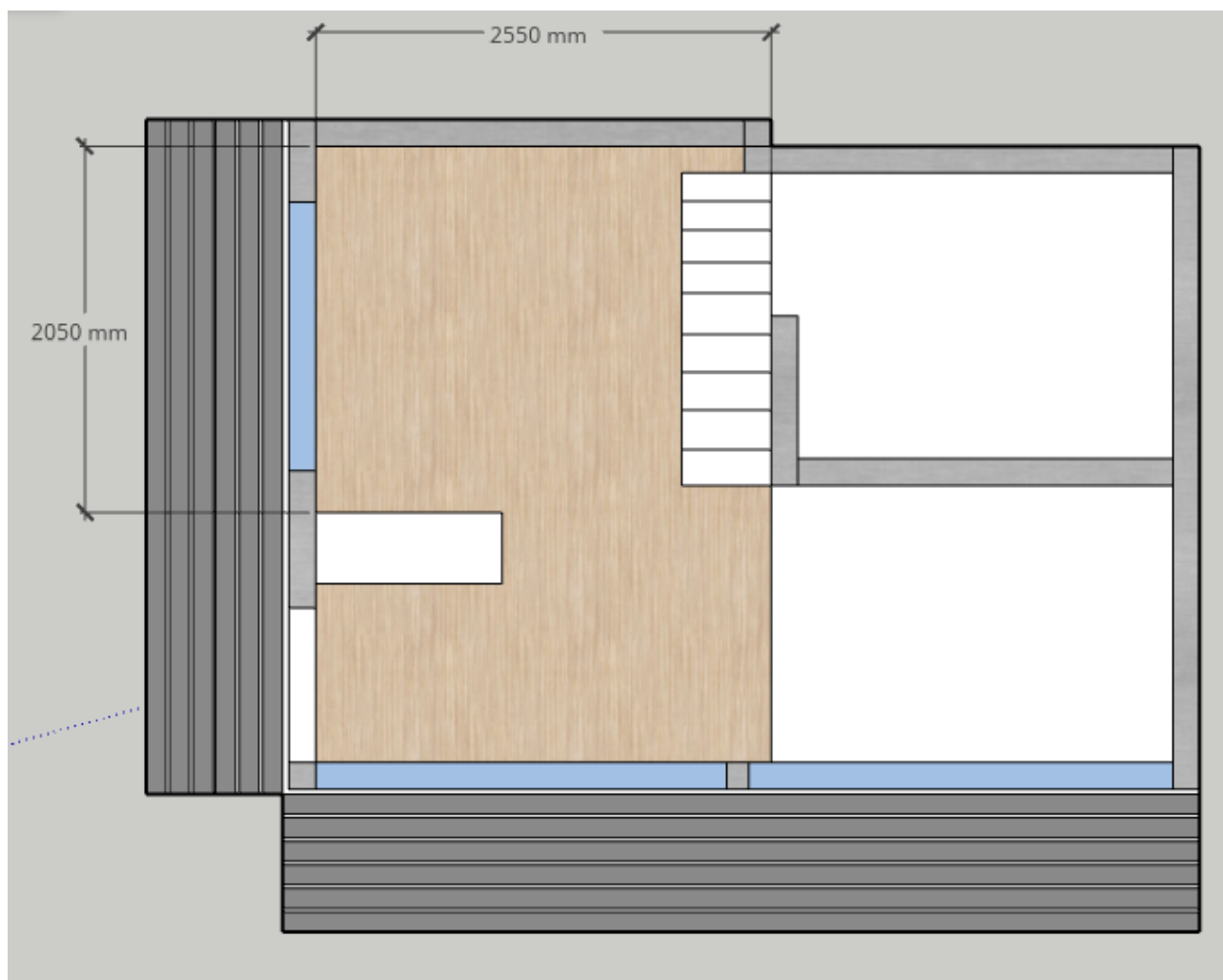
#### 4.2.1 Köögi lahendus



Joonis 13. Köögi praktilisus

Köögimööbli lahenduse puhul lähtuvad autorid praktilisusest (Joonis 13), mis peab tagama inimestele võimalikult palju ruumi köögitarvikutele ning võimaluse einestada söögilaua taga. Söögilaua lahendus kujunes välja mõeldes ruumi kokkuhoiule ning paigaldati köögitasapinna alla, ehk tasapinna ja alumiste köögikappide vahele. Söögilaud on väljatõmmatav ning sellega tagavad autorid ruumi kokkuhoiu. Söögilaua suuruseks planeeriti 560 mm x 600 mm, mis võimaldab mugavalt einestada kahel inimesel korraga. Istumiseks kasutatakse kokkupandavaid toole, mida saab hoiustada ühes alumises köögikapis. Köögilahenduses on tagatud ahi ja pliit söögi tegemiseks ning külmkapp toidu hoiustamiseks. Köögitehnika puhul võtavad autorid sihi ainult energiasäästliku tehnika suunas ning tagavad ainult A-klassi energiamärgisega köögitehnikat, mis aitab mikromajal olla võimalikult energiasäästlik ning tagada võimalikult väikse energiakulu.

### 4.3 Elutuba



Joonis 14. Elutoa põhiplaan

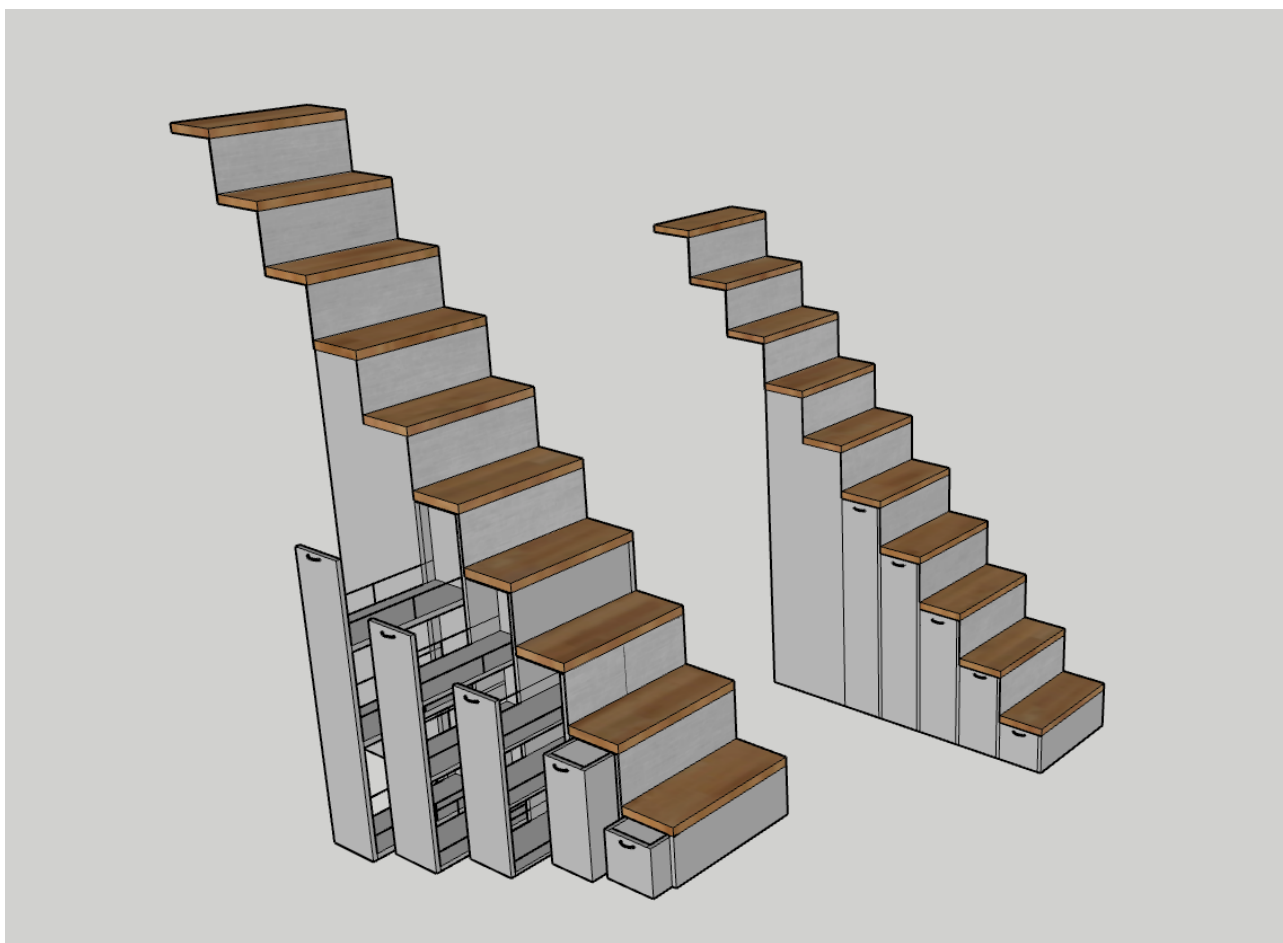


Joonis 15. Elutuba

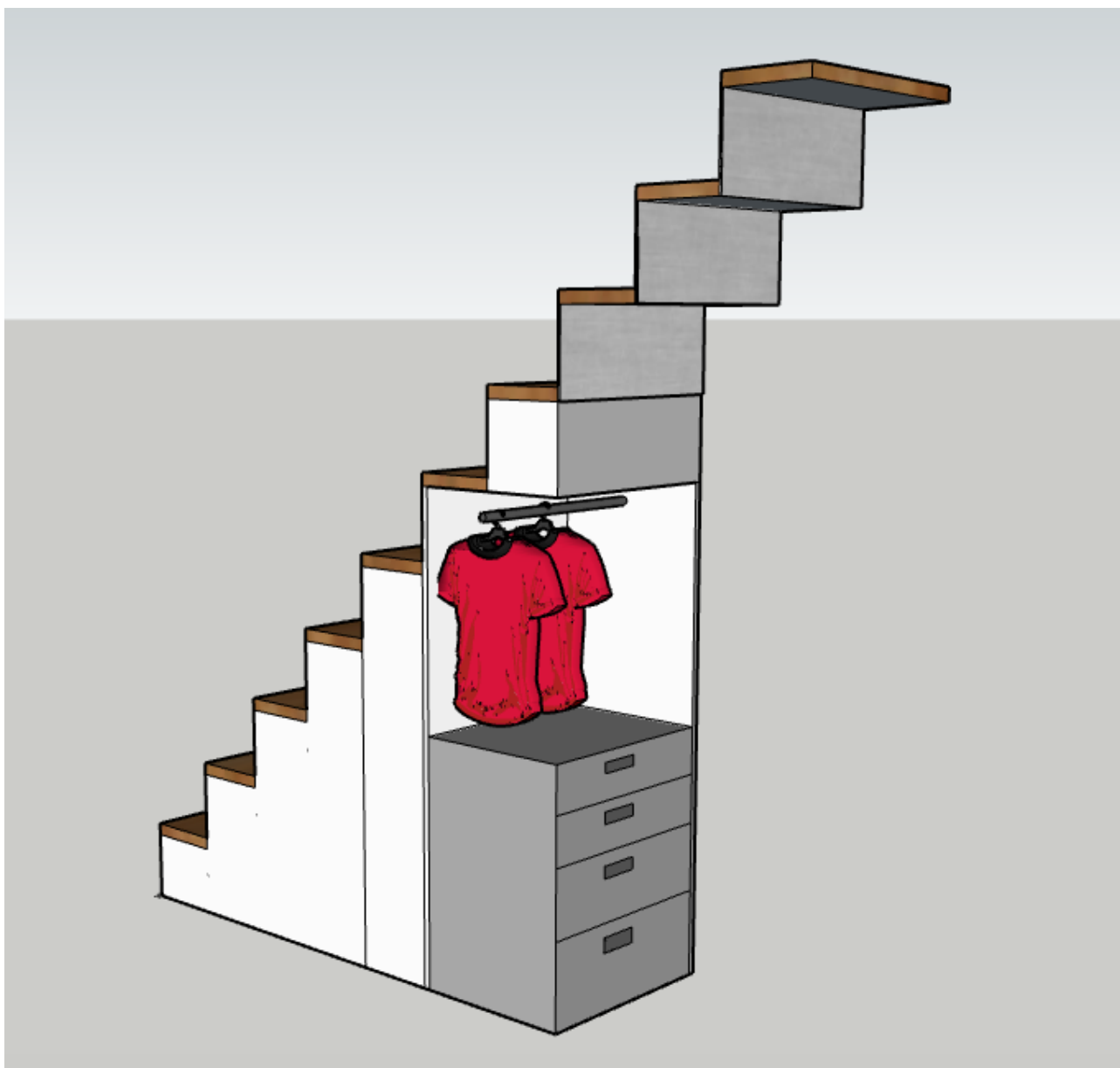
Elutoa (Joonis 14) lahenduses soovivad autorid luua võimalikult suure avara ruumi. Ruumi kokkuhoidmiseks ehitatakse karkassi sisse ava televiisori ning raamaturiiuli jaoks, millega tagatakse rohkem liikumisruumi elutoas. Elutoa lahenduses sisaldub praktiline trepp, mis on multifunktsionaalne (Joonis 15). Trepi konstruktsioon on tehtud metallkarkassist, mis tagab trepi tugevuse. Praktilisus seisneb erinevate suurustega väljatõmmatavates sahtlites. Trepi astmed on tehtud saarepuidust. Saarepuit on sitke, kõva ja hea kulumiskindlusega, samuti sobib hästi siseviimistluses. [31] Trepi seest väljatõmmatavad sahtlid on tehtud MDF-ist ning neid kutsutakse *cargo*-sahtliteks. (

Joonis 16) Trepi alla ühele küljele on lisatud stange, rippuvate riiete hoiustamiseks ning väike kummut erinevate tarbeesemete hoiustamiseks (

Joonis 17). [32]

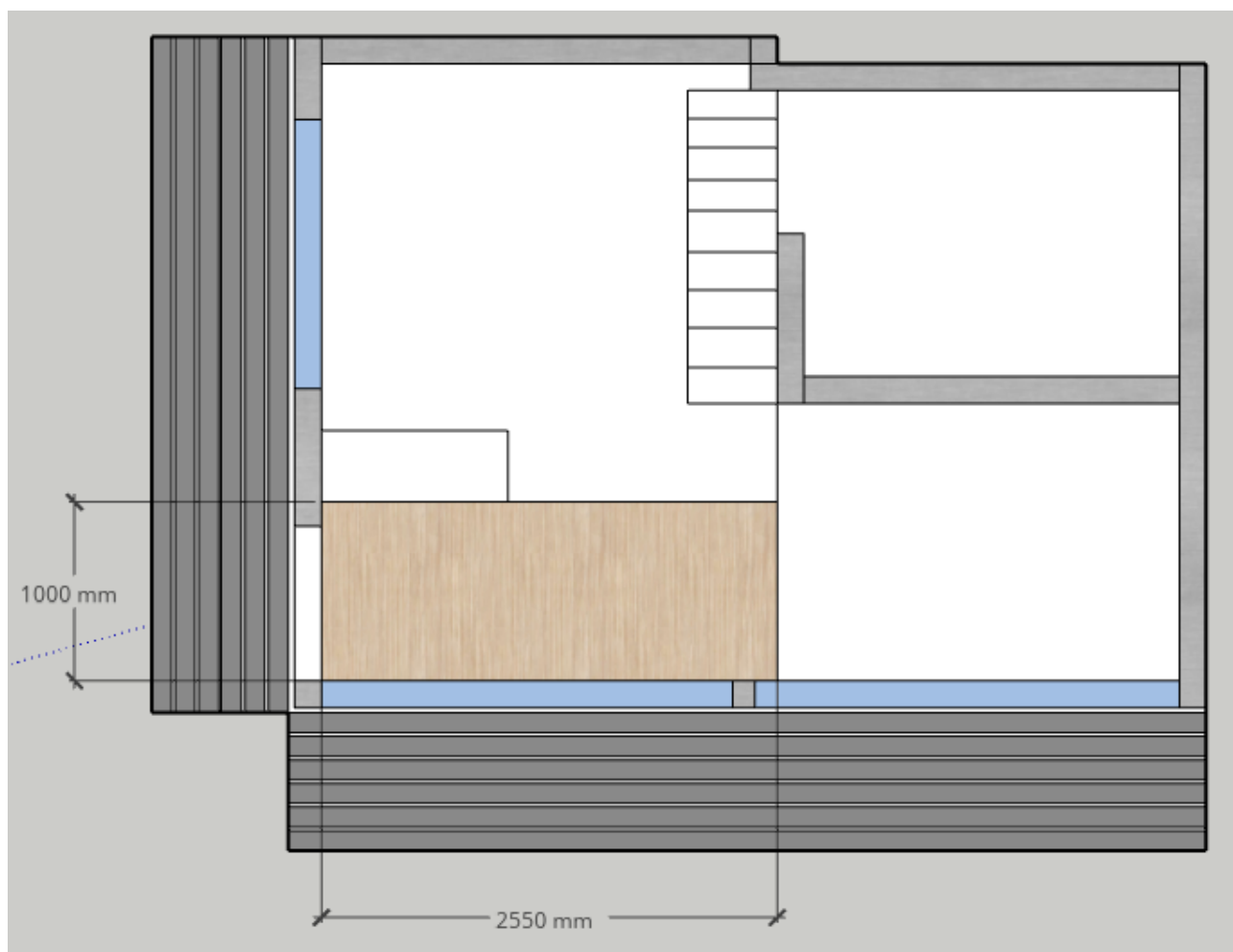


Joonis 16. Trepp



Joonis 17. Trepialuse lahendus

#### 4.4 Esik



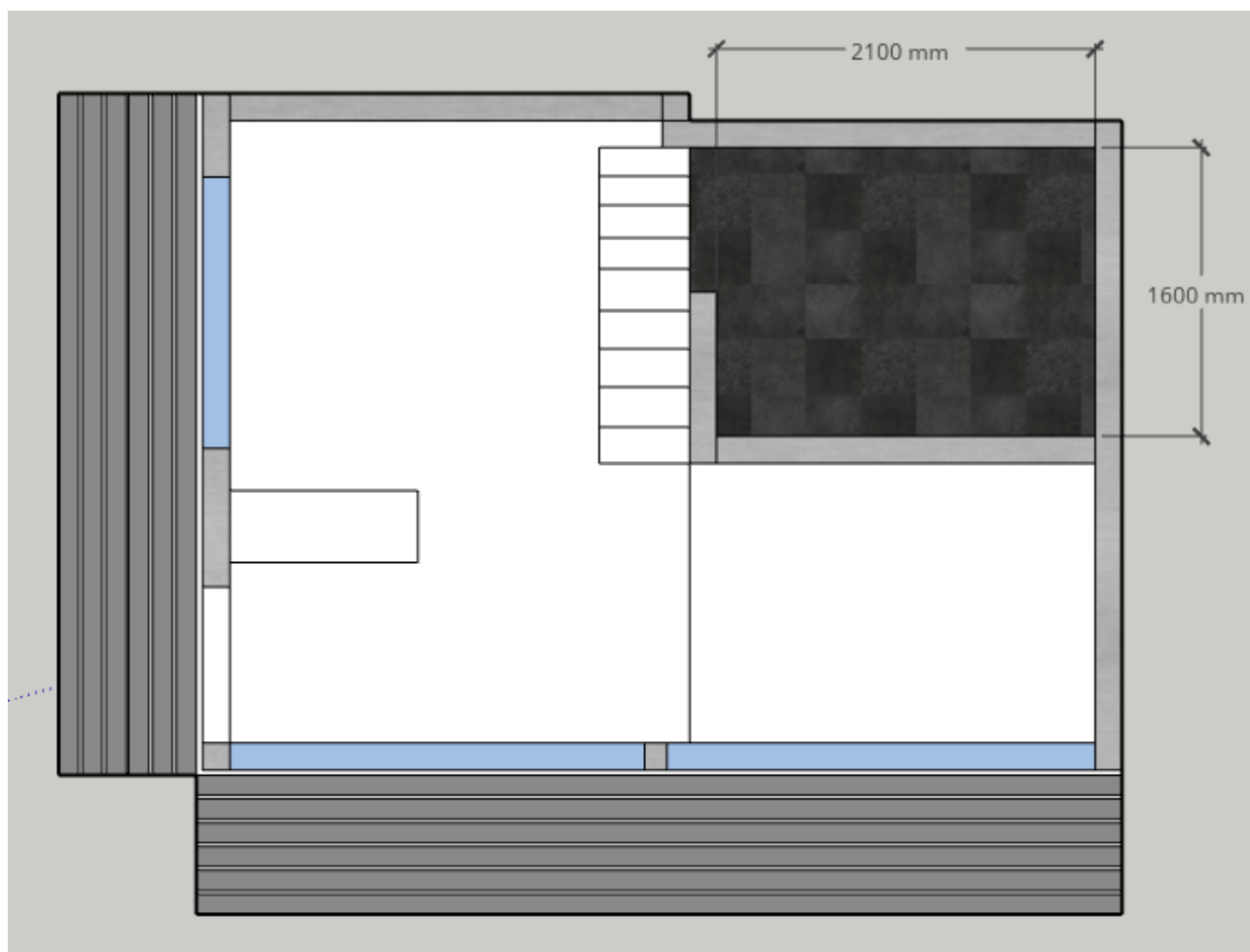
Joonis 18. Esiku põhiplaan



Joonis 19. Elutuba eraldav esikukapp

Esiku (Joonis 18) planeerimisel selgus, et üheks probleemiks on avatud elutuba ning teiseks asjade mahutamine. Autorid pakuvad lahendusena riidekappi. Riidekapp eraldab elutuba ning esikut, mis tagab privaatsuse elutoa ja esiku vahel. Riidekapis saab hoiustada õueriideid ning jalanõusi (Joonis 19). Kapi vasakule küljele ehitatakse riulid kapi konstruktsiooni sisse, mis loob modernse lahenduse. Ülemised kapi ukSED avanevad ülesse, mis tagab mugavama juurdepääsu ülemistele riulitele.

## 4.5 Pesuruum



Joonis 20. Pesuruumi põhiplaan



Joonis 21. Pesuruum

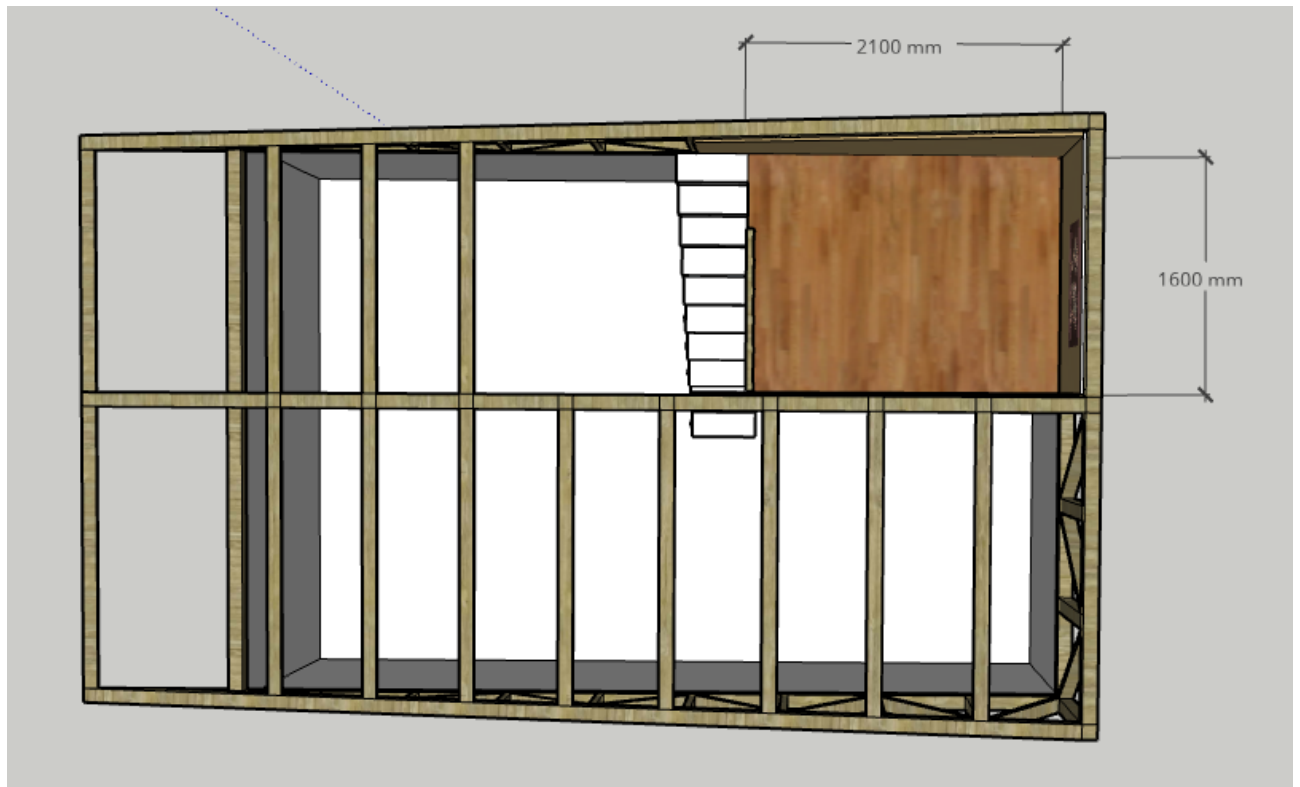
Pesuruum (Joonis 20) planeeritakse minimaalsete mõõtmetega, mahutades ära ainult hädavajalik.

Pesuruumis on olemas:

1. wc pott;
2. dušinurk;
3. klaasist vahesein, mis eraldab dušinurga wc potist;
4. Kraanikauss koos väikse sahtlikapiga;
5. Pealtlaetav pesumasin.

Pesuruumi põrand ning seinad on kaetud keraamiliste plaatidega (Joonis 21) võimaldades võimalikult lihtsa hoolduse. Dušinurgas on pesemistarvete hoiustamiseks planeeritud seina sisse ava, mis välistab lisa riiulite vajaduse.

## 4.6 Magamislavats



Joonis 22. Teise korruse põhiplaan

Teisele korrusele on autorid planeerinud magamislavatsi (

Joonis 22). Magamislavatsi suurus on võrdne wc-vannitoa mõõtmetega, kuna asub täpselt wc-vannitoa kohal. Magamislavatsile mahub mugavalt magama kaks täiskasvanut. Magamislavatsi seinale on lisatud aken, mis muudab ruumi hubasemaks, valgusküllasemaks ja võimaldab avatud akna puhul värskema õhu. Autorid lisasid magamislavatsile piirde, vältimaks ohtlikke olukordi (

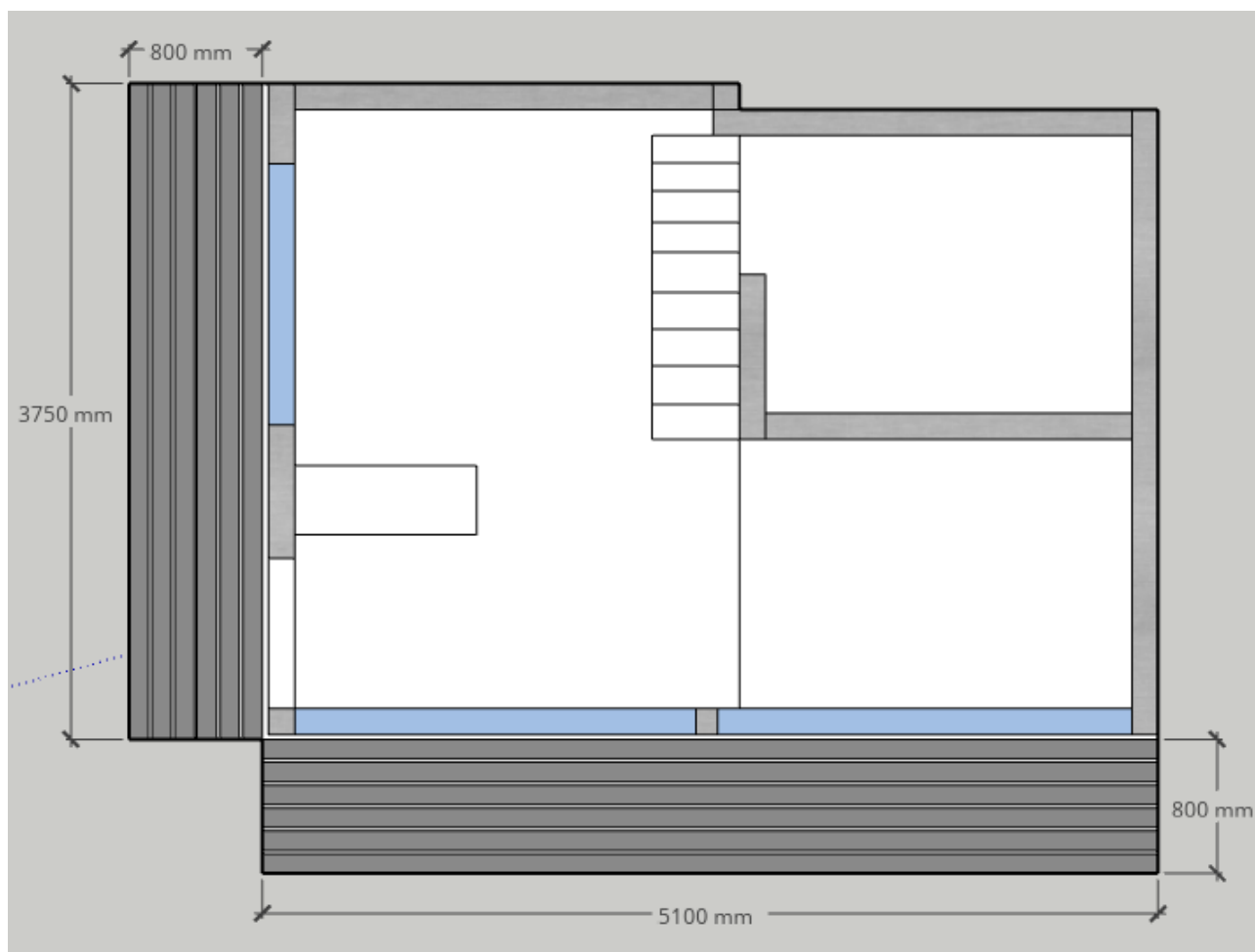
Joonis 23).



Joonis 23. Magamislavats

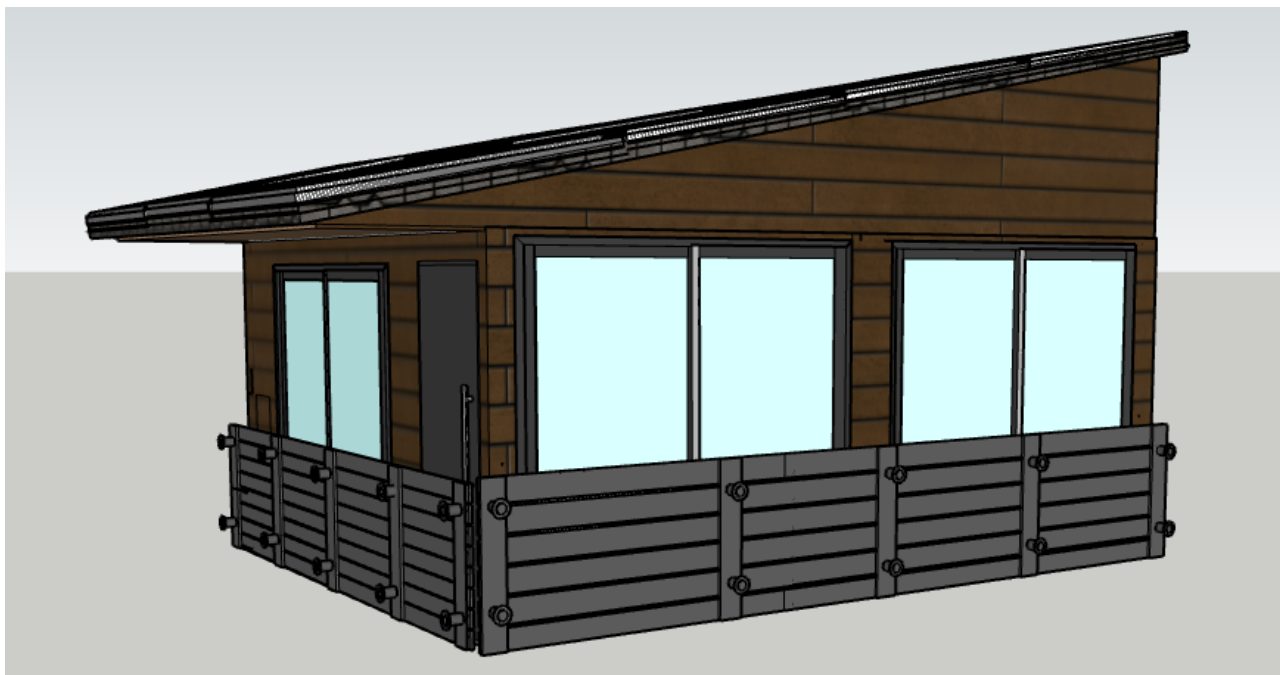
## 5. MIKROMAJA VÄLINE DISAINLAHENDUS

### 5.1 Terrass



Joonis 24. Terrass

Terrassi lahendusel (Joonis 24) võeti arvesse mikromaja ühte eesmärki olla teiseldatav. Vältimaks olukordi, kus terrassi peaks igal uuel krundil uuesti kokku panema või ehitama, lõid autorid kokku tõmmatava süsteemi mikromaja transportimise ajaks (Joonis 25). Terrassi saab trosside abil maja seinte külge tõmmata ning kinnitada transpordi ajaks. Uuel krundil on võimalik terrass trosside abil lahti teha. Tänu terrassi all olevatele reguleeritavatele jalgadele saab terrassi toestada.



Joonis 25. Terassi kokku panemine

Terrassi materjaliks valisid autorid termosaaire Thermory terrassilaua Benchmarki sarjast (Foto 2).

Thermory termosaaire osutus valituks kuna on [33]:

1. keskkonnasõbralik
2. 100% looduslik;
3. vastupidav;
4. ei lähe päikse käes kuumaks;
5. lihtne paigaldada.

Algselt kaalusid autorid valida terrassi materjaliks termomändi, kuid otsustavaks teguriks sai vastupidavus ilmastikuoludele ja puidumädanikule. Mäni puidule on omane 15+ aastat vastupidavust puidumädanikule, kuid saare puidule 25+ aastat. Terrassi materjaliks valitud saarepuit, mis vastab klass 1 nõuetele. [34] Sõltuvalt ilmastikuoludest ja ultravioletvalgusest, omandavad ka termotöödeldud puidu pinnad aja jooksul loomuliku hõbehalli tooni. Hallikaks muutumise protsess võib kesta mõnest kalendrikuust mitme aastani, olenevalt kui tihti puutub kokku puidu pind ultravioletvalgusega.



Foto 2. Termosaar

## 5.2 Lükandused

Mikromaja disainis otsustasid autorid kasutatud maast laeni klaasist lükanduksi (Foto 3), et luua võimalikult palju loomulikku valgust. Autorite silmis on lükanduste plussideks:

1. palju loomuliku valgust;
2. väiksem elektrikulu, kuna tuled ei põle pidevalt;
3. hubasus;
4. võimalus luua avatud sein.

Samaaegselt arvestavad autorid teatud miinustega:

1. liigne UV-valgus (UV- valgus pleegitab põrandat ja mööblit);
2. vähem privaatsust;
3. võib tekkida probleeme müra ning soojapidavusega, juhul kui pole korralikud ukseraamid.

Klaasi valiku puhul on autorid arvestanud, et transpordi käigus võib igasuguseid ootamatuseid ette tulla, mille tõttu peab arvestama erinevate riskidega. Sellest olenevalt on valitud lamineeritud klaasid, mis purunemise puhul ei tekita kilde tänu spetsiaalsele kilele. [35] Ukseraamiks valivad autorid puidust paralleel-lükandused, kuna ruumi kokkuhoiu jaoks on lükanduks efektiivsem.



Foto 3. Lükanduksed [36]

### 5.3 Välisuks

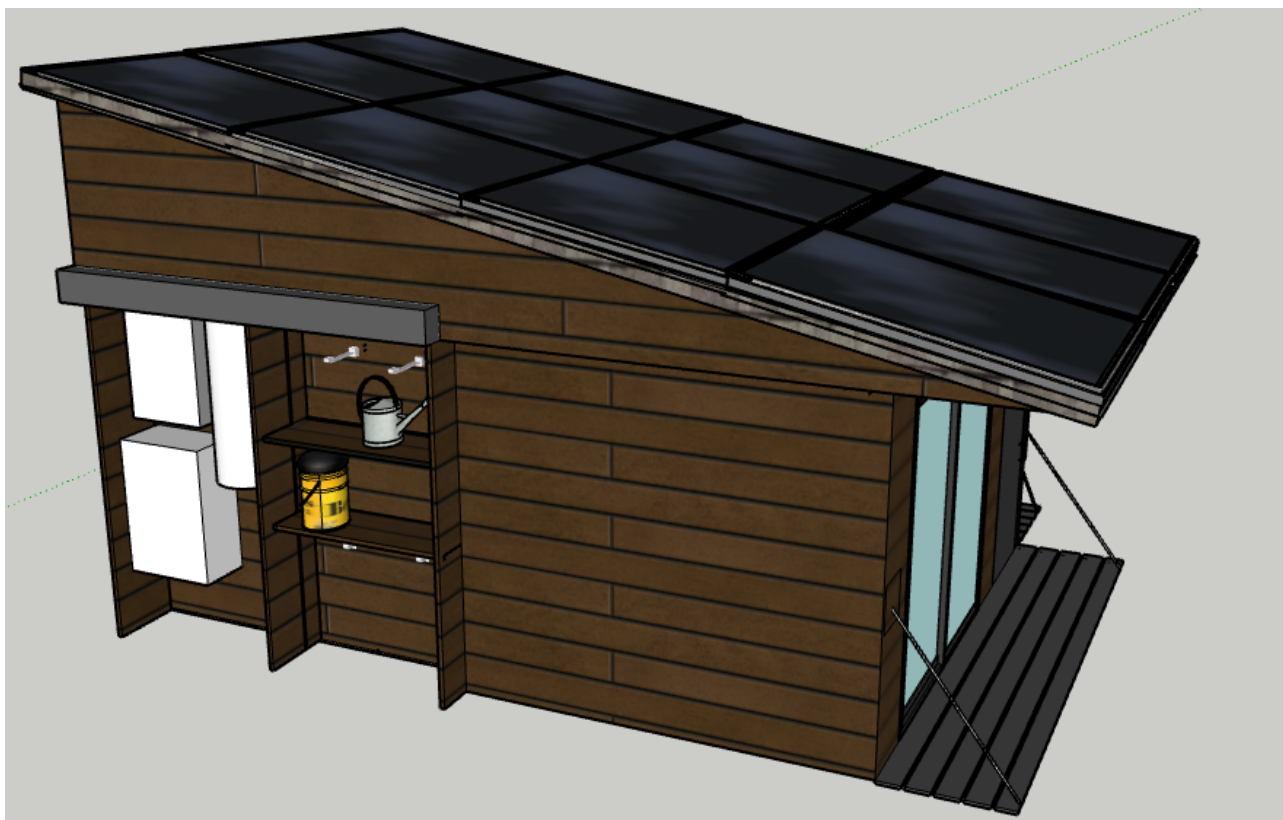
Autorid valisid mikromaja välisukseks puitukse (Foto 4), kuna puituks on [37]:

1. korralikult hooldades pika elueaga;
2. hea soojus isolaator;
3. madala soojusjuhtivusega;
4. kergem hooldada;
5. kergem kui metalluks.



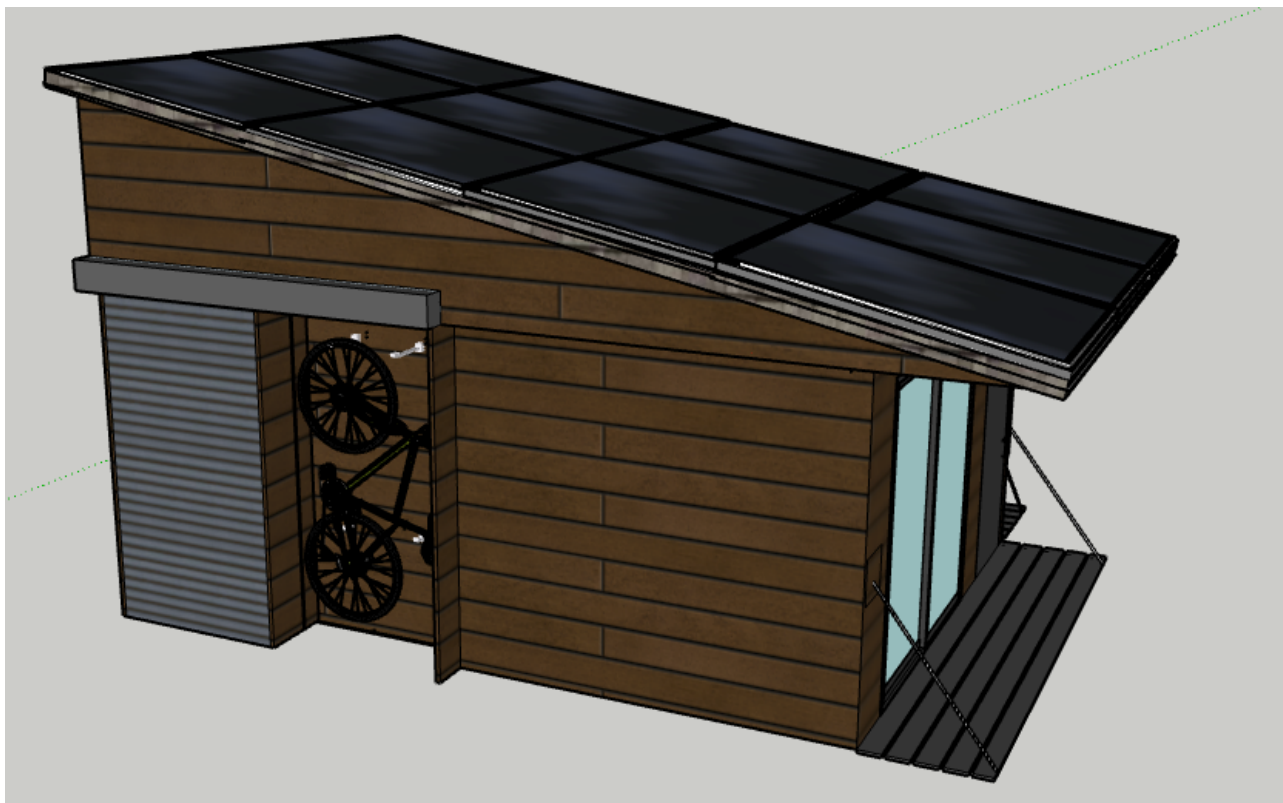
Foto 4. Välisuks [38]

## 5.4 Väline panipaik



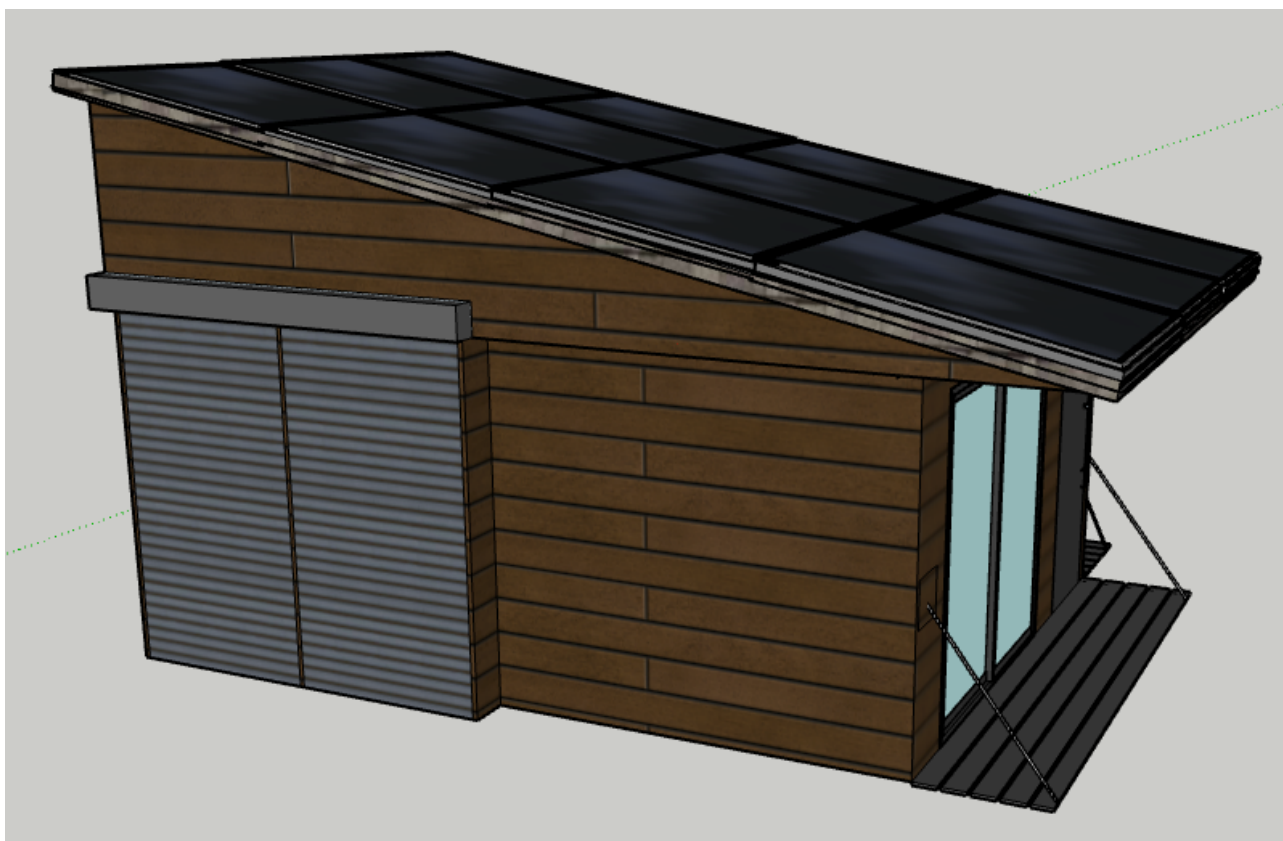
Joonis 26. Panipaik

Mikromaja välisküljele planeerisid autorid kinnise panipaiga (Joonis 26), kus saab aiatarbeid hoiustada. Baaslahenduses on kaks riiulit ning neli konksu, kuhu saab asju riputada või riiulile laduda. Riiulid on teisaldatavad ning nende omavahelisi kõrgusi saab muuta vastavalt vajadusele. Lisaks on võimalik riiulid eemaldada. Riiulilahenduse kõrval olev osa on mõeldud erinevatele seadmetele, mida maja vajab: elektrikilp, soojaveeboiler, päiksepaneelide akud ning 5-10 kw generaator.



Joonis 27. Rattanagi ja peidetud panipaik

Antud joonisel (Joonis 27) on välja toodud panipaiga teine kasutusvõimalus, kus on eemaldatud riiulid ning on võimalik konksudel hoiustada näiteks jalgratas. Selline võimalus aitab esemeid hoida ilmastikuolude eest kaitstud ning võimaldab ümber maja olevaid tarbeesemeid kompaktselt ära paigutada. Mõlemad panipaiga avad on suletavad rullustega.



Joonis 28. Panipaiga toimivus

Panipaiga külgseinad on tehtud liigendiga (Joonis 28), et tagada võimalus panipaiga seinad kokku panna transpordi ajaks. Pärast transpordi saab külgseinad lahti lükata ning riiulid seinte vahele panna, muutes seinad jäigemaks ja liikumatuks. Samuti on liigendite küljes lukustid, mis väldivad seinte kokku vajumise võimalust. Panipaiga ukseks valisid autorid rullukse, [38] mis tagab ruumikokkuhoiu panipaiga sees kui ka väljas. Uks rullub ülevalt alla ning seda on võimalik ka lukustada, et tagada turvalisus ning kaitse ilmastikuolude eest. Uste üleval olev kast on uste ajam, kuhu sisse uks ennast iseseisvalt rulli keerab.

## 6. MIKROMAJA TEISALDAMINE

Lähtudes mikromaja eesmärgist olla mobiilne löid autorid mikromaja alla 4 terasest aasa, mille abil on võimalik maja ülesse tõsta ning asetada veoauto peale. Mikromaja transpordi puhul tuleb organiseerida lai veos. Liiklusseadusest tulenevalt peab antud veosel olema kaasas ka saateauto, mis hoiatab vastutulevaid liiklejaid laia veose eest. [40] Kui mikromaja hakatakse transportima, tuleb eelnevat selleks korraldada veoplaan. «Autoveoseaduse» (RT I 2000, 54, 346) paragrahvi 23 ja «Liiklusseaduse» (RT I 2001, 3, 6) paragrahvi 13 lõike 3 alusel tuleb mikromaja veo korraldamiseks järgida § 5, mis kohustab veose vedajat omama luba. Luba peab olema veose vedajal alati kaasas. Veoloa väljastab tee omanik, mille kaudu veost hakatakse vedama. Tee, mille kaudu mikromaja hakatakse vedama, tuleb mikromaja omanikul ise planeerida ning soovitatavalt öösel, kui on vähe liiklust ning tuleb jälgida, et see ei takistaks teisi liiklejaid.

## 7. MIKROMAJA LIGIKAUDNE MAKSUMUS

Mikromaja maksumus on tehtud märtsi lõpu seisuga. Muutlikus majandus olukorras on keeruline hinnata, mis võib maja maksumuseks tulevikus.

Tabel 7. Mikromaja karbi maksumus

| Materjal                                          | Kogus                | Hind, €  |
|---------------------------------------------------|----------------------|----------|
| Teras<br>(põranda karkass)                        | 40,84 m              | 1274,26  |
| Teras<br>(seinte karkass)                         | 82,84 m              | 2306,1   |
| Puit<br>(katuse karkass)                          | 115,2m               | 1285,6   |
| Katusematerjal<br>(Solarstone<br>päikesepaneelid) | 6 tk                 | 6592,00  |
| Välisvooder<br>(termopuit)                        | 42,25 m <sup>2</sup> | 855,78   |
| Lükanduksed                                       | 3tk                  | 9000,3   |
| Kokku                                             |                      | 21314,04 |

Eriti muutlikud on terase hinnad, mistõttu toovad autorid välja ehitusterase ja alternatiiv materjali liimpuidu hinnavõrdluse maja karkassi maksumuses (Tabel 8).

Tabel 8. Teras ja liimpuidu võrdlus

| Detail         | Ehitusteras, € | Liimpuit, € |
|----------------|----------------|-------------|
| Põrandakarkass | 1274,26        | 773,388     |
| Seintekarkass  | 2306,1         | 1564,751    |
| Katus          | 1285,06        | 1285,06     |
| Maksumus kokku | 4865,42        | 3623,2      |

Autorid on küsinud hinnapakumisi ning otsinud hindu mikromaja täislahenduse maksumusele (Tabel 9).

Tabel 9. Mikromaja ligikaudne maksumus märtsi hindade põhjal

| Detail                                           | Maksumus, € |
|--------------------------------------------------|-------------|
| Põrandakarkass                                   | 1274,26     |
| Seintekarkass                                    | 2306,10     |
| Katusekarkass                                    | 1285,06     |
| Päikesepaneelid                                  | 6592,00     |
| Tuuletõkkeplaat                                  | 160,67      |
| Lükand uksed, 3tk                                | 9000,03     |
| Aken, 1tk                                        | 230,83      |
| Välisuks                                         | 1092,00     |
| Siseuks (pesuruum)                               | 55,00       |
| Köök (täislahendus)                              | 5395,00     |
| Esiku kapp                                       | 980,00      |
| Köögipõrand                                      | 215,00      |
| Vannitoapõrand                                   | 86,20       |
| Elutoa ja esikuparkett                           | 172,13      |
| Trepp                                            | 3420,00     |
| Magamislavatsi põrand                            | 103,23      |
| Seinad- ( tuuletõkkeplaat, küprok, kile, , värv) | 678,3       |

| <b>Detail</b>                                     | <b>Maksumus, €</b> |
|---------------------------------------------------|--------------------|
| Lagi                                              | 204                |
| Dušinurk                                          | 249,00             |
| Kraanikauss+ kapp                                 | 350,00             |
| Pesumasin                                         | 399,99             |
| Wc pott                                           | 76,05              |
| Terrass                                           | 243,80             |
| Õue panipaik+ panipaiga uks                       | 700,13             |
| Generaator+ elektrikilbi komplekt+ soojaveeboiler | 4748,00            |
| Välisvooder/ termopuit                            | 855,78             |
| Sundventilatsioon                                 | 7,90               |
| OSB                                               | 640                |
| Kokku                                             | 40325,4            |

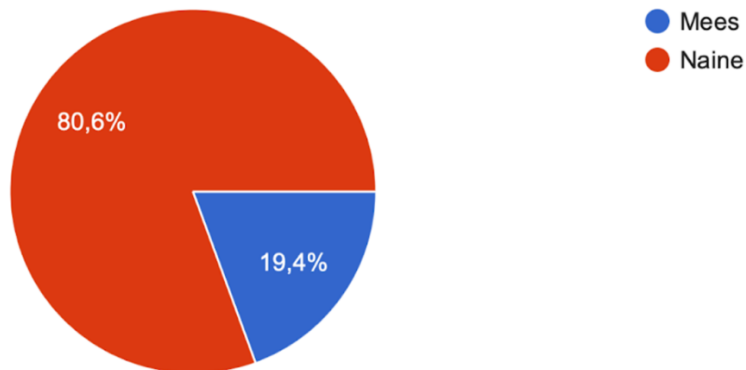
## 8. UURIMUSE LÄBIVIIMINE JA KÜSITLUSTULEMUSED

### 8.1 Metoodika

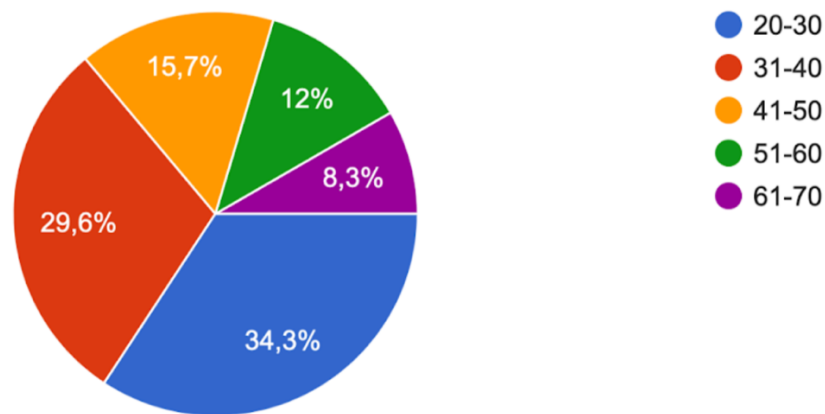
Lõputöö eesmärgiks on luua mikromaja disain, mis on kvaliteetsete ja kompaksete lahendustega. Mikromaja disainis soovitakse lähtuda sellest, et maja oleks loodussõbralik, maksumuselt enamikele kättesaadav ning praktiline. Sellest tulenevalt soovisid autorid hinnata inimeste harjumusi ning vajadusi mikromaja puhul. Autorid viisid läbi ankeetküsitluse Google Forms'i keskkonnas. Küsitluse käigus paluti vastata seitsmele küsimusele. Küsimuste koostamisel lähtuti autorite ideedest ning vajadustest.

### 8.2 Tulemused

Küsitlusele vastas 108 inimest, kellest suurem osa olid naissoost (80,6%) ning meessoost isikuid oli kõigest 19,4% (Joonis 29). Põhi vastajateks olid 20-30-aastased inimesed ning kõige vähem vastanuid oli vanuses 61-70 (Joonis 30).

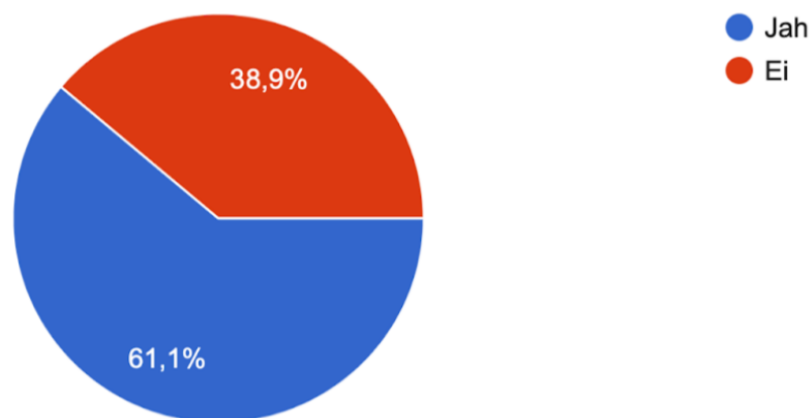


Joonis 29. Vastanute sugu



Joonis 30. Vastanute vanus

Lõputöö autorid soovisid küsitluse käigus välja selgitada, kas inimestel oleks huvi mikromaja soetada, et hinnata tulevikus potentsiaalsete klientide kogust. Suurem osa vastanutest (61,1%) on mõelnud mikromaja soetamise peale, kuid küsitluse käigus selgus, et leidub ka neid, kes pole (Joonis 31).



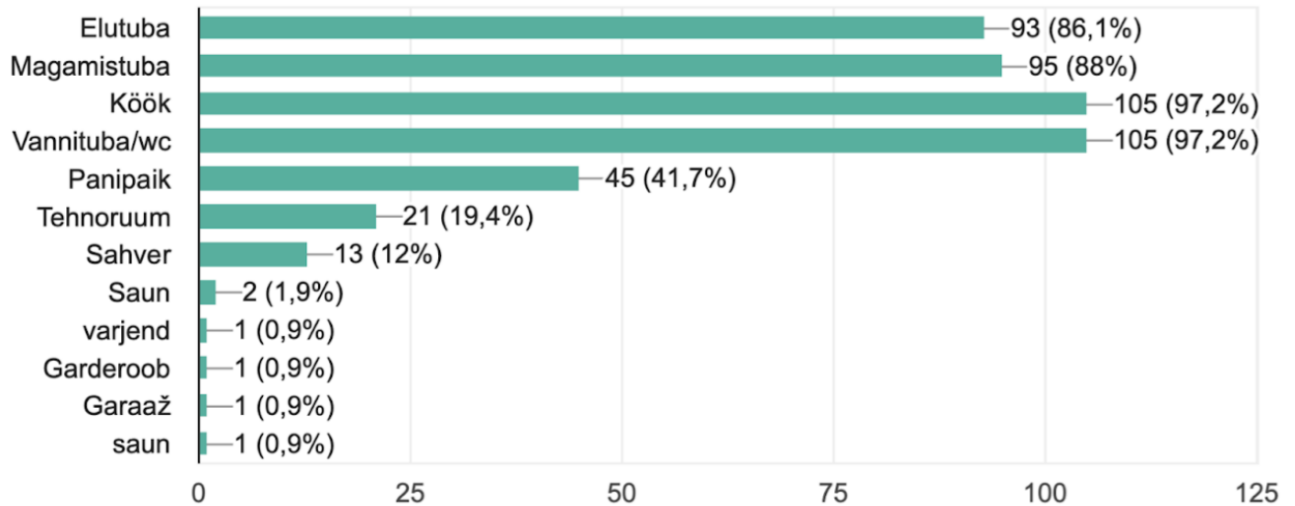
Joonis 31. Vastanute huvi mikromaja soetamise vastu

Mikromaja autorid panid enda jaoks paika kõige olulisemad ruumid majapidamises, mida pidasid vajalikuks projekti loomise käigus. Kuna inimesed on erinevate elamistingimuste ning võimalustega harjunud, siis soovisid autorid hinnata nende harjumusi ning vajadusi. Küsitluse käigus selgus, et vastanute jaoks on kõige olulisemad ruumid majapidamises (Joonis 32):

1. vannituba/wc ning köök (105 vastanut);

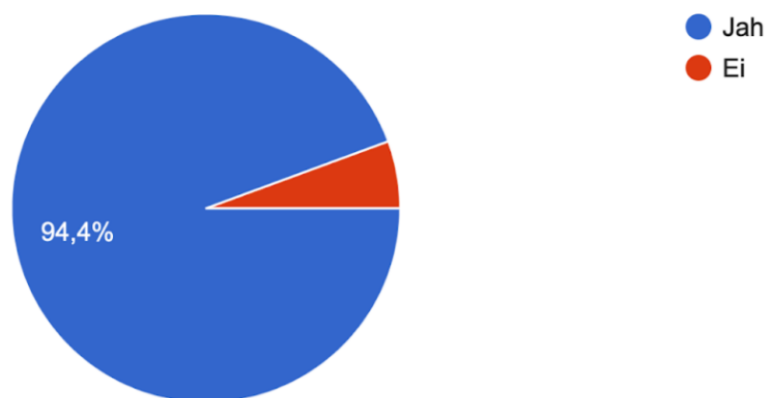
2. magamistuba (95 vastanut);
3. elutuba (93 vastanut).

Kõige vähem peavad inimeseks oluliseks sauna, garaaži, varjendit, garderoobi ning sahvrit.



Joonis 32. Kõige olulisemad ruumid majapidamises

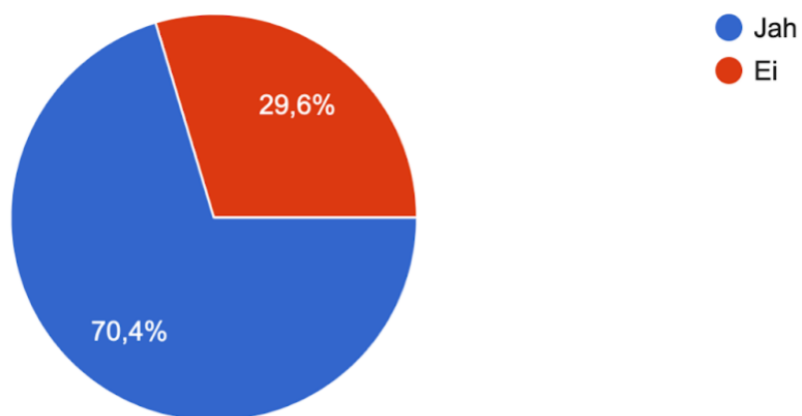
Disainis lähtuti kompaktsusest ning ruumi ära kasutamisest, mille tõttu sooviti välja selgitada, kui suur potentsiaal oleks seina sees olevatel sahtlitel/kappide ja riiulitel. Enamik vastanutest pidas seda oluliseks ning eelistab peidetud lahendusi (94,4%) (Joonis 33).



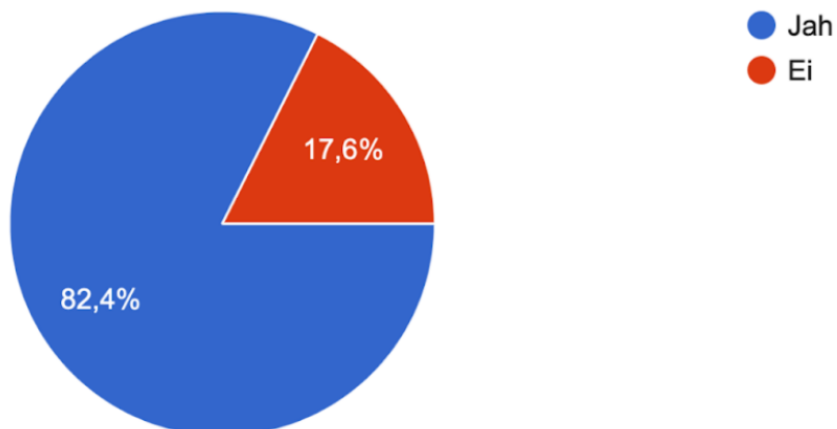
Joonis 33. Eelistused ruumi kasutuse kohta

Üks eesmärkidest oli võimalus mikromaja teisdada erinevatele kruntidele. 70,4 % (Joonis 34) vastanutest pidas seda oluliseks. Tõestades, et inimesed on sellisest lahendusest huvitatud ning

kasutaksid võimalust mikromaja transportida. Küsitluses selgus, et inimesed peavad oluliseks, et maja oleks nullenergiaga. Lausa 82,4% (Joonis 35) vastanutest peavad nullenergiat oluliseks ning see kinnitas autoritele, et nullenergia on inimestele oluline ning seetõttu tuleks autoritel mikromaja kindlasti tulevikus edasi arendada.



Joonis 34. Vastanute huvi mikromaja teisaldamise osas



Joonis 35. Vastanute huvi Nullenergia osas

## KOKKUVÕTE

Mikromajade ehitamine on tänapäeval kasvav trend, mis kogub populaarsust inimeste seas, kes soovivad linnamelu eest rahulikku loodusesse pageda. Lähtudes märgatud probleemist, mis jätab väike majade ruumi kasutuse ebapraktiliseks, löid autorid mikromajale omapärase disainilahenduse, võttes arvesse erinevate ruumide otstarvet ning pindala.

Lähtudes püstitatud eesmärkidest, löid autorid mikromaja, mis on looduslähedane, madalate ülalpidamiskuludega, mobiilne, praktiline ning ei vaja ehitusluba. Disainilahenduses keskendusid autorid efektiivsele ruumikasutusele, kompaktsusele ning materjali kokkuhoiule. Töö käigus viisid autorid läbi küsitluse, et veenduda, kas autorite enda soovid ning tulevaste klientide soovid vastavad ootustele.

Küsitluse tulemuste põhjal selgusid vastanute vajadused ja eelistused. Vastanute väärtushinnangud kattuvad autorite eelistuste ja töös loodud praktiliste lahendustega. Inimesed kasutaksid võimalust mikromaja teisaldada ning soovivad, et mikromaja oleks võimalikult praktiliste lahendustega. Mikromaja soetamine võib küll alguses olla kallis, kuid tänu säästlikule ja praktilisele lahendusele on võimalus mikromaja odavalt ülalpidada, mis aastatega tasub ennast ära. Looduslähedus ning päikseenergia kasutamine mikromajas, loob inimesele ühe praktilise ning loodusliku keskkonnaga elamispinna.

Tulevikus on autoritel soov mikromaja edasi arenda ning tagada majale nullenergia lahendus.

## SUMMARY

The building of micro-houses is a growing trend that's gaining popularity amongst people who are looking to get away from the city noise and escape to tranquil nature. Basing off a common problem that was spotted amongst micro-houses which is impractical space utilization, the authors created a unique design, taking into account the rooms' purpose and limited area.

Taking into account, the goals that were set, the authors created a micro-house that is close to nature, with low maintenance costs, mobile, practical and doesn't require a construction permit.

In the design, the authors concentrated on effective usage of space, compactness and economical usage of materials. During the process, the authors conducted a survey to verify whether their own ideas are matching the expectations of possible future clients.

The survey revealed the target groups' needs and preferences which overlapped with the authors preferences and practical design solutions. Potential customers would use it's feature of being transportable and are expecting it to utilize as many practical solutions as possible. The price might be high outright, but because it's sustainable and practical, the low up-keeping costs will pay off within years.

Being in the nature and using solar energy creates a practical and nature friendly living space.

In the future, the authors would like to further develop the project to reach zero-energy solution.

## VIIDATUD ALLIKAD

- [1] „What's a micro house?“, 21. detsember, 2021. [Võrgumaterjal]. Available: [https://hipages.com.au/article/whats\\_a\\_micro\\_house](https://hipages.com.au/article/whats_a_micro_house).
- [2] M. Tracker, „Micro houses in Europe: an urban trend born of economic necessity?“, [Võrgumaterjal]. Available: <http://mb.cision.com/Public/6412/9905287/b4a1e7a2074807ed.pdf>. [Kasutatud 27. detsember, 2021].
- [3] Comfyliving, „22 Tiny House Statistics, Fact and Trends for 2022“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://comfyliving.net/tiny-house-statistics/>. [Kasutatud 27. detsember, 2021].
- [4] „Small House Society“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://smallhousesociety.net/about/>. [Kasutatud 27. detsember, 2021].
- [5] IPropertymanagement, „Tiny House Statistics“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://ipropertymanagement.com/research/tiny-home-statistics>. [Kasutatud 27. detsember, 2021].
- [6] Statistikaamet, „Ehitushinnaindeksi muutus võrreldes eelmise aastaga“, [Võrgumaterjal]. Available: [https://andmed.stat.ee/et/stat/majandus\\_\\_hinnad/IA09](https://andmed.stat.ee/et/stat/majandus__hinnad/IA09). [Kasutatud 27. detsember, 2021].
- [7] Statistikaamet, „Eluaseme hinnaindeksi muutus võrreldes eelmise aastaga“, [Võrgumaterjal]. Available: [https://andmed.stat.ee/et/stat/majandus\\_\\_hinnad/IA027](https://andmed.stat.ee/et/stat/majandus__hinnad/IA027). [Kasutatud 27. detsember, 2021].
- [8] Hange, „Mida jälgida minimaja rajamisel?“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.hange.ee/blogi/mida-jalgida-minimaja-rajamisel/>. [Kasutatud 28. detsember, 2021].
- [9] J. Orgusaar, „Mikromajad“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.jaanusorgusaar.com/mikromajad/?lang=et>. [Kasutatud 28. detsember, 2021].
- [10] K. o. t. g. cabin, „Mis teeb meid eriliseks?“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://karg.ee/et/mis-teeb-meid-eriliseks/>. [Kasutatud 28. detsember, 2021].
- [11] T1House, „T1Majad“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.t1house.com/ee>. [Kasutatud 28. detsember, 2021].

- [12] Koda, „Koda,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://kodasema.com/et/>. [Kasutatud 28. detsember, 2021].
- [13] T. Masso, Väikemajad, Tallinn: Valgus, 1990.
- [14] Metall24, „Nelikan100x100,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.metall24.ee/tooted/nelikan-100x100-s235jr/nelikantraud>. [Kasutatud 04. jaanuar, 2022].
- [15] V. K. J. Aare, Metallkonstruktsioonid 1, Tallinn: Eesti Riiklik Kirjastus, 1961.
- [16] P. K. L. A. V. R. Kulu, Materjalitehnika, Tallinn: TTÜ Kirjastus, 2015.
- [17] E. OÜ, „U-profiil,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://exmet.ee/teras/u-profiil/>. [Kasutatud 07. jaanuar, 2022].
- [18] Puumarket, „Katuse ehitamine,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://puumarket.ee/katuse-ehitamine/>. [Kasutatud 05. märts, 2022].
- [19] Puumarket, „Tugevussorteeritud puit,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.liimpuit.ee/tugevussorteeritud-puit/>. [Kasutatud 05. märts, 2022].
- [20] Puumarket, „Tugevussorteeritud puit,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://puumarket.ee/tooteinfo/puitmaterjal/tugevussorteeritud-puit/>. [Kasutatud 07. jaanuar, 2022].
- [21] L.-M. Raado, Ehitusmaterjalid, Tallinn: SA Professor Karl Öigeri Stipendiumifond, 2018.
- [22] Puumarket, „Termopuit,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://puumarket.ee/tooteinfo/puitmaterjal/termopuit/>. [Kasutatud 08. jaanuar, 2022].
- [23] Puit ja selle kasutamine, Tallinn: Ehitame, 2006.
- [24] B. Techinfus, „Rough floor of a frame house on screw piles,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://buildex.techinfus.com/en/montazhnye-raboty/pol-na-svayah.html>. [Kasutatud 09. jaanuar, 2022].
- [25] Paroc, „Hoonete soojustamine,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.paroc.ee/lahendused/hoonete-soojustamine/katused/kaldekatus-katusetalad>. [Kasutatud 08. jaanuar, 2022].
- [26] Solarstone, „Päikesepaneelid,“ [Võrgumaterjal]. Available: [https://solarstone.ee/?gclid=Cj0KCQiA3rKQBhCNARIsACUEW\\_azUeguNYy4KJIKL9lkrTHGXrcwi50vjHalUIeSGJP4MOBLPg5Yd4saApldEALw\\_wcB](https://solarstone.ee/?gclid=Cj0KCQiA3rKQBhCNARIsACUEW_azUeguNYy4KJIKL9lkrTHGXrcwi50vjHalUIeSGJP4MOBLPg5Yd4saApldEALw_wcB). [Kasutatud 08. jaanuar, 2022].

- [27] E. Org, „What are the advantages and disadvantages of solar energy?“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://earth.org/what-are-the-advantages-and-disadvantages-of-solar-energy/>. [Kasutatud 11. jaanuar, 2022].
- [28] J. R. Tietokirjat, Väikeelamu katusekatte- ja välisvoodritööd, Tallinn: Ehitaja Raamatukogu, 2005.
- [29] Solarstone, „Full Roos BIPV System with Click- on Framing“, [Võrgumaterjal]. Available: [https://solarstone.ee/wp-content/uploads/2022/03/Click-on-datasheet-032022\\_compressed.pdf](https://solarstone.ee/wp-content/uploads/2022/03/Click-on-datasheet-032022_compressed.pdf). [Kasutatud 08. märts, 2022].
- [30] BioOil, „Biodiisel“, [Võrgumaterjal]. Available: <http://biooil.ee/biodiisel/>. [Kasutatud 09. jaanuar, 2022].
- [31] M. OÜ, „Materjalid“, [Võrgumaterjal]. Available: <http://melikor.ee/materjalid/>. [Kasutatud 15. jaanuar, 2022].
- [32] SoWood, „Saare puit on tugev ja elastne“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.sowood.ee/saare-puit-on-tugev-ja-elastne/>. [Kasutatud 18. jaanuar, 2022].
- [33] SisustusProff, „Korvsüsteemid“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://sisustusproff.ee/korvsusteemid/>. [Kasutatud 15. jaanuar, 2022].
- [34] Thermory, „Termotöödeldud terrassilauad on vastupidavad ja stabiilsed“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://thermory.com/et/valistooted/terrassilauad/>. [Kasutatud 17. jaanuar, 2022].
- [35] AruTech, „Klaaspakett“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.arutech.ee/et/plastik-pvc-aknad-plastaknad/klaaspakett>. [Kasutatud 19. jaanuar, 2022].
- [36] A. p. aknad, „PSK paralleelselt kallutatav lükanduks“, [Võrgumaterjal]. Available: [https://www.arutech.ee/et/liuguksed-ja-voldikuksed/psk-paralleelselt-kallutatav-lukanduks?fbclid=IwAR1x4iUzk3DSju3JzrrIhdlY2FEL8wTW\\_L6TWnwEWt0Y3qQ7sESz8v5tLRY](https://www.arutech.ee/et/liuguksed-ja-voldikuksed/psk-paralleelselt-kallutatav-lukanduks?fbclid=IwAR1x4iUzk3DSju3JzrrIhdlY2FEL8wTW_L6TWnwEWt0Y3qQ7sESz8v5tLRY). [Kasutatud 08. märts, 2022].
- [37] McCoyMart, „7 reasons to choose Timber doors& windows for your home“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://mccoymart.com/post/reasons-to-choose-timber-doors-windows-for-your-home/>. [Kasutatud 20. jaanuar, 2022].
- [38] H. uksete has, „Uksed“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.uksete has.ee/tooted/active-1pk-1ps-1r/>. [Kasutatud 11. märts, 2022].
- [39] Doorfiks, „Rulluksed“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://doorfiks.ee/garaaziuksed/rulluksed/>. [Kasutatud 04. märts, 2022].

- [40] Riigiteataja, „Suuremõõtmelise ja/või raskekaalulise autoveo eeskiri,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/27067>. [Kasutatud 20. jaanuar, 2022].
- [41] Green Building and Leed core concepts guide, Washington: U.S. Green Building Council, 2011.

## Lisa 1. Küsimustik

---

Sugu \*

☐ Mees

☐ Naine

---

Vanus \*

☐ 20-30

☐ 31-40

☐ 41-50

☐ 51-60

☐ 61-70

Kas olete mõelnud Mikromaja/väikemaja soetamise peale? \*

☐ Jah

☐ Ei

Kas eelistaksite, et riulid/sahtlid/kapid asuksid maja seina sees, et hoida ruumi kokku?

☐ Jah

☐ Ei

...

Kas kasutaksite võimalust kui mikromaja oleks võimalik transportida? \*

☐ Jah

☐ Ei

Kas Teie jaoks on oluline, et maja oleks Nullenergiaga? (Kasutab ära ise toodetud energiat) \*

☐ Jah

☐ Ei

Mis ruumid on Teie silmis kõige vajalikumad majapidamises? \*

☐ Elutuba

☐ Magamistuba

☐ Köök

☐ Vannituba/wc

☐ Panipaik

☐ Tehnoruum

☐ Sahver

☐ Muu...