



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
INSENERITEADUSKOND  
Tartu kolledž

**RINGMAJANDUSE KONTSEPTSIOONI  
RAKENDAMINE MOODULMAJA 369RING  
TOOTMISSÜSTEEMI NÄITEL**

**IMPLEMENTATION OF THE CIRCULAR ECONOMY  
CONCEPT ON THE EXAMPLE OF A MODULAR HOUSE  
369RING PRODUCTION SYSTEM**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Nele Teetamm

Üliõpilaskood 204110NAEM

Juhendaja: Egge Haiba, PhD, vanemlektor

*(Tiitellehe pöördel)*

## **AUTORIDEKLARATSIOON**

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad,

kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“.....” ..... 20.....

Autor: .....

/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

“.....” ..... 20.....

Juhendaja: .....

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”.....20... .

Kaitsmiskomisjoni esimees .....

/ nimi ja allkiri /

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks<sup>1</sup>**

Mina, Nele Teetamm

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

*Ringmajanduse kontseptsiooni rakendamine mooduli 369Ring tootmissüsteemi näitel,*

mille juhendaja on Egge Haiba,

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

---

\_\_\_\_\_ (kuupäev)

---

<sup>1</sup> Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingu tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

# Tartu kolledž

## LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

**Üliõpilane:** Nele Teetamm, 204110NAEM  
Õppekava, peeriala: NAEM06/18, Tööstusökoloogia  
**Juhendaja:** vanemlektor, Egge Haiba, PhD, +372 620 4806  
**Konsultant:** Egle Vogt, innovatsioonijuht, Harmet OÜ  
egle.vogt@harmet.ee, +372 666 0420

### Lõputöö teema:

Ringmajanduse kontseptsiooni rakendamine moodulmaja 369Ring tootmissüsteemi näitel

*Implementation of the circular economy concept on the example of a modular house 369Ring production system*

### Lõputöö põhieesmärgid:

1. Uurida arenduses oleva 369Ring tootmissüsteemi kuuluva mooduli vastavust ringmajanduse põhimõtetele.
2. Uurida moodulis olemasolevate ja võimalike kasutatavate materjalide vastavust ringmajanduse põhimõtetele.

### Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Kirjanduse ülevaate koostamine	13.03.22
2.	Materjalide läbitöötamine ja uurimustöö läbiviimine	10.04.22
2.	Tulemuste ja arutelu kirjeldamine	05.05.22
3.	Lõputöö esitamine	25.05.22

**Töö keel:** eesti keel **Lõputöö esitamise tähtaeg:** "25"mai 2022 a

**Üliõpilane:** Nele Teetamm ..... ".....".....20.....a  
/allkiri/

**Juhendaja:** Egge Haiba ..... ".....".....20.....a  
/allkiri/

**Konsultant:** Egle Vogt ..... ".....".....20.....a  
/allkiri/

**Programmijuht:** Jane Raamets ..... ".....".....20.....a  
/allkiri/

*Kinnise kaitsmise ja/või lõputöö avalikustamise piirangu tingimused formuleeritakse pöördel*

# SISUKORD

EESSÕNA .....	6
SISSEJUHATUS .....	7
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE .....	9
1.1 Ringmajandus .....	9
1.2 Ringmajanduse põhimõtted ja materjalide valik .....	10
1.3 Ringmajandus ehitustööstuses .....	14
1.3.1 Moodulmaja .....	16
1.4 Harmet OÜ .....	17
1.4.1 369Ring tootmissüsteem .....	18
2. MATERJAL JA METOODIKA .....	21
3. TULEMUSED JA ARUTELU .....	24
3.1 Elementide materjalide loetelu ja lõiked .....	24
3.2 Materjalide kirjeldus .....	30
3.3 Materjalide vastavus ringmajanduse põhimõtetele .....	37
3.4 Elementide vastavus ringmajanduse põhimõtetele .....	41
4. Järeldused .....	43
KOKKUVÕTE .....	44
SUMMARY .....	46
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU .....	48
LISA 1. SERTIFIKAATIDE TABELID .....	58

## EESSÕNA

Magistritöö teema pakuti välja ettevõtte Harmet OÜ poolt seoses uue arengujärgus 369Ring tootmissüsteemi välja töötamisega. Ettevõtte poolseks ülesandeks oli leida antud tootmissüsteemi kuuluva mooduli materjalid, mis oleksid sobilikud nii ettevõttele kui ka vastaksid oma omadustelt ringmajanduse põhimõtetele. Mooduli algandmed koguti ettevõttelt Harmet OÜ, andmete ja joonistega abistas konsultant Egle Vogt.

Käesoleva magistritöö autor avaldab suurt tänu juhendajale Egge Haiba´le ja konsultant Egle Vogt´ile, kes olid alati abivalmis. Suured tänud kuuluvad ka mu perekonnale, kes mind õpingutes toetasid ja motiveerisid.

Võtmesõnad: *ringmajandus, ringmajanduse põhimõtted, moodulmaja, moodul, tootmissüsteem*

## SISSEJUHATUS

Inimtegevusest põhjustatud kliimamõju ja piiratud ressursside ületarbimine on lineaarse majanduse põhimõtete pikaajalise järgimise tagajärg. Täna olukorras, kus rahvastiku kasv ja linnastumine, ei ole nende põhimõtete järgimine enam jätkusuutlik ega otstarbekas. [1] Probleemi lahendamiseks on vaja tarbida ja toota tooteid, mida on võimalik pärast kasutusfaasi keskkonda tagastada või hiljem lahti võetuna uuesti ringlusse anda, sealjuures mõjutamata keskkonda. Lineaarse majanduse ja ringmajanduse erinevus seisnebki jäätmete tekitamises. See tähendab seda, et ringmajanduses tekkivad jäätmed on kas biolagunevad jäätmed või jäätmed, mida saab uuesti ringlusesse võtta, kuid lineaarse puhul ringlust ei toimu. [2]

Ringmajanduse seisukohast on ehitussektor üks valdkondadest, mille parem ja keskkonnahoidlikum majandamine võimaldab oluliselt mõjutada nii ressursside tarbimist kui ka jäätmete tekitamist. Ringmajanduse kontseptsiooni kaasamine ehituse põhitegevustesse aitab kaasa keskkonna väärtuste säilitamisele ja ehitusektori jätkusuutlikumale arengule.[3]

Eesti suurim moodulmaja tehas Harmet OÜ on alustanud uue arengujärgus 369Ring tootmissüsteemi välja töötamisega. Tootmissüsteemi välja töötamisel lähtutakse ringmajanduse põhimõtetest, eesmärgiga leida jätkusuutlikumad lahendused ja nende lahenduste parem majandamine. Magistritöö eesmärgiks on uurida arengujärgus 369Ring tootmissüsteemi kuuluva mooduli materjalide vastavust ringmajanduse põhimõtetele. Selleks on oluline välja selgitada, millistele ringmajanduse põhimõtetele materjalid peavad vastama ja millised on nende taaskasutusvõimalused. Lisaks uuritakse ringlusest tulnud ehk taaskasutatud materjalide sisaldust.

369Ring tootmissüsteemi kuuluv moodul koosneb otsa-, põranda-, lae-, seina- ja fassaadielemendist ja katusest. Laeelement, põrandaelement ja kaks otsaelement moodustavad ruumimooduli, mille materjalid on juba eelnevalt arendustöö käigus kindlaks määratud ja vastavad 369 Pattern Building lahendusele. [41] Magistritöös keskendutakse ainult mooduli elementides kasutatud materjalidele, kuna töömaht ei võimalda põhjalikumat käsitlemist.

Eesmärgi saavutamiseks uuritakse moodulis olemasolevate materjalide kui ka arengujärgus ehk võimalike kasutatavate materjalide taaskasutusvõimalusi ja nende vastavust ringmajanduse põhimõtetele ja püstitatakse järgmised ülesanded:

- Hinnatakse juba arendustöö käigus kindlaks määratud elementide materjalide vastavust, mis vastavad 369 Pattern Building lahendusele. [41]
- Hinnatakse arengujärgus elementide materjalide vastavust, mis lisanduvad juba arendustöö käigus kindlaks määratud materjalidele, milleks on:
  - põrandakatte materjalid,
  - seinaelemendi materjalid,
  - fassaadielemendi materjalid,
  - katuse materjalid.

Materjalide valikul võetakse arvesse ettevõttepoolse konsultandi Egle Vogt'i soovitusi ja seisukohti, kellel on antud valdkonnas suurepärased teadmised ja pikaajaline kogemus.

Käesoleva magistritööle püstitati järgmine hüpotees:

- Arendamisel oleva 369Ring tootmissüsteemi kuuluva mooduli materjalid on võimalik valida selliselt, et need vastavad vähemalt 80% ulatuses ringmajanduse põhimõtetele.

Andmete saamiseks kasutatakse erinevaid sertifikaate, dokumente, paigaldusjuhendeid, kasutusjuhendeid ja tootelehti. Näitena kasutatakse Harmet OÜ 369Ring tootmissüsteemi algandmeid ja jooniseid. Tulemuste saamiseks ja andmete analüüsimiseks koostatakse vastavad vastavustabelid. Tabelite tegemisel kasutakse MS Exceli programmi, jooniste ning visandite tegemisel kasutakse Miro app'i, AutoDesk „AutoCad“ Architecture ja AutoDesk „Inventor“ 3D joonestamise programme.

Koostatavad vastavustabelid on aluseks materjalide magistritöö eesmärgi saavutamiseks. Materjalide vastavuse juures on oluline lisaks ka nende sertifitseeritus. Sertifitseeritud materjalidel on ringmajanduse seisukohalt eelistatud, kuna sertifikaatidega tagatakse materjalide teaduspõhine hindamine ja usaldusväärsus. [17] Sellest lähtuvalt leitakse kõikidele materjalidele sertifikaadid. Töö autori poolt koostatud sertifikaatide tabelid on välja toodud Lisas 1.

Lõpptulemus võimaldab hinnata kas arendatava 369Ring tootmissüsteemi kuuluva mooduli materjalid on võimalik valida selliselt, et need vastaksid vähemalt 80% ulatuses ringmajanduse põhimõtetele.



# 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

## 1.1 Ringmajandus

Ringmajanduse kontseptsioon on välja kujunenud erinevatest mõttesuundadest nagu tööstusökoloogia, sinine majandus, biomimikri, hällist-hällini, jt. Tööstusökoloogia keskendub kahjulike keskkonnamõjude vähendamisele, mida põhjustavad ressursimahukad tootmisüksused ja energiatehased. Biomimikri on lihtsustatult öeldes bioloogia matkimine, mis võib ulatuda erinevatele tasanditele, nagu konkreetse organismi käitumise järgimine. Ringmajanduse aluseks peetakse sinise majanduse kontseptsiooni, mille aluseks on võetud nii tööstusökoloogia kui ka biomimikri põhimõtteid. Selle kontseptsiooni aluseks on lahendused, kus ühe ettevõtte jäätmed on sisendiks teise jaoks, mis viib nulljäätmete tekkimiseni. [4] Sinisele majandusele sarnaselt on ülesehitatud ka hällis-hällini kontseptsioon, kus lähtutakse põhimõttest, et jäätmeid ei eksisteeri. Jäätmete mõiste kaotamine tähendab seda, et asjade (tooted, pakendid, süsteemid) kujundamist tuleb algusest peale luua ja/või disainida teadmise, et jäätmeid ei teki. [5] [4]

Ringmajandust on Kircherr ja teiste [6] poolt kirjeldatud kui majandussüsteemi, millel põhinevad ärimudelid asendavad lineaarse kontseptsiooni. Tehes seda läbi materjalide vähendamise, taaskasutamise ja ringlussevõtu tootmis-, turustus- ja tarbimisprotsessides. Seega toimib ringmajandus nii mikrotasandil (tooted, ettevõtted, tarbijad), mesotasandil (ökotööstuspargid) kui ka makrotasandil (linn, piirkond, riik ja kaugemalgi). Eesmärgiks on saavutada säästev areng, mis eeldab keskkonnakvaliteedi, majandusliku õitsengu ja sotsiaalse õigluse loomist praeguste ning tulevaste põlvkondade hüvanguks.

Ringmajanduse idee seisneb selles, et tuleb disainida ja luua toode, mida oleks pärast kasutamise lõppemist võimalik süstemaatiliselt lahti võtta, uuesti kokku panna ja kasutusse anda. See mitte ainult ei aita kaasa ringmajandusele, mis keskendub hällist-hällini kontseptsioonile, vaid ka tootmiskulude drastilisele langusele. [7]

Ringmajanduse kontseptsiooni kirjeldatakse kui süsteemset ja koostööpõhist käsitusviisi, mis võimaldab teha radikaalseid otsuseid ja leida lahendusi jätkusuutlikku ühiskonna tagamiseks. Hollandis tehtud uuringu käigus, kus küsitleti 11 ringmajandusel põhinevat ettevõtet, leiti, et kesksel kohal on koostööle orienteeritud innovatsioon. Selleks, et ringmajanduse kontseptsiooni oleks võimalik rakendada, peab eemaldama

peamised takistused, milleks on ringmajanduse tehniliste teadmiste puudulikkus ja tehniliste uuenduste sisseviimise keerukus. Koostööle orienteeritud innovatsiooni suurima potentsiaali ja mõju saavutamiseks peavad ettevõtte tegevused olema koordineeritud ja süsteemsed. Vastavalt Euroopa Liidu kestliku hoonestatud keskkonna strateegiale [27], peaks ettevõtte järgima ringmajanduse põhimõtteid selliselt, et turule jõudvad ringtooted ja teenused säilitavad terviklikkuse ning koguvad väärtust terve potentsiaalse elutsükli jooksul. [8]

Ringmajanduse põhimõtete kaasamine nõuab nii toodete, ärimudelite, linnade ja lineaarsete süsteemide ümberkujundamist, mis on kestnud viimaseid sajandeid. Ei ole ühtset viisi, kuidas kujundada toodet või teenust, mis ei tekita jäätmeid ja reostust, või ärimudelit, mis hoiab neid kasutusel aastaid. Tähtis on see, et millegi kavandamisel tehakse olulisi otsuseid, mis mõjutavad selle tootmist, kasutamist ja seda, mis juhtub siis, kui seda enam ei vajata või ei taheta. [9]

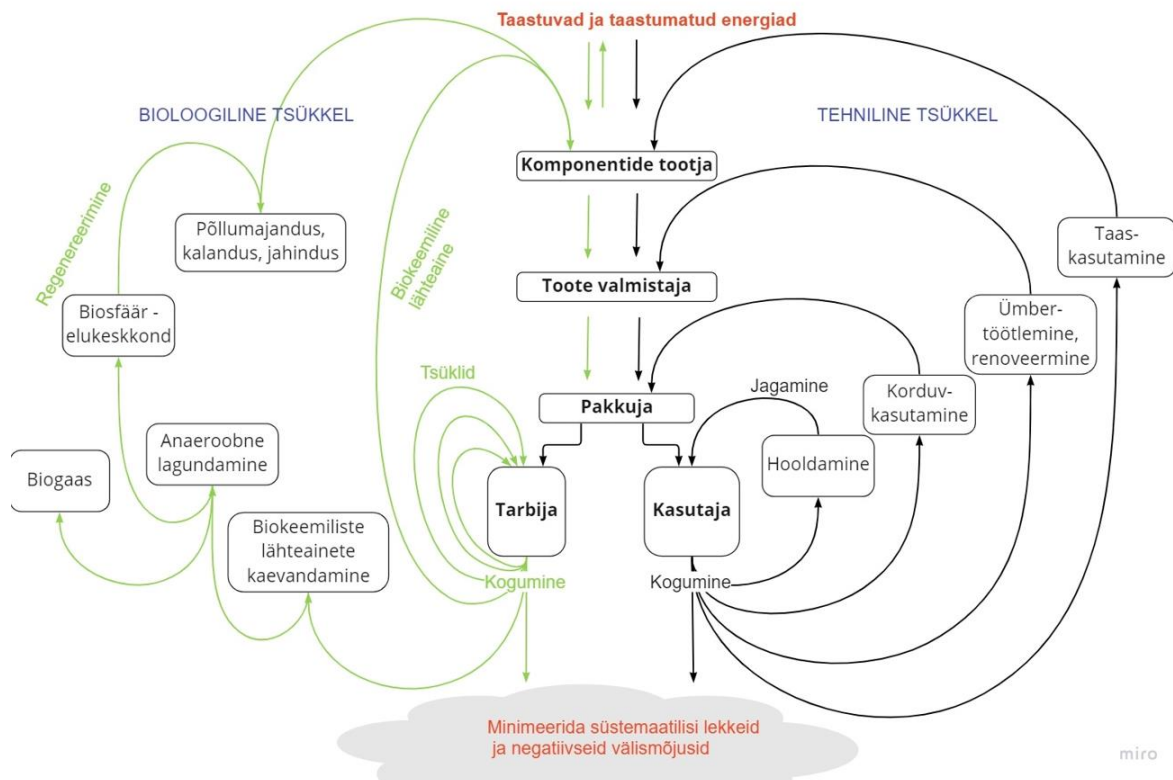
## **1.2 Ringmajanduse põhimõtted ja materjalide valik**

Ringmajanduse põhiolemus tähendab seda, et tooted on pidevas ringluses ja vähendades seeläbi jäätmete teket. Ringmajanduse kolme peamise põhimõtte keskmes on disain, mille abil saab kõrvaldada negatiivsed mõjud, mis kahjustavad looduskeskkonda ja inimeste tervist. [10]

Ringmajanduse kolm peamist põhimõtet on:

- 1) kõrvaldada jäätmeid ja reostust – on oluline disainida toode juba algsest selliselt, et see ei tekitaks jäätmeid ega reostust, s.t toode peab olema taaskasutatav ja ohutu keskkonnale;
- 2) lasta ringlusse tooteid ja materjale – tooted on korduvkasutatavad, uuendatavad ja ringlusse võetavad;
- 3) taastada loodust – kasutades taastuenergiat. [10]

Ringmajanduse süsteem koosneb tehnilisest ja bioloogilisest tsüklist (vt joonis 1.1). Tehnilise tsükli eesmärk on hoida tooteid võimalikult kaua kasutusel, et need ei muutuks jäätmeteks, tehes seda läbi korduvkasutamise, parandamise, ümbertöötlemise ja ringlussevõtu kaudu. Bioloogilises tsükli suunatakse biolagunevad tooted läbi anaeroobse kääritamise või kompostimise kaudu tagasi loodusesse. [11]



Joonis 1.1. Ringmajanduse süsteem – bioloogiline ja tehniline tsükkel (eesti keelde tõlgitud töö autori poolt) [12]

Lähtudes tehnilisest tsüklist jagunevad ringmajanduse põhimõtted neljaks:

- 1) korduvkasutamine – toote või materjali eluea pikendamine;
- 2) uuendamine, renoveerimine – toote eluea pikendamine läbi parandamise või uuendamise, mis peab olema võimalikult kergesti saavutatav;
- 3) ümbertöötlemine – pärast toote tagastamist tootja juurde, see töödeldakse ümber vajalike komponentide väljavahetamisega, et toote saaks uuesti kasutusse anda;
- 4) taaskasutamine – toode tuleb kujundada selliselt, et see oleks valmistatud võimalikult puhastest materjalidest ja mida oleks võimalik tagastada ringlussevõtuks. [13]

Uuendamise, renoveerimise ja ümbertöötlemise juures on oluline toodete ja materjalide lahtivõetavus. Lahtivõetavus tagab ligipääsu hoone kõikidele osadele, selleks et neid oleks võimalik siis kas parandada, uuendada või hooldada.[3]

Tehnilise tsükli jaoks sobivaid materjale ei saa bioloogiline süsteem tarbida ega muul viisil töödelda. Tehniliste materjalide näideteks on metallid ja plastid. Neid saab pärast kasutusfaasi lahti võtta ja uuesti kasutada või füüsiliselt ja/või keemiliselt muuta. Bioloogiliseks tsükliks sobivad materjalid on loodud naasma keskkonda nende kasutusfaasi ajal või pärast seda. Näiteks puit, puuvillakiud ja paber kuuluvad

bioloogiliste materjalide hulka. Samas on neid materjale võimalik ka tehnilises tsüklis kasutada kas algse kujul või muudetud kujul. [14]

Materjalid mängivad ringmajanduses olulist rolli ja nende valikul peab arvestama, et need oleksid valmistatud ohutustest koostisosadest, mida saab pidevalt ringlusse võtta. Vajadusel tuleb leida mitte sobivatele materjalidele alternatiivid. [15]

Materjali valikul peaks lähtuma järgmisest sammudest:

- 1) Materjalide loendi koostamine – teha kindlaks kas materjal on kasutatud kemikaale.
- 2) Materjali tüübi määramine – näiteks metall, plastik, puit, klaas, liim jne.
- 3) Tsükli klassifitseerimine – kas materjal vastab bioloogilisele või tehnilisele tsüklile. Tsükli valik tehakse kindlaks arvestades, mis saab tootest või materjalist pärast kasutusfaasi.
- 4) Materjalide sertifikaatide kontrollimine – tehakse kindlaks, kas materjalidel on olemas vajalikud sertifikaadid. [16]

Materjali sobivuse hindamise aluseks on materjalide sertifitseeritus, mis annab tagasisidet tootja jõupingutustele, et materjal vastaks vajalikele standarditele tagades nii inimeste tervisele kui ka keskkonnale positiivne mõju. Kasutades kolmandate osapoolte sertifitseerimisprogramme, tagatakse materjalide ja toodete usaldusvärsus, range teaduspõhine hindamine ja vastavusse viimine ülemaailmsete parimate tavade ja standarditega. Sertifitseeritud materjalidel on ringmajanduse seisukohalt eelis, kuna materjalide ja toodete sisaldus on võimalik kindlaks teha kasutades usaldusväärset allikat. [17]

Peamised sertifikaadid ja standardid, mida tooted omavad:

- „Ohutuskaart on vahend aine või segu kohta teabe edastamiseks tarneahelas, milles kirjeldatakse ohtliku aine või segu kohta seaduses ettenähtud teavet selle ohutuks käitlemiseks. Ohutuskaart teavitab potentsiaalsest ohust inimese tervisele ja keskkonnale ning peab võimaldama tarvitusele võtta vajalikud meetmed käitlejate tervise, ohutuse ja keskkonna kaitsmiseks. Vastavalt Euroopa parlamendi ja nõukogu määruses (EÜ) nr 1907/2006 (REACH-määrus) ohutuskaartidele esitatud nõuetele peab ohutuskaardi esitama mis tahes ohtlikuks klassifitseeritud aine või segu kohta, mis klassifitseeritakse Euroopa parlamendi ja nõukogu määruse (EÜ) nr 1272/2008 (CLP-määrus) II jaotise kohaselt.“ [18]
- DoP (Declaration of Performance) ehk toimivusdeklaratsioon – Toimivusdeklaratsioon on ehitustoodete määruse oluline osa. Toimivusdeklaratsioon annab teavet toote toimivuse kohta, suurendab turu

läbipaistvust ja ühtsust. Kõik tooted, mis on hõlmatud Euroopa harmoneeritud standardiga või millele on välja antud Euroopa tehniline hinnang, vajab seda deklaratsiooni ja peab olema CE-märgisega. [19]

- EN (European Standard) ehk Euroopa Standard – Eesmärk on ühtlustada ja hõlbustada ettevõtete vahelist koostöövõimet. Standardid koosnevad tehnilistest kirjeldustest, mis määratlevad nõuded toodetele, tootmisprotsessidele, teenustele või katsemeetoditele. [20]
- CE märgis – Ehitustoodete CE-märgis näitab, et toode vastab toimivusdeklaratsioonile ja seda on hinnatud vastavalt Euroopa Standardile või Euroopa tehnilisele hinnangule. [19]
- PEFC (The Programme for the Endorsement of Forest Certification) ehk säästva metsamajanduse sertifikaat – tagab metsade majandamise lähtudes nii keskkonnanõuetest kui ka sotsiaalsetest ja majanduslikest nõuetest. Igat tarneahela etappi jälgitakse hoolega, et tagada mittesäästvate allikate välja jätmise.[21]
- FSC (Forest Stewardship Council) ehk metsamajandamise sertifikaat – tagab, et FSC märgisega tooted, pärinevad hästi majandatud metsadest, kontrollitud allikatest või taaskasutatud materjalidest. [22]
- M1 (Emission class for building material) ehk ehitusmaterjalide emissiooniklassifikatsioon - M1 näitab toote emissiooniklassifikatsiooni, millele on kehtestatud piirväärtused. Piirväärtused kehtivad toote keemilisele emissioonile ja lõhnale, mis emiteeruvad tootest ruumi siseõhku. [23]
- EPD (Environmental Product Declaration) ehk toote keskkonnadeklaratsioon – toote keskkonnadeklaratsioon näitab toote keskkonnamõju ja -toimet kogu toote eluea jooksul. [24]

Ringmajandus soosib tegevusi, mis säilitavad materjalide näol toote väärtust ehk juba projekteerimisel võetakse arvesse toodete, nende osade kui ka materjalide ringluses hoidmine. [17] Toote disaini olulisust peetakse ringmajandusele üleminekul ülioluliseks rolliks ja näiteks Dokter ja teised [25] väidavad, et ligikaudu 80% nende keskkonnamõjudest määratakse kindlaks projekteerimisetapis.

Ringmajanduse visiooni nähakse ka ehitussektori ümberkujundamisel. Suurt tähelepanu pööratakse ehitussektori jäätmete tekkimisele ja uute lahenduste otsimisele. Ehitus- ja lammutusjäätmed moodustavad ligikaudu 30% kõigist tekkivatest jäätmetest Euroopa Liidus ja nende taaskasutamine ei ole atraktiivne, kuna enamus jäätmeid on saastunud ja neid on raske omavahel üksteisest eraldada. Lammutusjäätmed pärinevad vanadest hoonetest ja siiani kasutusel olnud ehitusviiside jätkamine tähendab seda, et praegu

ehitatavad hooned on aastate pärast samade probleemide ees, milleks on lammutusjäätmete mitte taaskasutamine. [26]

### **1.3 Ringmajandus ehitustööstuses**

Majandussektorid eelkõige ehitustööstus, mis on suuresti mõjutatud hoonestatud keskkonnast ja selle keskkonna mõjudest, vajavad suures mahus ressursse. Ehitusvaldkond kasutab ära rohkem kui 50% kõigist materjalidest mida kaevandatakse. Lisaks vastutab rohkem kui 35% ulatuses Euroopa Liidus tekkinud jäätmete eest ja moodustab 5-12% riikide poolt tekitatavatest kasvuhoonegaasidest. Samas on leitud, et ehitustööstuse tagajärjel tekkivate kasvuhoonegaaside hulka on võimalik vähendada ligi 80% ainuüksi sellega kui suurendatakse materjalitõhusust. [27]

Euroopa Liidu ringmajanduse tegevuskavas, mis esitati 2020. aasta 20. märtsil, toodi välja ettepanekud hoonete ja ehitussektorile, selleks et saavutada Euroopa Liidu kliimanetraalsed eesmärgid aastaks 2050. Lahendusena nähakse kestliku hoonestatud keskkonna strateegiat, mille eesmärgiks omakorda on suurendada materjalitõhusust ja siduvust erinevate valdkondade vahel alates poliitika ja kliimaga seotud küsimustest ning lõpetades oskuste arendamisega. Ringmajanduse põhimõtete edendamisel terve hoone eluea jooksul, pöörab strateegia tähelepanu järgmistele aspektidele nagu ehitustoodete jätkusuutlikkuse käsitlemisele, lammutus- ja ehitusjäätmete sihtmäärade läbivaatamisele, hoonete vastupidavusele ja kohanemisvõimele, hoonete renoveerimisele ning hoonete eluea pikendamisele. [27]

Ringmajanduse põhimõtete edendamise ja elluviimise tagamiseks on oluline ehitusvaldkonna kõikide alamvaldkondade ühtlane tase ja areng. [28] Eesti ehitusvaldkond on jaotatud neljaks osaks: tarneahela koostöövõime, tootmine, toote eluiga ja kasutamine ning toodete materjalid ja disain. Ringmajanduse põhimõtteid edendatakse igas ehitusega seotud valdkonnas ja kirjeldatakse järgmiselt:

- Tarneahela koostöövõime alla kuuluvad arhitektuur, sise- ja maastikuarhitektuur ning projekteerimine, üld- ja detailplaneeringud ja keskkonnahoidlikud riigihanked. Erilist tähelepanu pööratakse ringmajanduse seisukohalt just kihtidena ehitamisele, mis tähendab seda, et ehituse kõikidele osadele on juurdepääs ja neid saab vastavalt vajadusele parandada, kohandada, hooldada või välja vahetada. Eesmärk on säilitada ehitise struktuur, muutes selle juures ainult näiteks fassaadi või ruumilahendust ja sisekujundust. Lisaks on suure tähtsusega BIM ehk mudel projekteerimine, mis võimaldab kokkuhoidu projekteerimisfaasis, mille tulemusena

tagatakse materjalide ja ehitusahela optimaalne kasutus. See võimaldab koguda ehitiste kohta kogu informatsiooni, mis võimaldab pikendada toote eluiga ja tõsta selle väärtust. [3]

- Tootmise juures on olulisteks valdkondadeks ehitus, töökorraldus ehitusplatsil, toodete valik, ehitusmaterjalide valik kui ka logistika. Ehitusmaterjalide puhul on olulised nende materjalide keskkonnatõendid, ehitistel ning toodetel nende materjalipassid, mis annavad infot ringlussevõtu võimaluste kohta. Lisaks kuulub ehituse alla ka renoveerimine, parandamine ja kohandamine. [3]
- Toodete kasutamise ja nende eluea valdkonnas on oluline, et ehitised on ehitatud vastavalt ringmajanduse põhimõtetele, see hõlmab endast hoonete renoveerimist, hooldamist ja haldamist. See omakorda on mõjutatud toodete disainist ja kasutatud materjalidest. Ringmajanduse üheks olulisemaks põhimõtteks ongi materjalide valik ja eelistatud on ringlusse võetavad materjalid ja ka seda võimaldavad materjalid, et vältida jäätmeteket. Lisaks on oluline nende materjalide kasutamine puhtal kujul ehk peab olema tagatud nende lahtivõetavus. [3]
- Toodete materjalide ja disaini valdkonnas on oluline materjalimahukuse vähendamine ja ringlusse võetavate materjalide kasutamise suurendamine. Seda saab eeskätt tehes just toote planeerimise ja disainimise faasis.[28]

Lisaks eelpool mainitule tuleb luua uusi ärimudeleid, mis aitaksid kaasa toote eluea pikendamisele. Selle saavutamiseks on oluline suurendada ettevõtete omavahelist koostööd, samuti on oluline arendada jagamisplatvorme ning digilahendusi, mis aitaksid omakorda töödelda ja koguda mahukaid andmeid. [29]

Kõige suuremat keskkonnamõju omab hoone esimene tsükkel, kuid läbi korduvkasutamise ja ringlussevõtu on keskkonnamõju hoone järgmistel tsüklitel oluliselt vähem. See on tingitud sellest, et esmase materjali tootmise kui ka hiljem korduvkasutamise või ringlussevõtu mõjud on omistatud materjali esimesele tsüklile. Teisisõnu, selleks, et toetada üleminekut ringmajandusele on oluline mitme tsükliline lähenemisviis. [30] Hoonet tuleks projekteerida algselt juba selliselt, et seda oleks võimalik lahti monteerida ja olemasolevaid materjale saaks uuesti ringlusse võtta.[31]

Ehitussektorist tingitud keskkonnamõju vähendamisele on üheks lahenduseks välja pakutud modulaarset ehituviisi ja selle paindlikkust konfiguratsioonides. Ehituse liikumine tehasepõhistele tööstusprotsessidele aitab ettevõtetel hoida kokku kulusid. Kuigi modulaarne ehitusviis ei ole uus idee, on sellisel ehitusviisil palju kasutamata potentsiaali. [26]

### 1.3.1 Moodulmaja

Ringmajanduse seisukohalt on oluline, et hoone oleks kohanemisvõimeline ja säilitaks oma struktuuri, muutes selle juures kas hoone välimust või siseviimistlust. [3] Kohanemisvõimeliseks on projekteeritud ka moodulmajad, et tagada nende ringlus ehk hoonet on võimalik vajadusel eemaldada ja teises asukohas edasi või uuesti kasutada. [32]

Moodulmaja koosneb mitmest moodulist, mille kokkupanemisel saavutatakse soovitud hoone ruumilahendus ja otstarve. Peamine erinevus tavapäraste ehitusviisidega seisneb projekteerimise ja ehitamise etapis. Tavapäraste ehitusviiside all mõeldakse kohapealsete ehk ehitusplatsil valmis ehitatud hoone ehitust. [33]

Mooduliteks nimetatakse moodulmaja osasid, mis on kolmemõõtmelised, neid on võimalik paigaldada kas üksteise peale või kõrvale vastavalt ruumi lahendusele. Moodulid on enamjaolt kuni 95% ulatuses täielikult tehases valmis ehitatud. Kogu siseviimistlus, sisustus, elekter, ventilatsioon ja torustik on pärast ehitusplatsil ühendamist kohe kasutusvalmis. Kõige keerulisemaks etapiks moodulehituse juures on transport, mis seab moodulitele piirangud. Piirangud on tingitud transpordivahendi kandevõimest, gabariitidest ning transporditee kasutamise nõudmistest ja standarditest. [34]

Mooduli mõõdud on olulised selleks, et oleks tagatud optimeeritud tootmine, mille tulemusena säästetakse aega ja loodust. Mooduli optimaalsed mõõdud on: kaal 10t, pikkus 11m - 15,5m, laius 4m - 5,4m ja kõrgus 3,2m - 4m. [35]

Modulehituse eelisteks võrreldes tavapäraste ehitusviisidega on selle ehituskiirus, ohutus, ehitise kvaliteet, väiksem keskkonnamõju kui ka suurem tootlikkus. Tehases kontrollitud tootmisekeskkond tagab moodulehituse parema kvaliteedi, sealhulgas ilmastikust mõjutamata tootmise (materjalide kahjustumine). Puudusteks on seevastu transpordipiirangud ja hea maine puudumine. [33]

Jäätmete seisukohast on olukord sarnane tavapäraste ehitusviisidega. Moodulehituse puhul on eeliseks ehituskäigus kasutatud võimalikult täpne materjalikogus ja mistõttu on võimalik minimaliseerida jäätmete teket. Samas teiselt poolt kasutatakse moodulehituse käigus u 15% rohkem materjale, eesmärgiga tagada konstruktsioonide tugevus ja terviklikkus. [33]



Euroopa Liidu ringmajanduse tegevuskava keskendub ehitussektori keskkonnamõju vähendamisele. [27] Tavares ja teised [36] on läbi viinud vastavad uuringud, mis annavad tagasisidet tehases valmistatud moodulmajade kasvuhoonegaaside heitkoguste ja kehastunud energia hindamiseks. Uuringus arvestati materjalide tootmist, transporti tehasesse, moodulite tootmist, transporti objektile ja lõplikku montaaži kohapeal. Transpordiga seotud mõju hindamiseks käsitleti mitme maja lõplikku asukohta. Analüüsi ka alternatiivsete ehitusmaterjalide (teras, betoon, puit ja kergteras) ja maja suuruse (magamistoa arv) stsenaariume. Tulemused näitasid, et kõige olulisem etapp on materjalide tootmine, kus keskkonnamõju on kergterasest ja puit konstruktsioonide puhul kõige väiksem ning terase ja betooni puhul kõige suurem. Transpordi mõju määrab majade lõplik asukoht (moodulite, töötajate ja viimistlusmaterjalide), mis võib vähendada moodulite eelvalmistamise võimalikke eeliseid. [36]

## 1.4 Harmet OÜ

Harmet OÜ on tänaseks Eesti suurim moodulmajade tootja. Moodulmajade tootmisega alustati aastal 1997. Ettevõttes toodetakse ehitussoojakuid, majaelemente, moodulmaju ja mitmesuguseid metallkonstruktsioone. Moodulmaja ehitatakse 90% ulatuses valmis tehases, k.a moodulmaja interjäär. Ettevõttel on kuus tehist tootmispinnaga 48 000m<sup>2</sup> ja tootmisvõimsusega 200 000m<sup>2</sup> aastas ehk 350 moodulit ühes kuus. Harmet OÜ põhituruks on Skandinaavia, kuhu läheb 90% kogu toodangust.[32]

Harmet OÜ-l on 5 tütarettevõtet:

1. Harmet Modular Houses – tegeleb standard moodulmajade lahendustega.
2. Harmet Constructions – tegeleb erilahendustega moodulmajade tootmisega.
3. Harmet Bathrooms – tegeleb ehitustele mõeldud märgruumide tootmisega.
4. Harmet Modular Buildings – tegeleb moodulmajade paigaldusega.
5. Harmet Metall – tegeleb metallkonstruktsioonide tootmisega.[32]

Ettevõtte missiooniks on luua parem, keskkonnateadlikum ja -säästlikum elu- ja töökeskkond. Olla orienteeritud innovatsioonile ja arengule, selleks et pakkuda kvaliteetseid ja jätkusuutlikke lahendusi kõikidele oma klientidele. [32]

Harmet OÜ visiooniks aastaks 2032 on olla arvestatav tegija ehitusturul keskkonnasäästlike ja jätkusuutlikke moodullahenduste loomisel ning majandamisel. Ettevõtte eesmärgiks on lähtudes ringmajanduse põhimõtetest keskenduda

moodulahenduste abil elu ja töökeskkonna parendamisele. Harmet OÜ spetsialiseerub standardiseeritud masstootmisele, keskendudes keskkonnasõbralike ning jätkusuutlike lahenduste leidmisele kõikides protsessides. [37]

### **1.4.1 369Ring tootmissüsteem**

Harmet OÜ-s arendatakse uut moodullahenduste tootmissüsteemi, mida nimetatakse 369Ring tootmissüsteemiks. 369Ring tootmissüsteem keskendub tootele ja selle väärtuste säilitamisele terve toote elutsükli jooksul. Eesmärgiks on juba projekteerimisetapis teha selgeks kõige jätkusuutlikumad lahendused lähtudes ringmajanduse põhimõtetest. [37] Toote väärtuste säilitamiseks on oluline selle süstemaatiline korraldamine. Süstemaatilise korraldamise alla kuuluvad platvormid, mille aluseks on andmetöötlus ja digitaliseerimine, mida kasutatakse „tarkade“ toodete ja tehnoloogiate loomiseks, arendamiseks, tootmiseks ja parenduseks. Platvormid tagavad juurdepääsu tootele ja selles sisalduvale infole. [38] Digitaaltehnoogiatega kaasamine tootmisesse võimaldab kasutada andmeid, mille abil on võimalik parandada tootmissüsteemi kvaliteeti, jooksvalt kontrollida ning teha vajalikke muudatusi täiendavate teadmiste saamiseks. See kõik omakorda suurendab tõhusust ja tagab ülevaate toote võimalikust potentsiaalst. [39]

369Ring tootmissüsteemi kuuluv toode on 369 moodulsüsteem, mis põhineb 369 Pattern Building ehitussüsteemil. [37] 369 Pattern Building on moodulkonstruksioonil põhinev ehitussüsteem, mis võimaldab ehitada kuni 7-korruselisi masskohandatavaid puithooneid. Hooned on valmistatud peamiselt puidust ja on keskkonnasõbralikud. Eeldisainitud moodulite eeliseks on võimalik täpselt kalkuleerida tootmiseks ja ehitamiseks vajalike materjalide kogused ja kulutused. 369 Pattern Building on avaliku kasutuslitsentsiga ja on koos vajalike jooniste kui ka dokumentatsiooniga edasi antud kõikidele arhitektidele ja projekteerijatele selle süsteemi edasi arendamiseks. [40]

369 moodulsüsteem koosneb moodulites, mida on võimalik kohandada vastavalt hoone suurusele, ruumilahendusele ja otstarbele. [37] Moodulit on võimalik toota kolmes erinevas pikkuses ja lähtuvalt pikkusest nimetatakse mooduleid vastavalt M3, M6 ja M9. M3-le vastab moodul mõõtudega 3x3m, M6-le 3x6m ja M9-le 3x9m. Lisaks on võimalik mooduleid toota kahes erinevas kõrguses kas 3,13m või 3,45 m. [41]

369 moodulsüsteem koosneb järgmistest osadest:

- ruumimoodulist (otsaraamid, põrandaelement, laeelement),
- seinaelementidest,

- fassaadielementidest (lisandub seinaelemendile),
- katusest (lisandub laeelemendile),
- hoone alusest, mis toetab vundamendi peale paigaldatavat ruumimoodulit,
- tehnosüsteemidest (elekter, ventilatsioon, kütte - ja jahutusüsteemid, vesi ja kanalisatsioon),
- vajalikest ühendustest korruste ja ruumide vahel, et tagada ligipääs (trepid, liftid, koridorid). [41]

Lähtudes ringmajanduse põhimõtetest on 369 moodulsüsteem projekteeritud lahtivõetavaks, korduvkasutatavaks, uuendatavaks ja ümbertöödeldavaks. See tähendab seda, et kõik moodulid, mis on omavahel ühendatud hooneks, on võimalik võtta korduvalt lahti ja panna kokku. Lisaks on mooduli enda elemendid omavahel lahtivõetavad ja kokkupandavad. [41]

Moodul omakorda koosneb kuuest elemendist – otsaelement, põrandaelement, laeelement, seinaelement, fassaadielement ja katus. [37]



Joonis 1.2 Ruumimoodul [37]

Ruumimoodul koosneb (vt joonis 1.2) kahest otsaelemendist, põrandaelemendist ja laeelemendist. Materjalid, mida on kasutatud joonisel 1.2 esitatud ruumimooduli

tootmiseks on ettevõtte Harmet OÜ poolt projekteerimise ja arendustöö käigus kindlaks määratud ja vastavad 369 Pattern Building lahendustele. [41]

Lisaks olemasolevatele ruumimoodulis kasutatavatele materjalidele lisanduvad välja töötamist vajavad elementide võimalikud kasutatavad materjalid ja need on järgmised:

1. ruumimooduli põrandaelemendi põrandakate,
2. seinaelemendi materjalid,
3. fassaadielemendi materjalid,
4. katuse materjalid. [37]

369Ring tootmissüsteemi kuuluv moodul on ettevõtte Harmet OÜ-l arendusjärgus. Ettevõtte jaoks on oluline, et 369Ring tootmissüsteemi moodulis vajamineva ja kasutatavad materjalid vastaksid ringmajanduse põhimõtetele, kuna see teave on aluseks kogu moodulsüsteemi ülesehitamiseks ja tootmiseks. [37]

## 2. MATERJAL JA METOODIKA

Käesoleva magistritöö töö eesmärk on hinnata arenduses oleva 369Ring tootmissüsteemi kuuluva mooduli materjalide vastavust ringmajanduse põhimõtetele. Eesmärgi saavutamiseks uuritakse nii olemasolevate materjalide kui ka võimalike kasutatavate materjalide taaskasutusvõimalusi ja nende vastavust ringmajanduse põhimõtetele.

Magistritöö eesmärkide saavutamiseks töö esimeses etapis, mis kestis vahemikus 01.-02.2022, kaardistati ruumimooduli materjalid. Teine etapp kestis 02.-04.2022 ja uuriti, milliseid materjale võiks kasutada arvestades ringmajanduse printsiipe ja ettevõtte võimalusi. Võimalike kasutatavate materjalide puhul lähtutakse ettevõttepoolse konsultandi Egle Vogt'i soovitustest, kellel on antud valdkonnas pikaajaline kogemus. Kolmas etapp kestis 03.-05.2022 ja hinnatakse ettevõttega kooskõlastatud materjalide vastavust ringmajanduse põhimõtetele. Lisaks antakse hinnang kogu mooduli materjalidele ja kui palju neist vastab ringmajanduse põhimõtetele.

369Ring tootmissüsteemi kuuluv moodul koosneb otsa-, põranda-, lae-, sein- ja fassaadielemendist ja katusest. Selleks, et magistritöö eesmäärke saavutada on vaja kindlaks määrata elementides olemasolevad ja võimalikud kasutatavad materjalid. Kuna tegemist on arenduses oleva mooduliga, siis on oluline koostada elementide lõigete joonised, mis on aluseks mooduli edaspidiseks arendustööks.

Olemasolevad materjalid ja elemendid, mis vastavad 369 Pattern Building [41] lahendusele ja millele on vaja leida vastavust ringmajanduse põhimõtetele on järgmised:

- otsaelemendi materjalid,
- põrandaelemendi materjalid, v.a põrandakate (ei ole olemasolev materjal),
- laeelemendi materjalid.

Lisaks lisanduvad võimalikud kasutatavad materjalid ja arenduses olevad elemendid:

- põrandaelemendi põrandakatte materjalid,
- seinaelemendi materjalid,
- fassaadielemendi materjalid,
- katuse materjalid.

Materjalide vastavust hinnatakse ringmajanduse põhimõtetele lähtudes tehnilisest tsüklist, milleks on järgmised tegurid:

1. korduvkasutamine,
2. lahtivõetavus,
3. taaskasutamine [13]

Materjalide hindamiseks ja analüüsimiseks korduvkasutamisele, lahtivõetavusele ja taaskasutamisele koostatakse vastavustabelid. Toote lahtivõetavuse juures on oluline, et kasutatakse kinnitusi, mida on võimalik pärast toote kasutusfaasi lõppu eemaldada (kruvid, klambrid). Sellega, on võimalik tagada toote ümbertöötlemine, uuendamine ja renoveerimine. [3] Lisaks uuritakse juba ringlusest tulnud ehk taaskasutatud materjalide sisaldust.

Tabelite tegemisel kasutakse MS Exceli programmi, jooniste ning visandite tegemisel kasutatakse Miro app'i, AutoDesk „AutoCad“ Architecture ja AutoDesk „Inventor“ 3D joonestamise programmi.

Tabel 2.1 Materjalide vastavustabel

<b>Elemendi materjal</b>	<b>Taaskasutatud materjal</b>	<b>Lahtivõetavus</b>	<b>Korduvkasutus</b>	<b>Taaskasutus</b>
Materjal 1				
Materjal 2				
Materjal ...				
Vastavus, %				

Informatsiooni kogumisel lähtutakse materjalidest elemendi põhiselt. Vastavustabeli (tabel 2.1) täitmiseks on vaja leida mooduli valmistamiseks vajalike olemasolevate materjalide ja võimalike kasutatavate materjalide täpne info ning selleks on vaja täita järgmised juhised:

- 1) Teha kindlaks kõik materjalid, mida on kasutatud mooduli elementides.
- 2) Koostada elementide lõiked ja materjalide loetelu. Kasutatakse Harmet OÜ 369Ring tootmissüsteemi andmeid ja jooniseid.
- 3) Materjalide loetelu koosneb materjali tüübist ja täpsest toote nimetusest, mis on aluseks materjalile info leidmisel.
- 4) Vastavalt materjali tüübile leitakse kõikidele toodetele vajalikud sertifikaadid ja koostatakse sertifikaatide tabelid (Lisas 1).
- 5) Sertifikaatidelt leitav info on aluseks vastavustabeli (tabel 2.1) koostamisel. Leitakse järgmine info:
  - taaskasutatud materjal,
  - taaskasutus/jäätmed ja taaskasutusvõimalused:
    - (a) korduvkasutatav

(b) taaskasutatav

- lahtivõetavus, lähtudes toote kinnitustest.
- 6) Aluseks võetakse materjali/toote sertifikaadid, mis on kättesaadavad tootja/edasimüüja koduleheküljel või mis on saadetud tootja/edasimüüja poolt otse kliendile, antud juhul Harmet OÜ-le. Antud töös keskendutakse järgmistele sertifikaatidele (sertifikaatide täpne kirjeldus asub lehekülgedel 11-12):
- DoP ehk toimivusdeklaratsioon:
  - EN (Euroopa Standard)
  - CE märgis
  - PEFC
  - FSC
  - M1 (Ehitusmaterjalide emissiooniklassifikatsioon)
  - Ohutuskaart
  - EPD ehk keskkonnadeklaratsioon
- 7) Juhul kui sertifikaatidelt ei ole informatsioon kättesaadav või kui tootel sertifikaadid puuduvad, siis info saamiseks saab kasutada ka toote kasutusjuhendeid, paigaldusjuhendeid, tootelehti või muud toote kodulehel olevat infot, mis kajastab toote omadusi.
- 8) Juhul kui infot toote kohta ei ole leitav, siis tuleb vastavustabelis (tabel 2.1) vastavasse lahtrisse märkida 0.
- 9) Tabel 2.1 on aluseks materjali vastavuse hindamiseks ja tulemuste analüüsi läbi viimiseks. Tabelis kirjeldatud taaskasutatud materjali tulp ei mõjuta materjali ringlussevõttu, kuid annab tagasisidet selle kohta, kui palju on kasutatud materjalidest juba ringlusest tulnud.
- 10) Tabel 2.2 kirjeldab materjalide hindamise alust. Hindamise selgitus:
- 100% - toode vastab ringmajanduse põhimõtetele
  - 50% - toode vastab osaliselt ringmajanduse põhimõtetele
  - 0% - toode ei vasta ringmajanduse põhimõtetele

Tabel 2.2 Materjalide hindamise alus

Materjalide hindamise alus	Ringmajanduse põhimõtted ehitustööstuses			
	Taaskasutatud materjal	Lahtivõetavus	Korduvkasutus	Taaskasutus
Materjali nimetus	...	...	...	...
Hindamise koefitsent	1	2	0	0
Hindamise, %	50	100	0	0
Hindamise selgitus	osaliselt	jah	Ei	ei

### 3. TULEMUSED JA ARUTELU

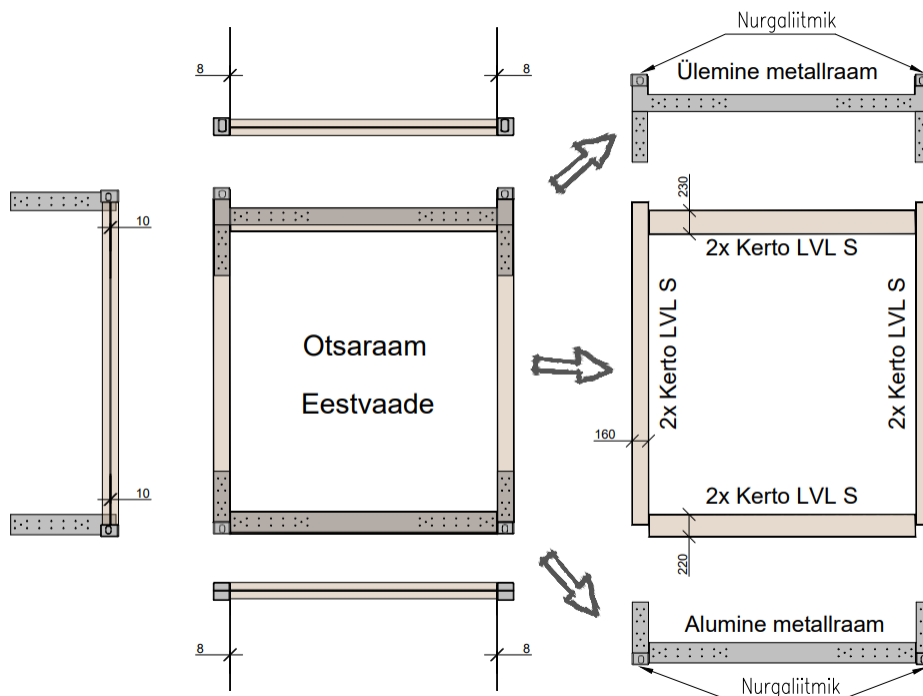
#### 3.1 Elementide materjalide loetelu ja lõiked

Käesoleva töö eesmärgi saavutamiseks on eelnevalt vaja koostada sobivad elementide lõiked. Elementide lõigetel ja materjalide loetelus on kirjeldatud materjalide tüübid ja nende täpsed tootenimetused, mis on aluseks materjali kirjelduse läbiviimiseks ja edasise informatsiooni saamiseks.

**Olemasolevate materjalide elementide lõiked ja loetelu, millele on vaja leida vastavust ringmajanduse põhimõtetele, on järgmised:**

1) Otsaraam (joonis 3.1)

Standardset otsaraami saab kasutada nii M3 (3x3), M6 (3x6) kui ka M9 (3x9) mooduli puhul. Otsaraami toodetakse kahes erinevas kõrguses vastavalt toodetava mooduli kõrgusele. Moodulit on võimalik ehitada kahes erinevas kõrguses kas 3,13m või 3,45m [41], standard kõrgus on 3,45m. Otsaelement on 369Ring tootmissüsteemi kuuluva mooduli standardne element ehk antud elementi saab kokkupandult korduvalt kasutada. [37]



Joonis 3.1 Otsaraami joonis [37]



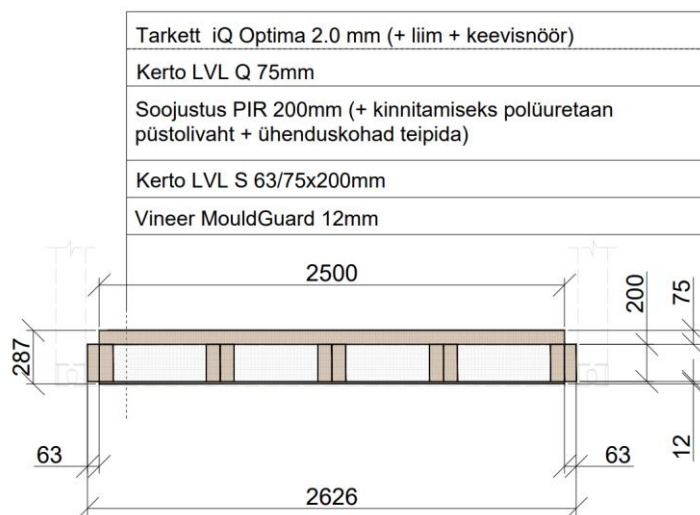
Otsaraamis kasutatavad materjalid on välja toodud vastavalt materjali tüübile tabelis 3.1. ja antud otsaelemendi materjalid on juba ettevõtte Harmet OÜ poolt teostatud arendustöö käigus kindlaks määratud ja vastavad 369 Pattern Building lahendusele. [41]

Tabel 3.1 Otsaraami materjalide loetelu

<b>Otsaraami materjalid (olemasolevad)</b>	
<b>Materjali tüüp</b>	<b>Materjali toote nimetus</b>
1) Metall teras	ülemine metallraam, tootja Harmet Metall: teras S355 MC 8/10mm, nurgaliitmik valuteras ISO 1161 TR/TL
2) Liimpuit	2xKerto LVL S post 160x75 Metsäwood
3) Liimpuit	2xKerto LVL S ülemine tala 230x75 Metsäwood
4) Liimpuit	2x Kerto LVL S alumine tala 220x75 Metsäwood
5) Metall teras	alumine metallraam, tootja Harmet Metall: teras S355 MC 8/10mm, nurgaliitmik valuteras ISO 1161 BR/BL

## 2) Põrandaelement (joonis 3.2)

Põrandaelemendi laius on standardne ja on sama nii M3 (3x3), M6 (3x6) kui ka M9 (3x9) mooduli puhul, kuid muutub pikkus vastavalt mooduli pikkusele. [41] Põrandaelement on 369Ring tootmissüsteemi kuuluva mooduli standardne osa ja seda saab kokkupandult korduvalt kasutada. [37]



Joonis 3.2 Põrandaelemendi lõige [37]

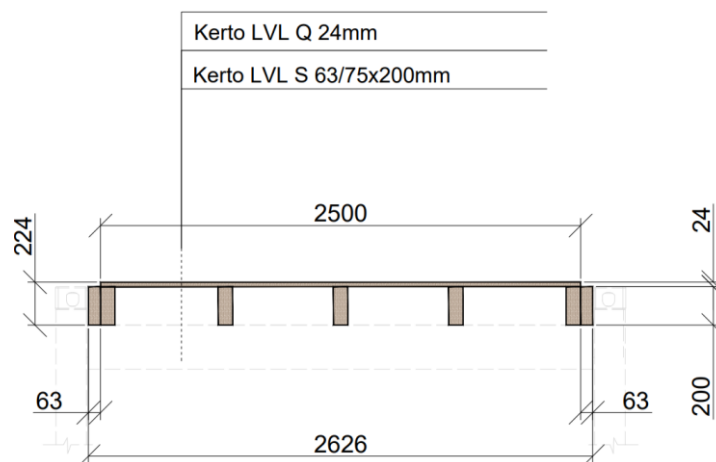
Põrandaelemendis kasutatavad materjalid on välja toodud vastavalt materjali tüübile tabelis 3.2. ja antud põrandaelemendi materjalide puhul on tegemist, v.a põrandakatte materjalid, juba arendustöö käigus kindlaks määratud materjalidega. [41] Põrandakatte materjalid kuuluvad võimalike materjalide hulka, kuna nende puhul ei ole tegemist juba eelnevalt kinnitatud materjalidega.

Tabel 3.2 Põrandaelemendi materjalide loetelu

<b>Põrandaelemendi materjalid (olemasolevad)</b>	
<b>Materjali tüüp</b>	<b>Materjali toote nimetus</b>
1) Vineer	Vineer MouldGuard 12mm Metsäwood
2) Liimpuit	Kerto LVL S 63/75x200mm Metsäwood
3) Soojustus	PIR Therma TP10 200mm Kingspan
4) Polüuretaan püstolivaht	Soudal FLEXIFOAM (soojustuse kinnitamiseks polüuretaan püstolivaht)
5) Teip	TESCON VANA (soojustuse ühenduskohtade teipimiseks)
6) Liimpuit	Kerto LVL Q 75mm Metsäwood
<b>Põrandaelemendi materjalid (võimalikud materjalid)</b>	
7) Liim	UZIN KE 2000 S (põrandakatte kinnitamiseks)
8) Põrandakate PVC	Tarkett iQ Optima 2mm
9) Keevisnöör	Keevisnöör Tarkett PVC (põrandakatte ühenduskohtade ühendamiseks)

### 3) Laeelement (joonis 3.3)

Laelemendi laius on standardne ja on sama nii M3 (3x3), M6 (3x6) kui ka M9 (3x9) mooduli puhul, kuid muutub pikkus vastavalt mooduli pikkusele. [41] Laeelement on 369Ring tootmissüsteemi kuuluva mooduli standardne osa ja seda saab kokkupandult korduvalt kasutada. [37]



Joonis 3.3 Laeelemendi lõige [37]

Laelemendis kasutatavad materjalid on välja toodud tabelis 3.3. ja antud laematerjalid on juba arendustöö käigus kindlaks määratud ja vastavad 369 Pattern Building lahendusele. [41]

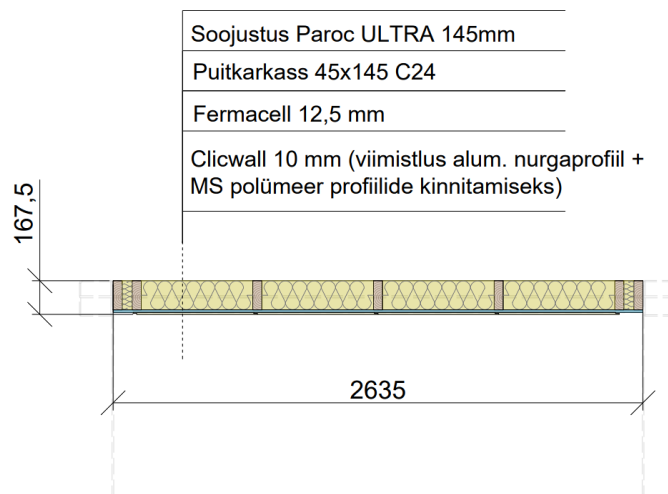
Tabel 3.3 Laeelemendi materjalide loetelu

<b>Laeelemendi materjalid (olemasolevad)</b>	
<b>Materjali tüüp</b>	<b>Materjali toote nimetus</b>
1) Liimpuit	Kerto LVL S 63/75x200mm Metsäwood
2) Liimpuit	Kerto LVL Q 75mm Metsäwood

**Võimalike kasutatavate materjalide loetelu ja arenduses olevate elementide lõiked, millele on vaja leida vastavust ringmajanduse põhimõtetele, on järgmised:**

1) Seinaelement (joonis 3.4)

Seinaelemendi kõrgus sõltub mooduli kõrgusest ja pikkus sõltub ruumilahendusest. Antud element ei ole 369Ring tootmissüsteemi kuuluva mooduli standardne osa ehk seda ei saa elemendina kasutada korduvalt. [37]



Joonis 3.4 Seinaelemendi lõige [37]

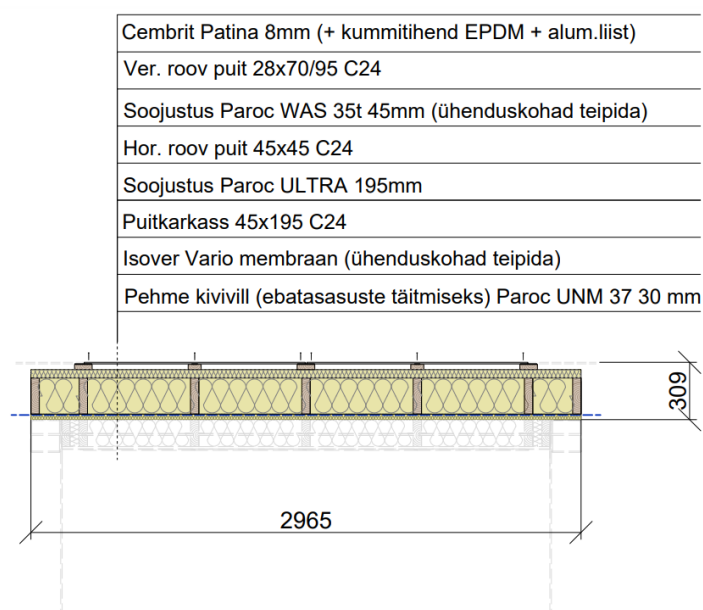
Antud seinalemendi materjalide puhul on tegemist võimalike kasutatavate materjalidega ja on välja toodud tabelis 3.4. Siseviimistlusse valitud MDF plaati saab muuta vastavalt kliendi soovidele, kuna see sõltub hoone eripärast ja kliendi eelistustest.

Tabel 3.4 Seinaelemendi materjalide loetelu

<b>Seinaelemendi materjalid (võimalikud materjalid)</b>	
<b>Materjali tüüp</b>	<b>Materjali toote nimetus</b>
1) MDF	Clickwall UNI Front White 025 CST 10mm
2) Metall alumiinium	Clickwall alumiinium väline nurgaprofiil 2785 Unilin 1,5x23x30mm (viimistlemiseks)
3) Metall alumiinium	Clickwall alumiinium sisemine nurgaprofiil 2785 Unilin 1,5x7x16mm (viimistlemiseks)
4) MS polümeer	Soudal Fix All High Tack (nurgaprofiilide kinnitamiseks)
5) Kipskiudplaat	Fermacell kipskiudplaat 12,5mm
6) Puit	Höövelmaterjal C24 45x145 Raitwood
7) Soojustus	Kivivill Paroc ULTRA 145mm

## 2) Fassaadielement (joonis 3.5)

Fassaadielement lisandub seinaelemendile. Fassaadielemendi mõõtmed sõltuvad seinaelemendist ja ei ole 369Ring tootmissüsteemi kuuluva mooduli standardne osa. Antud elementi ei ole võimalik kasutada korduvalt ja võrreldes seinaelemendiga muutub ka konstruktsioon, kuna see sõltub hoone asukohast ja vastavatest kliimatingimustest. Konstruktsiooni osa mõjutab soojutuskihi paksus ja fassaad. [37]



Joonis 3.5 Fassaadielemendi lõige [37]

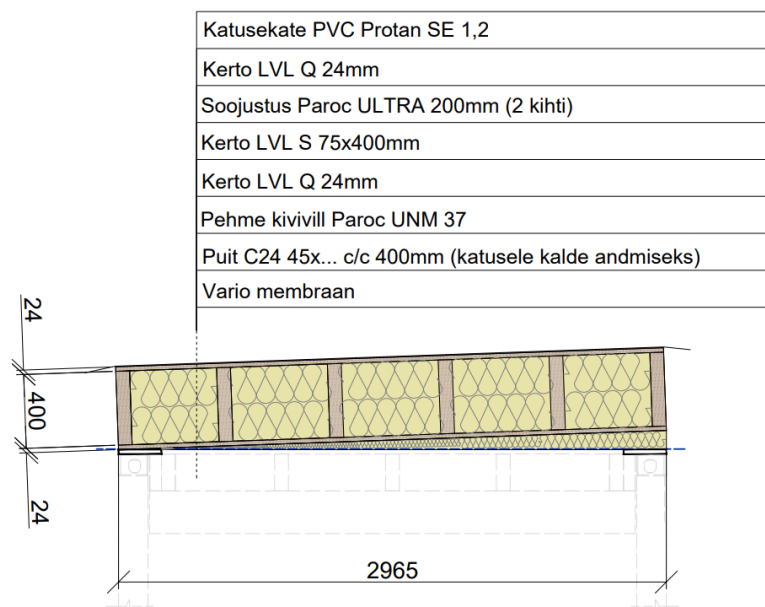
Antud fassaadielemendi materjalide puhul on tegemist võimalike kasutatavate materjalidega ja on välja toodud tabelis 3.5. Fassaadilahendust saab muuta ja kohandada vastavalt hoonele.

Tabel 3.5 Fassaadielemendi materjalide loetelu

<b>Fassaadielemendi materjalid (võimalikud materjalid)</b>	
<b>Materjali tüüp</b>	<b>Materjali toote nimetus</b>
1) Soojustus	Kivivill Paroc UNM 37 30mm (ebatasasuste täitmiseks)
2) Membraan	Isover Vario membraan (aurutõke)
3) Teip	Isover Vario Xtra (membraani ühenduskohtade teipimiseks)
4) Puit	Höövelmaterjal C24 45x195 Raitwood
5) Soojustus	Kivivill Paroc ULTRA 195mm
6) Puit	Höövelmaterjal C24 45x45 Raitwood (horisontaalne roov)
7) Soojustus	Paroc WAS 35t 45mm
8) Teip	Sitko Flex (soojustuse ühenduskohtade teipimiseks)
9) Puit	Höövelmaterjal C24 28x70/95 Raitwood (vertikaalne roov)
10) EPDM	Cembrit EPDM kummitihend 30/90mm (fassaadiplaadi all vert. roovi peal)
11) Metall alumiinium	Cembrit alumiinium vuugiprofiil 10x16x45 (fassaadiplaadi horisontaalses vuugis)
12) Kiudtsement	Fassaadiplaat Cembrit Patina 8mm

### 3) Katus (joonis 3.6)

Katus lisandub laeelemendile ja on kohandatav vastavalt hoone katusekaldele kui ka katusekattematerjalile. Katus ei ole 369Ring tootmissüsteemi kuuluva mooduli standardne element ja sõltub nii hoone suuruselt kui ka kliendi soovist. [37]



Joonis 3.6 Katuse lõige [37]

Antud katuse materjalide puhul on tegemist võimalike kasutatavate materjalidega ja on välja toodud tabelis 3.6. Arengujärgus katuse lahendus on kohandatav vastavalt hoonele.

Tabel 3.6 Katuse materjalide loetelu

<b>Katuse materjalid (võimalikud materjalid)</b>	
<b>Materjali tüüp</b>	<b>Materjali toote nimetus</b>
1) Membraan	Isover Vario membraan (aurutõke)
2) Teip	Isover Vario Xtra (membraani ühenduskohtade teipimiseks)
3) Puit	Höövelmaterjal C24 45x... Raitwood (katusele kalde andmiseks)
4) Soojustus	Kivivill Paroc UNM 37 (ebatasasuste täitmiseks)
5) Liimpuit	Kerto LVL Q 24mm Metsäwood
6) Liimpuit	Kerto LVL S 75x400mm Metsäwood
7) Soojustus	Kivivill Paroc ULTRA 200mm (2 kihti)
8) Liimpuit	Kerto LVL Q 24mm Metsäwood
9) Katusekate PVC	PVC Protan SE 1,2

## 3.2 Materjalide kirjeldus

Materjalide info leidmisel lähtutakse elementides kasutatud materjalidest ja nende tüüpidest. Materjali tüübid ja tootenimetused on võetud vastavalt tabelitele 3.1 - 3.6. Materjalide täpsed tootenimetused olid aluseks informatsiooni otsimisel.

Lähtudes ringmajanduse tehnilise tsükli põhimõtetest otsiti iga materjali kohta, mida kasutatakse 369Ring tootmissüsteemi kuuluva mooduli elementide tootmiseks, järgmine info:

- 1) taaskasutatud materjal,
- 2) taaskasutus/jäätmed ja taaskasutusvõimalused,
- 3) lahtivõetavus, lähtudes toote kinnitustest.

### 1. Liimpuit – Kerto LVL S/Kerto LVL Q

Kerto LVL on lamineeritud vineerist toode. See koosneb 3 mm paksusest okaspuu-spoonvineerist, mis on omavahel kokku liimitud, et saavutada ühtlane toorik. [42]

- 1) Taaskasutatud materjal – info on puudu
- 2) Taaskasutus/jäätmed – Kerto LVL tooted on projekteeritud vastu pidama kogu hoone projekteeritud eluea jooksul. Selle aja jooksul on hinnatud, et keskkonnamõjusid ei esine. Toote kasutusfaasi lõppemist mõjutavad nii olemasolevad tehnoloogiad, kohalikud jäätmekäitlussüsteemid kui ka tarbija käitumine. [43]

Taaskasutusvõimalused:

- energiaressurss (taastuenergia)
- materjalide ringlussevõtt [43]

- 3) Lahtivõetavus, kinnitused – kruvid [37]

### 2. Puit – hõövelmaterjal C24 (45x45/145/195 ja 28x70/95)

Tugevsorteeritud hõövelmaterjal, klass C24, kuusk [44]

- 1) Taaskasutatud materjal – info on puudu
- 2) Taaskasutus/jäätmed – eesmärk on materjali võimalikult kaua kasutuses hoidmine, tagades sellega puidu kui materjali efektiivsuse. [45]

Taaskasutusvõimalused:

- energiaressurss (taastuenergia),
- korduvkasutamine, ümbertöötlemine,
- puidu keemiline töötlemine. [45]

3) Lahtivõetavus, kinnitused – kruvid [37]

### **3. Vineer – Kuusevineer MouldGuard**

Metsä Wood Spruce MouldGuard okaspuuvineer [46]

1) Taaskasutatud materjal – info on puudu

2) Taaskasutus/jäätmed – seda on võimalik ohutult põletada, kuid põlemistemperatuur peab olema vähemalt 850 °C. [47]

Taaskasutusvõimalused:

- Eelistatud on toote korduvkasutus ja ringlussevõtt.
- Pärast kasutusfaasi lõppu saab seda kasutada biokütusena. [47]

3) Lahtivõetavus, kinnitused – kruvid [37]

### **4. PIR – Therma TP10 200mm**

PIR on termoreaktiivne polüuretaanisolatsioon soojustusplaat, mille mõlemal küljel on difusioonikindel alumiiniumlaminaat. PIR-i sisu on kiuvaba. [48]

1) Taaskasutus materjal – info on puudu

2) Taaskasutus/jäätmed – jäätmed ei ole keskkonnale ohtlikud ja tuleb nõuete kohaselt viia selleks ettenähtud kohtadesse. [49]

Taaskasutusvõimalused:

- Korduvkasutus - puhast ja kahjustamata toodet saab uuesti kasutada.
- Isolatsiooniplaadi sisu jäätmed on täielikult taaskasutatavad. [49]

3) Lahtivõetavus, kinnitused - Polüuretaan püstolivaht [50], ühenduskohtades kasutatakse teipi. [51]

### **5. Kivivill – Paroc ULTRA/UNM 37/WAS 35t**

Kivivillast soojustusplaat [52]

1) Taaskasutatud materjal – info on puudu

2) Taaskasutus/jäätmed – kivivill on looduslik materjal. [53]

Taaskasutusvõimalused:

- korduvkasutada,
- kivivilla jäätmeid saab kasutada uute kivivilla toodete valmistamiseks,
- kivivilla jäätmeid saab kasutada puhutava kivivillana,
- saab hoida pidevalt ringluses. [53]

- 3) Lahtivõetavus, kinnitused – paigaldatakse tihedalt konstruktsiooni vahele, Paroc WAS 35 puhul kasutatakse õhutiheduse tagamiseks ühenduskohtades teipi. [54]

## **6. Kipskiudplaat – Fermacell kipskiudplaat 12,5mm**

Fermacell kipskiudplaat koosneb kipsist ja tselluloosikiududest. [55]

- 1) Taaskasutatud materjal (osaliselt) – koostis kips (looduslik + tööstuslik kips) + vanapaber. Tagastatud materjali on kasutatud ca 18%. [55]
- 2) Taaskasutus/jäätmed – materjali eluiga sõltub hoone kasutamisest, hooldusest ja projektist. Toote eesmärgiks on selle pikaajaline kasutamine. [55]

Taaskasutusvõimalused:

- ringlusse võtmiseks tagastatakse kasutatud materjal ettenähtud kogumiskohtadesse,
- korduvkasutus. [55]

- 3) Lahtivõetavus, kinnitused – kruvid või klambrid [56]

## **7. MDF – Clicwall siseviimistlusplaat 10mm, Unilin**

MDF ehk melamiinkattega puitkiudplaat [57]

- 1) Taaskasutatud materjal – toodetud 100% ringlusest tulnud puidust – puidutööstuse jäägid ja säästva metsamajandamise ja äärealade hoolduse käigus raiutud puidust. [57]
- 2) Taaskasutus/jäätmed – eesmärk on hoida puitu võimalikult kaua ringluses, paneelide tegemisel kasutatakse ainult taaskasutatud puitu. [58]

Taaskasutusvõimalused:

- Pärast kasutusfaasi lõppu kasutatakse elektri jaamades taastuenergia tootmiseks ehk biokütusena. [58]
- Toote ringlussevõtt on eelistatud variant, võimaluse puudumisel kasutada biokütusena. Prügila ei ole soovitatav. [59]

- 3) Lahtivõetavus, kinnitused – kruvid või klambrid [60]

## **8. Kiudtsement – Cembrit Patina fassaadiplaat**

Kiudtsement fassaadiplaat Cembrit Patina [61]

- 1) Taaskasutatud materjal – info on puudu
- 2) Taaskasutus/jäätmed – jäätmed võib viia prügimäele, ei lagune keemiliselt ega bioloogiliselt. On väga stabiilne toode ja võrreldav betooniga. [62]



Taaskasutusvõimalused:

- taaskasutada betoonil põhineva täiteainena [62]
- korduvkasutada [63]

3) Lahtivõetavus, kinnitused – kruvid [64]

## **9. PVC – põrandakate Tarkett iQ Optima**

Polüvinüülkloriidist põrandakate [65]

- 1) Taaskasutatud materjal – info on puudu
- 2) Taaskasutus/jäätmed – kõik iQ tooted on 100% taaskasutatavad. Kõik toote kaod ja juba kasutusfaasi lõpetanud põrandakatted kogutakse ehitusplatsilt kokku, et need taaskasutada uute toodete toorainena Tarketti tehases. [66]
- 3) Lahtivõetavus, kinnitused – liimitakse põrandale, üleminekud kuumkeevitatakse keevisnööri [67]

## **10. Membraan – Isover Vario Xtra membraan**

Mitmekihiline modifitseeritud polüamiidkile, mis on tugevdatud laustekstiiliga. [68]

- 1) Taaskasutatud materjal – info on puudu
- 2) Taaskasutus/jäätmed – kui toode on jõudnud oma kasutusfaasi lõppu, siis seda ei taaskasutata, ei võeta ringlusesse ega ei toimu korduvkasutamist. Toode jõuab prügilasse. [68]
- 3) Lahtivõetavus, kinnitused – klambritega, ühenduskohtades teip [69]

## **11. Metall teras – alumine ja ülemine metallraam, tootja Harmet Metall: teras S355 MC 8/10mm ja nurgaliitmik ISO 1161 TR/TL/BR/BL (valuteras)**

Otsaraami alumine ja ülemine metallraam koosnevad: teras S355 MC 8/10 mm plaatidest ja 4-st valuterasest nurgaliitmikust ISO 1161 TR/TL/BR/BL. Metallraamide tootja on Harmet Metall. [37]

- 1) Taaskasutatud materjal – info on puudu
- 2) Taaskasutus/jäätmed – tootjapoolne info on puudu.

Taaskasutusvõimalused:

- Jäädet tuleb käidelda vastavalt kohalikele ja/või riiklikele eeskirjadele. [70]  
Metalli jäätmeid on võimalik kasutada uute metalltoodete tootmiseks. Metalli taaskasutamist võimaldavad metallikokkuostuga tegelevad ettevõtted, kes omakorda transpordivad metallijäätmed taaskasutamiseks seda võimaldavatesse riikidesse. [71]

- Korduvkasutus – metallraami korduvkasutuse tagab moodulsüsteem. Metallraami kasutatakse otsaraamis, mis on standardne element ja seda saab korduvalt kasutada erinevates moodulites. [37]

3) Lahtivõetavus, kinnitused – kruvid [37]

## **12. Metall alumiinium - Clickwall väline ja sisene alumiinium nurgaprofiil 2785; Cembrit alumiinium vuugiprofiil 10x16x45**

Clickwall alumiinium välist ja sisemist nurgaprofiili kasutatakse Clickwall plaatide välisnurga ja sisenurga viimistlemiseks. [60] Alumiinium vuugiprofiili 10x16x45 kasutatakse Cembrit fassaadiplaatide horisontaalses vuugis. [64]

- 1) Taaskasutatud materjal – info on puudu
- 2) Taaskasutus/jäätmed – tootjapoolne info on puudu.

Taaskasutusvõimalused:

- Jäädet tuleb käidelda vastavalt kohalikele ja/või riiklikele eeskirjadele. [70] Metalli jäätmeid on võimalik kasutada uute metalltoodete tootmiseks. Metalli taaskasutamist võimaldavad metallikokkuostuga tegelevad ettevõtted, kes omakorda transpordivad metallijäätmed taaskasutamiseks seda võimaldavatesse riikidesse. [71]
- korduvkasutus – pärast kasutamist on võimalik alumiinium profiilid eemaldada ja uuesti kasutada [37]

3) Lahtivõetavus, kinnitused – Clickwall alumiinium profiilid kinnitatakse kasutades MS polümeeri [60]. Cembrit alumiinium vuugiliist paigaldatakse fassaadiplaadi vahele ilma kinnituseeta. [37]

## **13. Liim - UZIN KE 2000 S**

Universaalne liim, mis on mõeldud erinevate pörandakatete paigaldamiseks. [72]

- 1) Taaskasutatud materjal – Info on puudu
- 2) Taaskasutus/jäätmed – liim ei mõjuta ega ei sega teiste komponentide/materjalide ringlussevõttu. Kõvenenud toote jäägid eemaldatakse mehaaniliselt ja utiliseeritakse ehitusjäätmetena. [73]
- 3) Lahtivõetavus, kinnitused – toode on kinnitusvahend

## **14. Polüuretaan püstolivaht – Soudal Flexifoam Gun**

Polüuretaan püstolivaht, ühekomponentne ja isepaisuv [74]

- 1) Taaskasutatud materjal – Info on puudu

- 2) Taaskasutus/jäätmed – jäätmete kogumine: kõik jäätmed nii tahked osad kui ka maha loksunud mittetahked osad tuleb kokku koguda ja käidelda vastavalt kohalikele ja/või riiklikele eeskirjadele. [75]
- 3) Lahtivõetavus, kinnitused – toode on kinnitusvahend

### **15. MS polümeer - Soudal Fix All High Tack**

Liimhermeetik, mis on kasutamiseks ehitustööstuses [76]

- 1) Taaskasutatud materjal – info on puudu
- 2) Taaskasutus/jäätmed - võib lugeda tavajäätmeteks vastavalt määrusele (EL) nr 1357/2014, käidelda vastavalt kohalikele ja/või riiklikele eeskirjadele. [77]
- 3) Lahtivõetavus, kinnitused – toode on kinnitusvahend

### **16. Keevisnöör - Tarkett PVC**

4mm keevisnöör põrandakatte ühenduskohtade veetiheduse, hügieeni ja tugevuse tagamiseks. [78]

- 1) Taaskasutatud materjal – info on puudu
- 2) Taaskasutus/jäätmed – tootjapoolne info on puudu, jäadet tuleb käidelda vastavalt kohalikele ja/või riiklikele eeskirjadele. [70]
- 3) Lahtivõetavus, kinnitused – toode on kinnitusvahend

### **17. EPDM – EPDM kummitihend 30/90mm**

EPDM kummitihend paigaldatakse Cembrit fassaadiplaatide alla alusroovile. [79]

- 1) Taaskasutatud materjal – info on puudu
- 2) Taaskasutus/jäätmed – tootjapoolne info on puudu, jäadet tuleb käidelda vastavalt kohalikele ja/või riiklikele eeskirjadele. [70]  
Taaskasutusvõimalused:
  - korduvkasutus – toodet on pärast kasutamist võimalik lahti võtta ja uuesti kasutada [37]
- 3) Lahtivõetavus, kinnitused - klambrid [37]

### **18. Teip – Isover Vario Xtra teip, Tescon Vana, Sitko Flex**

Teipi kasutatakse ühenduskohtade õhu- ja veetiheduse tagamiseks. Isover Vario Xtra teipi kasutatakse membraani Isover Vario Xtra ühenduskohtades [80], Sitko Flex-i [37] kasutatakse Paroc Was 35t ühenduskohtades ja Tesco Vana teipi kasutatakse Kingspan PIR ühenduskohtades [51].

- 1) Taaskasutatud materjal – info on puudu
- 2) Taaskasutus/jäätmed – Isover Vario Extra teibi kohta tootjapoolne info puudub jäädet tuleb käidelda vastavalt kohalikele ja/või riiklikele eeskirjadele. [70] Sitko Flex teip sorteeritakse ehitus-/lammutusplatsil jääkjätmetena. [81] Tescon Vana teip loetakse mitte-ohhtlikuks jäätmeks ja utiliseeritakse vastavalt regulatsioonidele. [82]
- 3) Lahtivõetavus, kinnitused – toode on kinnitusevahend

### 19. Katusekate PVC – PVC Protan SE

Katusekate PVC Protan SE on polüestertugevdatud termoplast suure tõmbe- ja rebenemiskindlusega hüdroisolatsioonimembraan. [83]

- 1) Taaskasutatud materjal – info on puudu
- 2) Taaskasutus/jäätmed – Protan taaskasutab kõik tootmisjäädid, ehitusjäädid ja membraanid, mis on jõudnud kasutusfaasi lõppu. Kõik Protan katusemembraanid on ringlussevõetavad. [84]
- 3) Lahtivõetavus, kinnitused – mehaaniline kinnitus (kruvid), ühendused kinnitatakse kuumaõhu keevitusautomaatidega. [83]

Informatsiooni otsimisel materjalide taaskasutusvõimaluste, lahtivõetavuse ja taaskasutatud materjalide sisalduse kohta leiti, et osadel materjalidel puudus tootjapoolne info. Nendele materjalidele tuleb pöörata erilist tähelepanu, kuna tootjapoolse info puudumine ei tekita usaldusväärset ega täielikku ülevaadet toote sisalduse, taaskasutusvõimaluste ja ohutuse kohta.

Tabel 3.7 Materjalid, millel tootjapoolne info ei olnud leitav

Mooduli materjalid	Tootjapoolne info
Metall teras - ülemine metallraam, tootja Harmet Metall	Puudulik, sertifikaate ei ole
Metall teras - alumine metallraam, tootja Harmet Metall	Puudulik, sertifikaate ei ole
Metall alum. - Clickwall alum. väline nurgaprofiil 2785	Puudulik, sertifikaate ei ole
Metall alum. - Clickwall alum. sisemine nurgaprofiil 2785	Puudulik, sertifikaate ei ole
Metall alum. - Clickwall alum. väline nurgaprofiil 2785	Puudulik, sertifikaate ei ole
Metall alumin. - Cembrit alumiinium vuugiprofiil 10x16x45	Puudulik, sertifikaate ei ole
Keevisnõör - Tarkett PVC	Puudulik, sertifikaate ei ole
Teip - Isover Vario Xtra	Puudulik, sertifikaate ei ole
EPDM - Cembrit EPDM kummitihend 30/90mm	Puudulik, sertifikaate ei ole

Tootjapoolne info puudumine (tabel 3.7) tähendab seda, et sertifikaadid ei olnud leitavad. Info saamiseks tuleks pöörduda otse tootja poole või juhul kui vajalikud sertifikaadid puuduvad leida alternatiivne toode ja tootja. Sertifitseeritud tooted on ringmajanduse seisukohalt eelistatud, tagades sellega toote vastavuse standarditele ja rangetele hindamis kriteeriumitele. [17]

Kõikide toodete leitavad sertifikaadid on välja toodud Lisas 1 sertifikaatide tabelis. Töö autori poolt koostatud sertifikaatide tabelid kirjeldavad täpselt, millised sertifikaadid on toodetel olemas ja millistel vajalikud sertifikaadid puuduvad.

### 3.3 Materjalide vastavus ringmajanduse põhimõtetele

Materjalide kirjelduse peatükis 3.2 uuriti kõikide materjalide taaskasutusvõimalusi, lahtivõetavust ja taaskasutatud materjalide sisaldust. Antud info põhjal saadi järgmised tulemused. Tabel on täidetud vastavalt hindamise alusele (tabel 2.2).

Tabel 3.8 Otsaelemendi materjalide vastavustabel ringmajanduse põhimõtetele

Otsaelemendi materjal	Taaskasutatud materjal	Lahti-võetavus	Korduvkasutus	Taaskasutus
Metall teras - ülemine metallraam, tootja Harmet Metall	0	2	2	2
Liimpuit Kerto LVL S 160x75	0	2	2	2
Liimpuit Kerto LVL S 230x75	0	2	2	2
Liimpuit Kerto LVL S 220x75	0	2	2	2
Metall teras - alumine metallraam, tootja Harmet Metall	0	2	2	2
<b>Vastavus, %</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Otsaelemendis (tabel 3.8) olevate materjalide lahtivõetavus on 100%, mis tähendab seda, et kõik materjalid on omavahel lahtivõetavad. Sellega on tagatud ettevõttepoolne eesmärk, elemendi osasid on võimalik lahti monteerida ja vajadusel suunata need ümbertöötlemisele. Lahtivõetavate materjalide korduvkasutus on samuti 100% ehk kõiki materjale saab pärast lahti võtmist uuesti kasutada. Lisaks on oluline, et materjalide kasutusfaasi lõppedes on need 100% taaskasutatavad. Otsaelemendis kasutatavad materjalid on ettevõtte Harmet OÜ poolt arenduses oleva mooduli olemasolevad materjalid ja antud magistritöö alguseks eelnevalt paika pandud. Tulemused näitavad, et otsaelement vastab kolmele ringmajanduse põhimõttele 100%. Otsaelemendis kasutatavad materjalid koosnevad taaskasutatud materjalidest 0%. Antud tulemus ei mõjuta otsaelemendi lõpptulemust, kuid annab ülevaadet ringmajanduse seisukohalt juba ringluses olnud materjalide kasutuse kohta.

Tabel 3.9 Põrandaelemendi materjalide vastavustabel ringmajanduse põhimõtetele

Põrandaelemendi materjal	Taaskasutatud materjal	Lahti-võetavus	Korduvkasutus	Taaskasutus
Vineer - Vineer MouldGuard 12mm	0	2	2	2
Liimpuit - Kerto LVL S 63x200	0	2	2	2
Liimpuit - Kerto LVL S 75x200	0	2	2	2
Soojustus - PIR Therma TP10 200mm	0	2	2	2
Polüuretaan püstolivaht - Soudal FLEXIFOAM	0	0	0	0
Teip - TESCON VANA	0	0	0	0
Liimpuit - Kerto LVL Q 75x200	0	2	2	2
Liim - UZIN KE 2000 S	0	0	0	0
Põrandakate PVC - Tarkett iQ Optima 2mm	0	2	0	2
Keevisnõör - Tarkett PVC	0	0	0	0
<b>Vastavus, %</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>50</b>	<b>60</b>

Põrandaelemendi (tabel 3.9) materjalide vastavus lahtivõetavusele on 60% ja korduvkasutus 50%. Peamiselt olid madalamad protsendid kogu elementi hinnates tingitud vaja minevatest kinnitusvahenditest ja põrandakattest. Kinnitusvahendid nagu näiteks liim, keevisnõör, polüuretaan püstolivaht ja teip on mõeldud ühekordseks kasutamiseks. Samas on oluline välja tuua, et põrandakate on 100% taaskasutatav, mis tagab antud materjali ringluse. Sellest lähtuvalt on põrandaelemendis kasutatavad materjalid 60% taaskasutatavad. Antud elemendi vastavust kolmele ringmajanduse põhimõttele on võimalik parandada põrandakattele alternatiivi leidmisega. Koos põrandakattega on võimalik välja vahetada ka selle kinnitamiseks vajalikud kinnitusvahendid (liim, keevisnõör). Taaskasutatud materjale on kasutatud 0%, mis küll ei mõjuta omakorda lõpptulemust, kuid näitab kasutatud materjalide arenguruumi ja parandamisvõimalusi. Põrandaelemendis kasutatavad materjalid on olemasolevad materjalid, v.a arvatud põrandakatte materjalid, mis on eelnevalt ettevõtte poolt kinnitatud. Põrandakatte materjalid on valitud käesoleva magistritöö käigus ja kuulub arengujärgus ehk võimalike kasutatavate materjalide

Tabel 3.10 Laeelemendi materjalide vastavustabel ringmajanduse põhimõtetele

Laeelement materjal	Taaskasutatud materjal	Lahti-võetavus	Korduvkasutus	Taaskasutus
Liimpuit Kerto LVL S 75x200	0	2	2	2
Liimpuit Kerto LVL S 63x200	0	2	2	2
Liimpuit Kerto LVL Q 24x2500	0	2	2	2
<b>Vastavus, %</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Laeelemendis (tabel 3.10) vastavad kõik materjalid 100% ringmajanduse põhimõtetele. Taaskasutatud materjalide kasutus on 0% ja selle sisalduse suurendamiseks oleks vaja

üle vaadata kogu ruumimooduli konstruktsiooni osa, kus peamiseks oluliseks komponendiks on liimpuit. Laaelemendi materjalid on sarnaselt otsa- ja pörandaelemendi materjalidele juba eelnevalt ettevõtte poolt kinnitatud.

Tabel 3.11 Seinaelemendi materjalide vastavustabel ringmajanduse põhimõtetele

<b>Seinaelemendi materjal</b>	<b>Taaskasutatud materjal</b>	<b>Lahti- võetavus</b>	<b>Korduv- kasutus</b>	<b>Taas- kasutus</b>
MDF - Clickwall UNI Front White 025 CST 10mm	2	2	2	2
Metall alum. - Clickwall alum. väline nurgaprofiil 2785	0	2	2	2
Metall alum. - Clickwall alum. sisemine nurgaprofiil 2785	0	2	2	2
MS polümeer - Soudal Fix All High Tack	0	0	0	0
Kipskiudplaat - Fermacell 12,5mm	1	2	2	2
Puit - hõövelmaterjal C24 45x145	0	2	2	2
Soojustus – Kivivill Paroc ULTRA 145mm	0	2	2	2
<b>Vastavus, %</b>	<b>21</b>	<b>86</b>	<b>86</b>	<b>86</b>

Seinaelemendis (tabel 3.11) kasutatud materjalide lahtivõetavus, korduvkasutus ja taaskasutus on 86%. Tulemust mõjutas liimhermeetiku (MS polümeer) kinnitusvahendi kasutamine, mis on mõeldud ühekordseks kasutamiseks. Seinaelemendi puhul on eriti oluline, et kõik materjalid vastaksid ringmajanduse põhimõtetele kuna tegemist ei ole standardse elemendiga ehk elemendina seda ei saa kasutada korduvalt. Taaskasutatud materjalide kasutus on 21%, mis on võrreldes teiste elementidega kõige suurem. Siseviimistlusesse valitud MDF plaat on valmistatud 100% taaskasutatud materjalidest. [57] Lisaks on konstruktsiooniplaat Fermacell osaliselt valmistatud taaskasutatud materjalidest. Seinaelemendi materjalid on välja valitud käesoleva magistritöö käigus ja kuuluvad võimalike kasutatavate materjalide hulka. See tähendab, et seinaelemendi materjalid ei ole veel ettevõtte poolt kinnitatud.

Tabel 3.12 Fassaadi materjalide vastavustabel ringmajanduse põhimõtetele

<b>Fassaadi materjal</b>	<b>Taaskasutatud materjal</b>	<b>Lahti- võetavus</b>	<b>Korduv- kasutus</b>	<b>Taas- kasutus</b>
Soojustus –Kivivill Paroc Ultra 2x200mm	0	2	2	2
Membraan – Isover Vario	0	2	0	0
Teip - Isover Vario Xtra	0	0	0	0
Puit - hõövelmaterjal C24 45x195	0	2	2	2
Soojustus –Kivivill Paroc Ultra 195mm	0	2	2	2
Puit - hõövelmaterjal C24 45x45	0	2	2	2
Soojustus –Paroc WAS 35t 45mm	0	2	2	2
Teip – Sitko Flex	0	0	0	0
Puit - hõövelmaterjal C24 28x70/95	0	2	2	2

Jätkub tabel 3.12 Fassaadi materjalide vastavustabel ringmajanduse põhimõtetele

Fassaadi materjal	Taaskasutatud materjal	Lahti-võetavus	Korduvkasutus	Taaskasutus
EPDM - Cembrit EPDM kummi-tihend 30/90mm	0	2	2	0
Metall alumin. - Cembrit alumiinium vuugiprofiil 10x16x45	0	2	2	2
Kiudtsement - Fassaadiplaat Cembrit Patina 8mm	0	2	2	2
<b>Vastavus, %</b>	<b>0</b>	<b>83</b>	<b>75</b>	<b>67</b>

Fassaadielemendis (tabel 3.12) kasutatud materjalide lahtivõetavus on 83%, kuid materjalide korduvkasutus on 75%. Materjalide korduvkasutust mõjutab aurutõke Isover Vario membraan, mida ei ole võimalik korduvkasutada ega taaskasutada. Materjalide vastavus taaskasutusele on 67%, mida mõjutab omakorda EPDM kummitihendi kasutus, mis on küll korduvkasutatav, kuid info selle taaskasutamise kohta puudub. Lisaks on oluline välja tuua teibi kasutus, mis mõjutab kõigi kolme ringmajanduse põhimõtte vastavust, kuna teip on mõeldud ühekordseks kasutamiseks ja info selle taaskasutus kohta on puudu. Nii nagu seinaelemendi puhul on ka fassaadielemendiga sama olukord, et tegemist on mitte standardse elemendiga ja materjalide kasutuse läbimõtlemine on eriti oluline. Taaskasutatud materjalide kasutus on 0%, mis küll ei mõjuta lõpptulemust, kuid mitte standardse elemendi puhul nõuab suuremat tähelepanu. Fassaadielemendis kasutatud materjalid on välja valitud antud töö käigus ja sarnaselt seinaelemendile, ei ole ettevõtte poolt kinnitatud.

Tabel 3.13 Katuse materjalide vastavustabel ringmajanduse põhimõtetele

Katuse materjal	Taaskasutatud materjal	Lahti-võetavus	Korduvkasutus	Taaskasutus
Membraan – Isover Vario	0	2	0	0
Teip - Isover Vario Xtra	0	0	0	0
Puit - hõövelmaterjal C24 45x145	0	2	2	2
Soojustus - Kivivill Paroc UNM 37	0	2	2	2
Liimpuit Kerto LVL Q 24mm	0	2	2	2
Liimpuit Kerto LVL S 75x400	0	2	2	2
Soojustus -Kivivill Paroc Ultra 2x200mm	0	2	2	2
Liimpuit Kerto LVL Q 24	0	2	2	2
Katusekate PVC - Protan SE 1,2	0	2	2	2
<b>Vastavus, %</b>	<b>0</b>	<b>89</b>	<b>78</b>	<b>78</b>

Katuse (tabel 3.13) puhul on kasutatud materjalide lahtivõetavus 89%, kuid korduvkasutus ja taaskasutus kumbki 78%. Korduvkasutus ja taaskasutus mõjutab Isover Vario membraani kasutamine, mis on küll lahtivõetav, kuid ei ole korduvkasutatav ega taaskasutatav. Kuna tegemist on mitte standardse elemendiga siis nii nagu sein- ja fassaadielemendi puhul on materjalide kasutamise läbi mõtlemine erilise tähtsusega, mis mõjutab materjalide ringlussevõttu. Taaskasutatud materjalide



on kasutatud 0% ja mitte standardse elemendi puhul oleks selle protsendi suurendamine pikemas perspektiivis oluline ja parandaks ringmajanduse seisukohalt materjalide jätkusuutlikkust. Antud töös kasutatud katuse materjalid ei ole ettevõtte poolt kinnitatud ja on arengujärgus mooduli võimalikud kasutatavad materjalid.

### 3.4 Elementide vastavus ringmajanduse põhimõtetele

369Ring tootmissüsteemi kuuluva mooduli materjalide vastavusele ringmajanduse põhimõtetele koostati kokkuvõttev tabel (vt tabel 3.14). Tabelis esitatakse protsentuaalselt töös uuritud elementide materjalide vastavus ringmajanduse põhimõtetele, mille põhjal saab kokkuvõtvalt esitada kogu mooduli materjalide vastavuse ringmajanduse põhimõtetele.

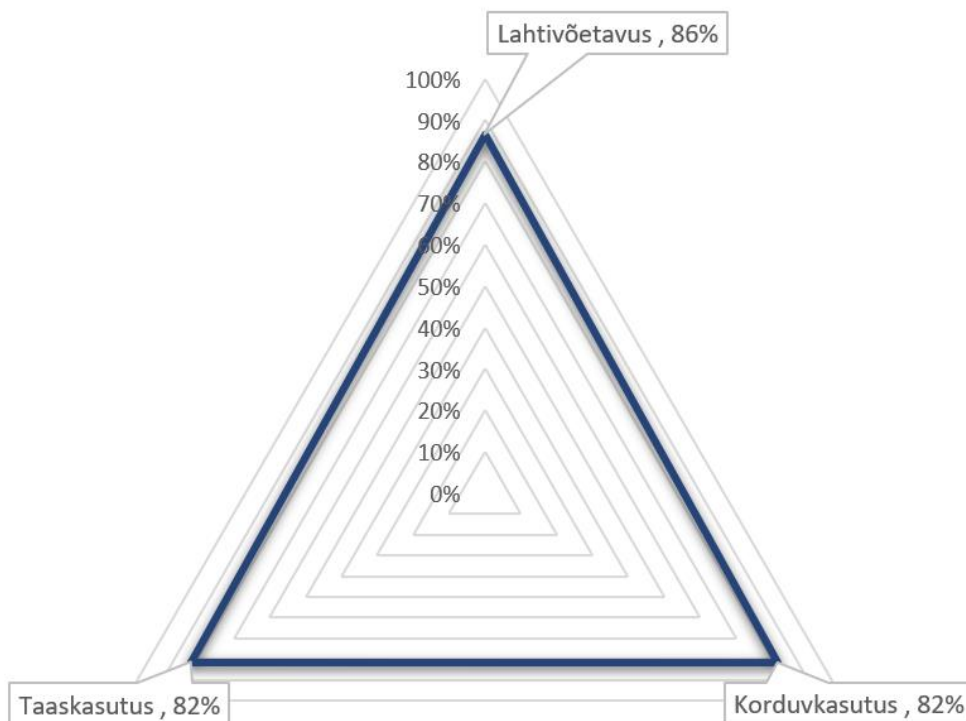
Tabel 3.14 Mooduli materjalide vastavustabel ringmajanduse põhimõtetele

Mooduli elemendid	Taaskasutatud materjal, %	Lahtivõetavus, %	Korduvkasutus, %	Taaskasutus, %
Otsaelement	0	100	100	100
Põrandaelement	0	60	50	60
Laeelement	0	100	100	100
Seinaelement	21	86	86	86
Fassaad	0	83	75	67
Katus	0	89	78	78
<b>Vastavus</b>	<b>4</b>	<b>86</b>	<b>82</b>	<b>82</b>

Tabel 3.14 põhjal saab teha hinnangu kogu mooduli materjalide kohta, mis antud töös on elementides kasutatud, s.t nii olemasolevaid kui ka võimalikke kasutatavaid materjale. Materjalide vastavus lahtivõetavusele on 86% ja korduvkasutusele ning taaskasutusele 82%. Kogu mooduli elementide taaskasutatud materjalide kasutuseks tuli 4%, mida võib arvestades ringmajanduse põhimõtteid hinnata puudulikuks. Taaskasutatavate materjalide valiku suurendamine on kindlasti oluline valdkond, millele ettevõtte peaks tulevikus rohkem tähelepanu pöörama. See on oluline, kuna toote korduvkasutamise ja ringlussevõtu mõjud kehtivad materjali tootmise esimesele tsüklile, kõik järgmised tsüklid ehk juba ringlusest tulnud tooted mõjutavad keskkonda oluliselt vähem. Ringlusest tulnud toodete kasutamine täiendab ringmajanduse põhimõtteid. [30]

Mooduli lahtivõetavus 86% tähendab seda, et üle 80% on võimalik kõiki mooduli materjale lahti võtta, et saavutada võimalikult kerge ümbertöötlemine ja renoveerimine. Lahti võetud materjalide korduvkasutus ja taaskasutus on mõlemad 82% ehk kõik käesolevas töös kajastatud materjalid on pärast esimest kasutusfaasi üle 80% ringlusse

võetavad. Mis tähendab seda, et nende materjalide kasutamine aitab kaasa tootmisest tingitud keskkonnamõju vähendamisele, mis omakorda mõjutab positiivselt kogu ehitussektorit.



Joonis 3.7 Mooduli materjalide vastavus ringmajanduse põhimõtetele

369Ring tootmissüsteemi kuuluva mooduli materjalide vastavus ringmajanduse põhimõtetele on näidatud joonisel 3.7. Lähtudes ringmajanduse kolmest põhimõttest uuritud elementide olemasolevate ja võimalike materjalide kasutamisel leiti, et kogu mooduli materjalide vastavus on üle 80% ja vastab käesoleva tööle püstitatud hüpoteesile.

Arvestades, et tegemist on alles arengujärgus moodulsüsteemiga, mis tähendab, et kõik detailide lahendused ning sõlmed vajavad veel läbi töötamist. Sellest lähtuvalt võivad töö autori poolt välja pakutud materjalid ja elementide lahendused muutuda, kuna lõpliku valiku teeb ettevõtte. Antud töös kasutatud materjalide nii olemas olevate kui võimalike materjalide puhul on eesmärgiks, et need materjalid hakkaksid töötama kui 369Ring tootmissüsteemi kuuluva mooduli standard materjalidena, mis on aluseks nii mooduli tootmisprotsesside läbiviimiseks kui ka andmeanalüüsiks. Juhul kui näiteks klient soovib muuta tulevikus lõplikult väljatöötatud standardlahenduses olevaid materjale, siis ilmselt tuleks teostada uus analüüs, et teada saada kui suur hulk vastab erilahenduse korral ringmajanduse põhimõtetele.

## 4. Järeldused

369Ring tootmissüsteemi eesmärgiks on juba projekteerimisetapis teha selgeks kõige jätkusuutlikumad lahendused. Lahenduste leidmisel lähtutakse ringmajanduse põhimõtetest, et säilitada antud tootmissüsteemi kuuluva toote ehk mooduli väärtust terve selle eluea jooksul. [37]

Ringmajanduse seisukohalt on ülioluline juba projekteerimisetapis püüda vähendada toote keskkonnamõju. Teaduskirjanduses on väidetud, et projekteerimisetapis on võimalik vähendada toote keskkonnamõju ligikaudu 80%. [25] Käesoleva magistritöö käigus uuritud mooduli materjalid vastasid üle 80% ringmajanduse põhimõtetele. See tähendab seda, et kogu mooduli materjalid on vähemalt 80% ulatuses ringlusse võetavad. Materjalide esimene kasutus tsükkel omab kõige suuremat keskkonnamõju ja järgmised tsüklid omavad oluliselt vähem, kuna kõik materjali tootmise ja ringlussevõtu mõjud kuuluvad esimesele tsüklile. [30] Selle põhjal saab järeldada, et 369Ring tootmissüsteemi kuuluva mooduli materjalide järgmised kasutustsüklid tekitavad 80% ulatuses vähem keskkonnamõju.

Ettevõtte võiks võtta endale eesmärgiks, et tulevikus vastaksid, kõik nii standardsed kui ka erilahendustega lahendatud, moodulid vähemalt 80% ulatuses ringmajanduse põhimõtetele ja sellega vähendades oluliselt materjalide tootmisest tingitud keskkonnamõju.

369Ring tootmissüsteemi kuuluva mooduli juures on tähtis nii mooduli enda kui ka selles kasutatud elementide ja materjalide võimalikult pikaajaline kasutuses hoidmine. Selle tagamiseks on oluline mooduli ja selle elementide jälgitavus. Jälgimise tagamiseks on vaja nii mooduli kui ka mooduli erinevate osade artiklinumbrite identifitseerimine, mille abil on võimalik teha kindlaks moodulis ja mooduli erinevates osades kasutatud materjalid.

Võttes arvesse, et tegemist on ettevõtte Harmet OÜ arengujärgus oleva mooduliga ja tootmissüsteemiga, siis antud magistritöös käsitlemata jäänud teemad sobivad algmaterjaliks järgmisele magistritööle. Materjalide jälgitavuse teemat antud magistritöös ei olnud võimalik töömahukuse tõttu käsitleda.

## KOKKUVÕTE

Harmet OÜ visiooniks on aastaks 2032 luua jätkusuutlikke ja keskkonnasõbralikke moodullahendusi. Sellest lähtuvalt arendatakse uut tootmissüsteemi, mis keskendub tootele ja selle väärtuste säilitamisele. Antud tootmissüsteemi nimetatakse 369Ring tootmissüsteemiks ja toode, mida arendatakse on 369 moodulsüsteem, mis omakorda koosneb moodulitest. Ettevõtte eesmärgiks on juba projekteerimisetapis teha kindlaks kõige paremad lahendused lähtudes ringmajanduse põhimõtetest. Kogu süsteemi aluseks on moodul, mille arendamisele pööratakse suurt rõhku. Moodul koosneb elementidest, mida on võimalik lahti võtta ja uuesti kasutada. Kogu 369 süsteemi kohanemisvõime tagamiseks, lähtuvalt hoone suurusest ja ruumilahendustest, on moodul arendatud võimalikult lihtsalt ümbertöödeldavaks. Ringmajandus seisukohast on oluline, et kõik moodulis kasutatavad materjalid oleksid projekteeritud lahti võetavaks, nii tagatakse materjalide ringlus ja vähendatakse seeläbi ka toodete tootmisega tekitatud keskkonnamõju.

Töö käigus tehti kindlaks kõik nii olemasolevad kui ka võimalikud kasutatavad materjalid mooduli tootmiseks ja hinnati nende vastavust ringmajanduse põhimõtetele. Vastavust leiti kolmele ringmajanduse põhimõttele, milleks on toodete lahtivõetavus, korduvkasutus ja taaskasutus. Selleks kaardistati materjalide valik, seejärel koostati materjalide vastavustabelid ja mille tulemuste põhjal sai kindlaks määrata materjalide sobivuse ringmajanduse põhimõtetele. Lahtivõetavuse juures on oluline, et on kasutatud kinnitusi, mis tagaks toote eemaldamise puhtal kujul ehk toodet saaks pärast kasutamist korduvkasutada. Kui toodet ei ole võimalik korduvkasutada, siis peab olema tagatud selle taaskasutus ehk ringlussevõtt uute toodete tootmiseks.

Käesoleva töö käigus analüüsitud materjalid vastasid kogu mooduli kohta 86% ulatuses lahtivõetavusele ja 82% ulatuses korduvkasutusele ning taaskasutusele. Enamus materjalid, mis mõjutasid lõpptulemust nagu teibid, polüuretaan püstolivaht, liim, keevisnõör ja kummitihend, olid kas kinnitusvahendid või materjalid, mille info oli puudulik. Materjalide vastavust 100% ringmajanduse põhimõtetele ei olnud antud konstruktsiooni tüüpide puhul võimalik saavutada, kuna taaskasutusvõimalused kinnitusvahenditele puuduvad. Samas kui jätta välja ühekordsed kinnitusvahendid, siis töö raames valitud materjalide vastavus ringmajanduse põhimõtetele oleks oluliselt suurem. Materjalidel, millel puudus vajalik informatsioon, on võimalik selle saamiseks pöörduda kas otse tootja poole või välja vahetada alternatiivsete toodete vastu.

Lähtudes ringmajanduse põhimõtetest on 369Ring tootmissüsteemi kuuluv moodul arendatud ümbertöödeldavaks, uuendatavaks ja lahtivõetavaks nii mooduli elemendid kui ka kogu 369 moodulsüsteemi osas. Lähtuvalt leitud tulemustest saab vastata tööle seatud hüpoteesile ja kinnitada, et 369Ring tootmissüsteemi kuuluva mooduli materjalid vastavad 80% ulatuses ringmajanduse põhimõtetele.

Ringmajanduse seisukohalt on oluline hoida 369Ring tootmissüsteemi kuuluvat moodulit võimalikult pikaajaliselt kasutuses. Mooduli ja selles sisalduvate elementide kui ka materjalide eluea pikendamise juures on tähtis nende jälgitavus. Selle tagamiseks on vaja moodulit kui ka elemente vastavalt artiklinumbritega identifitseerida. Antud magistritöös ei olnud võimalik töömahukuse tõttu materjalide jälgitavuse teemat käsitleda, kuid 369Ring tootmissüsteemi arendustöö jätkamisel, peaks sellele suurt tähelepanu pöörama.

## SUMMARY

Harmet OÜ's vision is to create sustainable and environmentally friendly modular solutions by 2032. Based on this, a new production system will be developed that focuses on the product and the preservation of its values. The production system is called the 369Ring production system and the product that is being developed is a 369 modular system which consists various of modules. The company's goal is to identify the best solutions based on the principles of the circular economy already at the design stage. The whole system is based on a module, the development of which is given great emphasis. The module consists of elements that can be disassembled and reused. To ensure the adaptability of the entire 369 system, based on the size of the building and the room space solutions, the module has been developed to be as recyclable as possible. From the circular economy point of view, it is important that all materials used in the module are designed to be disassembled to ensure the circulation of materials and thus reduce the environmental impact of the production of products.

During the work, all the existing and potential materials which are used for the production of the module were identified and their compliance with the principles of the circular economy was assessed. Compliance was found with the three principles of the circular economy, namely product disassembly, reuse and recycle. To this end, correlation tables of materials were compiled, and the results were used to determine the suitability of materials for circular economy. In the case of disassembly, it is important that fasteners are used to ensure that the product is removed in its pure form, i.e., the product can be reused after use. If the product cannot be reused, it must be recycled to produce new products.

The materials analyzed in the course of this work corresponded to 86% disassembly for the whole module and 82% to reuse and recycle. Most of the materials that affected the result, such as tapes, polyurethane gun foam, glue, welding rod and rubber seal, were either fasteners or materials with incomplete information. The compliance of materials with the principles of 100% circular economy is not achievable for these construction types, as there are no possibilities for reuse of fasteners. For materials that did not have the necessary information, they can be obtained directly from the manufacturer or exchanged for alternative products.

Based on the principles of the circular economy, the module belonging to the 369Ring production system has been developed to be recyclable, renewable, and disassembled, both the elements of the module and the entire 369 modular system. Based on the

results found, it is possible to answer the hypothesis set for the work and confirm that the materials of the module belonging to the 369Ring production system comply with the principles of circular economy to the extent of 80%.

From the point of view of the circular economy, it is important to keep the module belonging to the 369Ring production system in use for as long as possible. Traceability is important in extending the life of the module and its components as well as the materials. To ensure this, it is necessary to identify the module as well as the elements according to the article numbers. Due to the workload, it was not possible to address the issue of material traceability in this master's thesis, but 369Ring production system should pay close attention to this when continuing the development.

## KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- [1] M. de Wit, J. Verstraeten-Jochemsen, J. Hoogzaad, and B. Kubbinga, *THE CIRCULARITY GAP REPORT*, vol. Version 1.0. The Platform for Accelerating the Circular Economy (PACE), 2019. [Online]. Available: [https://assets.website-files.com/5d26d80e8836af2d12ed1269/5dea43f562f8ac3e3113fe51\\_ad6e59\\_ba1e4d16c64f44fa94fbd8708eae8e34\\_compressed.pdf](https://assets.website-files.com/5d26d80e8836af2d12ed1269/5dea43f562f8ac3e3113fe51_ad6e59_ba1e4d16c64f44fa94fbd8708eae8e34_compressed.pdf)
- [2] P. Morganti, "The Green Economy is A Must of Our Society," *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, vol. 39, Oct. 2021, doi: 10.26717/BJSTR.2021.39.006295.
- [3] Technopolis Group, Vastutustundliku Ettevõtluse Foorum, Teeme Ära SA, "Eesti ringmajanduse tulevikupotentsiaali ja vajalike meetmete uuring - Ehitussektor," p. 67, juuni 2021.
- [4] A. Tuladhar, K. Iatridis, and D. Dimov, "History and evolution of the circular economy and circular economy business models," in *Circular Economy and Sustainability*, Elsevier, 2022, pp. 87–106. doi: 10.1016/B978-0-12-819817-9.00031-4.
- [5] W. McDonough and M. Braungart, *Cradle to cradle: remaking the way we make things*. 2002. Accessed: Feb. 10, 2022. [Online]. Available: <https://archive.org/details/cradletocradlere0000mcdo>
- [6] J. Kirchherr, D. Reike, and M. Hekkert, "Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 127, pp. 221–232, Dec. 2017, doi: 10.1016/j.resconrec.2017.09.005.
- [7] B. R. Mukhopadhyay and D. B.K.Mukhopadhyay, "'Cradle to Cradle' to 'Cradle to Grave': Circular Economy," p. 4, Sep. 2021.
- [8] P. Brown, N. Bocken, and R. Balkenende, "Why Do Companies Pursue Collaborative Circular Oriented Innovation?," *Sustainability*, vol. 11, p. 635, Jan. 2019, doi: 10.3390/su11030635.
- [9] Ellen MacArthur Foundation, "Circular design." <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/explore/circular-design> (accessed May 10, 2022).
- [10] Ellen MacArthur Foundation, "The Circular Economy In Detail." <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/explore/the-circular-economy-in-detail> (accessed May 03, 2022).
- [11] Ellen MacArthur Foundation, "The butterfly diagram: visualising the circular economy." <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram> (accessed Mar. 12, 2022).



- [12] "The butterfly diagram: visualising the circular economy." <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram> (accessed Mar. 13, 2022).
- [13] Ellen MacArthur Foundation, "Circular design guide - Circular Flows | Shared by Digital." <https://emf.thirdlight.com/link/l1lpr2l0gled-s27447/@/preview/1?o> (accessed Mar. 12, 2022).
- [14] "Material Selection." <https://www.circulardesignguide.com/post/material-selection> (accessed Mar. 13, 2022).
- [15] Ellen MacArthur Foundation, "Circular design guide - Materials choices | Shared by Digital." <https://emf.thirdlight.com/link/a2zpj0t0ou2g-ik89s/@/preview/1?o> (accessed Mar. 12, 2022).
- [16] Ellen MacArthur Foundation, "Material Selection." <https://www.circulardesignguide.com/post/material-selection> (accessed Apr. 05, 2022).
- [17] Ellen MacArthur Foundation, "Moving Forward with Materials." <https://www.circulardesignguide.com/post/moving-forward> (accessed May 10, 2022).
- [18] "ohutuskaart\_segule.pdf." Accessed: Mar. 13, 2022. [Online]. Available: [https://www.terviseamet.ee/sites/default/files/KTO/ohutuskaart\\_segule.pdf](https://www.terviseamet.ee/sites/default/files/KTO/ohutuskaart_segule.pdf)
- [19] Euroopa Komisjoni veebisait, "Declaration of Performance and CE marking." [https://ec.europa.eu/growth/sectors/construction/construction-products-regulation-cpr/declaration-performance-and-ce-marking\\_en](https://ec.europa.eu/growth/sectors/construction/construction-products-regulation-cpr/declaration-performance-and-ce-marking_en) (accessed Apr. 06, 2022).
- [20] Euroopa Komisjoni veebisait, "European standards." [https://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards\\_en](https://ec.europa.eu/growth/single-market/european-standards_en) (accessed Apr. 06, 2022).
- [21] PEFC, "What is certification?" <https://pefc.org/what-we-do/our-approach/what-is-certification> (accessed Apr. 06, 2022).
- [22] FSC, "Chain of Custody Certification," *Forest Stewardship Council*. <https://fsc.org/en/chain-of-custody-certification> (accessed Apr. 06, 2022).
- [23] Rakennustietosäätiö, "M1 Criteria," *Rakennustietosäätiö*. <https://cer.rts.fi/en/m1-emission-class-for-building-material/m1-criteria-2/> (accessed Apr. 06, 2022).
- [24] One Click LCA, "A simple guide to Environmental Product Declarations," *One Click LCA® software*, Jul. 03, 2020. <https://www.oneclicklca.com/simple-epd-guide/> (accessed May 03, 2022).
- [25] G. Dokter, L. Thuvander, and U. Rahe, "How circular is current design practice? Investigating perspectives across industrial design and architecture in the

- transition towards a circular economy," *Sustainable Production and Consumption*, vol. 26, pp. 692–708, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.spc.2020.12.032.
- [26] Ellen MacArthur Foundation, *Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe*. Accessed: Feb. 14, 2022. [Online]. Available: <https://ellenmacarthurfoundation.org/growth-within-a-circular-economy-vision-for-a-competitive-europe>
- [27] Euroopa Komisjon, *KOMISJONI TEATIS EUROOPA PARLAMENDILE, NÕUKOGULE, EUROOPA MAJANDUS- JA SOTSIAALKOMITEELE NING REGIOONIDE KOMITEELE Uus ringmajanduse tegevuskava Puhtama ja konkurentsivõimelisema Euroopa nimel*. 2020. Accessed: Apr. 30, 2022. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM%3A2020%3A98%3AFIN>
- [28] Technopolis Group, Vastutustundliku Ettevõtluse Foorum, Teeme Ära SA, "Eesti ringmajanduse tulevikupotentsiaali ja vajalike meetmete uuring, Osa 1 – ehitussektor, plastitööstus, tekstiilitööstus." Jul. 06, 2021. [Online]. Available: [https://ringmajandus.envir.ee/sites/default/files/OSA%201\\_lopparuanne\\_KeM.pdf](https://ringmajandus.envir.ee/sites/default/files/OSA%201_lopparuanne_KeM.pdf)
- [29] "Eesti ringmajanduse arengudokument ja tegevuskava," *Ringmajandus*. <https://ringmajandus.envir.ee/et/eesti-ringmajanduse-arengudokument-ja-tegevuskava> (accessed Mar. 10, 2022).
- [30] L. Eberhardt, A. van Stijn, F. Nygaard Rasmussen, M. Birkved, and H. Birgisdottir, "Development of a Life Cycle Assessment Allocation Approach for Circular Economy in the Built Environment," *Sustainability*, vol. 12, p. 9579, Nov. 2020, doi: 10.3390/su12229579.
- [31] L. C. M. Eberhardt, M. Birkved, and H. Birgisdottir, "Building design and construction strategies for a circular economy," *Architectural Engineering and Design Management*, vol. 18, no. 2, pp. 93–113, Mar. 2022, doi: 10.1080/17452007.2020.1781588.
- [32] "Ettevõtte | Harmet." <https://www.harmet.ee/ettevottest/> (accessed Mar. 10, 2022).
- [33] M. Kamali, K. Hewage, and A. S. Milani, "Life cycle sustainability performance assessment framework for residential modular buildings: Aggregated sustainability indices," *Building and Environment*, vol. 138, pp. 21–41, Jun. 2018, doi: 10.1016/j.buildenv.2018.04.019.
- [34] "Prefabricated Systems Principles of Construction by Birkhäuser - Issuu." [https://issuu.com/birkhauser.ch/docs/prefabricated\\_systems.\\_principles\\_o](https://issuu.com/birkhauser.ch/docs/prefabricated_systems._principles_o) (accessed Mar. 10, 2022).

- [35] "Harmet-presentation.pdf." Accessed: Mar. 10, 2022. [Online]. Available: <https://www.harmet.ee/wp-content/uploads/2022/01/Harmet-presentation.pdf>
- [36] V. Tavares, N. Lacerda, and F. Freire, "Embodied energy and greenhouse gas emissions analysis of a prefabricated modular house: The 'Moby' case study," *Journal of Cleaner Production*, vol. 212, pp. 1044–1053, Mar. 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.12.028.
- [37] Harmet OÜ innovatsiooniosakond, "369Ring tootmissüsteem."
- [38] J. Jonker, N. Faber, and T. Haaker, "Quick Scan Circular Business Models," p. 41.
- [39] E. Kristoffersen, F. Blomsma, P. Mikalef, and J. Li, "The smart circular economy: A digital-enabled circular strategies framework for manufacturing companies," *Journal of Business Research*, vol. 120, pp. 241–261, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.jbusres.2020.07.044.
- [40] "369 Pattern Buildings," *369 Pattern Buildings*. <https://patternbuildings.com/> (accessed Mar. 13, 2022).
- [41] R. Puusepp, L. Läänelaid, M. Zvereva, E. Vogt, E. Tuhkanen, and K. Kalbe, *Pattern Buildings: An Industrial Building System for Mass-Customizable Buildings*. 2020. doi: 10.13140/RG.2.2.15127.39846.
- [42] Metsä Wood, "Declaration of Performance KERTO LVL Q." Dec. 19, 2019. [Online]. Available: [https://www.metsawood.com/global/Tools/DoP/DOPOpenDocuments/DoP\\_Kerto-S\\_2019\\_12\\_19\\_en.pdf](https://www.metsawood.com/global/Tools/DoP/DOPOpenDocuments/DoP_Kerto-S_2019_12_19_en.pdf)
- [43] "Environmental Product Declaration.pdf." Accessed: Apr. 04, 2022. [Online]. Available: <https://portal.environdec.com/api/api/v1/EPDLibrary/Files/a53edc97-874a-46e3-cddc-08d9df0ea78f/Data>
- [44] "Tugevussorteeritud-puit\_est\_Raitwood-Toimivusdeklaratsioon-2022.pdf." Accessed: Apr. 05, 2022. [Online]. Available: [https://raitwood.ee/wp-content/uploads/2022/02/Tugevussorteeritud-puit\\_est\\_Raitwood-Toimivusdeklaratsioon-2022.pdf](https://raitwood.ee/wp-content/uploads/2022/02/Tugevussorteeritud-puit_est_Raitwood-Toimivusdeklaratsioon-2022.pdf)
- [45] M. Küttim, K. Hansen, and L. Küttim, "Eesti ringmajanduse tulevikupotentsiaali ja vajalike meetmete uuring Lisa 1 – Metsa- ja puidutööstus," Technopolis Group, Tallinna Ülikool, Teeme Ära SA, Jun. 2021. [Online]. Available: <https://ringmajandus.envir.ee/sites/default/files/Mets-Puit.pdf>
- [46] Metsä Wood, "Toimivusdeklaratsioon Metsä Wood Spruce MoudlGuard." Feb. 12, 2019. [Online]. Available: [https://www.metsawood.com/global/Tools/DoP/DOPOpenDocuments/DoP\\_Mets%C3%A4Wood\\_Spruce\\_MG\\_Plywood\\_2019-12-2\\_et.pdf](https://www.metsawood.com/global/Tools/DoP/DOPOpenDocuments/DoP_Mets%C3%A4Wood_Spruce_MG_Plywood_2019-12-2_et.pdf)
- [47] "Metsa-Wood-Spruce-Plywood-manual-English.pdf." Accessed: Apr. 06, 2022. [Online]. Available:

- <https://www.metsawood.com/global/Tools/MaterialArchive/MaterialArchive/Metsa-Wood-Spruce-Plywood-manual-English.pdf>
- [48] Kingspan, "Tooteloend\_Tõhusad soojustusmaterjalid kõigisse rakendustesse," Versioon 5, Mar. 2022. [Online]. Available: <https://www.kingspan.com/ee/et-ee/tooted/soojustus/therma/therma-tp10-viilkatuse-soojustusplaat>
- [49] Kingspan, "Toote ohutusalane teave Therma TP10," Versioon 1, Mar. 2022. [Online]. Available: <https://www.kingspan.com/ee/et-ee/tooted/soojustus/therma/therma-tp10-viilkatuse-soojustusplaat>
- [50] Kingspan, "Kingspan-juhend nr 101, Isolatsioonivahuga täitmise juhend." Apr. 2017. [Online]. Available: <https://www.kingspan.com/ee/et-ee/tooted/soojustus/therma/therma-tp10-viilkatuse-soojustusplaat>
- [51] Kingspan, "Kingspan-juhend nr 108, Teipimisjuhend." Apr. 2017. [Online]. Available: <https://www.kingspan.com/ee/et-ee/tooted/soojustus/therma/therma-tp10-viilkatuse-soojustusplaat>
- [52] Paroc, "PAROC Ultra." <https://www.paroc.ee/tooted/konstruksioonid/uldehituslikud-soojustusmaterjalid/paroc-ultra> (accessed Apr. 06, 2022).
- [53] Paroc, "Paroc Stonewool on korduskasutatav." <https://www.paroc.ee/miks-kivivill/korduskasutatav> (accessed Apr. 06, 2022).
- [54] Paroc, "Ventileeritavad fassaadid." [Online]. Available: <https://www.paroc.ee/related-documents?product=F2B4CB1A097D49D287CEF5AD201138E0&related=B57C07AEF6FE4069B6953155A2777739>
- [55] "EPD\_fermacell\_Gypsum\_Fibreboard\_EN.pdf." Accessed: Apr. 07, 2022. [Online]. Available: [https://www.tervemaja.ee/wp-content/uploads/2017/02/EPD\\_fermacell\\_Gypsum\\_Fibreboard\\_EN.pdf](https://www.tervemaja.ee/wp-content/uploads/2017/02/EPD_fermacell_Gypsum_Fibreboard_EN.pdf)
- [56] Tervemaja, "Kipskiudplaadid," *Tervemaja OÜ*. [https://www.tervemaja.ee/tooted/fermacell/fermacell\\_kipskiudplaat/](https://www.tervemaja.ee/tooted/fermacell/fermacell_kipskiudplaat/) (accessed May 04, 2022).
- [57] UNILIN, "SPECIFICATION TEXT Clicwall." 10 2020. [Online]. Available: <https://www.unilinpanels.com/en/interior/decorative-panels/clicwall>
- [58] UNILIN, "Our Circular philosophy," *Unilin Panels*. <https://www.unilinpanels.com/en/join-the-circle/circular-philosophy> (accessed Apr. 10, 2022).
- [59] UNILIN, "DOC ME QA HDC-5293n Material Safety Data Sheet MFC en MF MDF." Oct. 03, 2015.
- [60] UNILIN, "Clicwall, Decorative wall covering, Installation guide." [Online]. Available: <https://www.unilinpanels.com/en/interior/decorative-panels/clicwall>

- [61] "DoP-Patina-Original.pdf." Accessed: Apr. 10, 2022. [Online]. Available: <https://www.cembrit.ee/download/SEE/DoP-CE/DoP-Patina-Original>
- [62] "Materjali-tervise--ja-ohutusandmete-kaart---MF.pdf." Accessed: Apr. 10, 2022. [Online]. Available: <https://www.cembrit.ee/download/SEE/Other/Materjali-tervise--ja-ohutusandmete-kaart---MF>
- [63] Cembrit, "Taaskasutus :: Cembrit." <https://www.cembrit.ee/korduma-kippuvad-kusimused/jatkusuutlikkus/ekk-jatkusuutlikkus/taaskasutus> (accessed Apr. 10, 2022).
- [64] "Paigaldusjuhend---Cembrit-Fassaadikatted.pdf." Accessed: Apr. 12, 2022. [Online]. Available: <https://www.cembrit.ee/download/SEE/Installation%20manual/Paigaldusjuhend---Cembrit-Fassaadikatted>
- [65] Tarkett, "DoP - Declaration of Performance 0019-0003-DoP-2013-07." Jul. 01, 2013. [Online]. Available: <https://media.tarkett-image.com/docs/0019-0003-DoP-2013-07.pdf>
- [66] "EPD\_iQ\_range.pdf." Accessed: Apr. 10, 2022. [Online]. Available: [https://media.tarkett-image.com/docs/EPD\\_iQ\\_range.pdf](https://media.tarkett-image.com/docs/EPD_iQ_range.pdf)
- [67] "ID\_INT\_iQ\_PREMIUM.pdf." Accessed: Apr. 12, 2022. [Online]. Available: [https://media.tarkett-image.com/docs/ID\\_INT\\_iQ\\_PREMIUM.pdf](https://media.tarkett-image.com/docs/ID_INT_iQ_PREMIUM.pdf)
- [68] Isover, "ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION In accordance with EN 15804 and ISO 14025, VARIO® XTRA Membrane." Nov. 06, 2018. [Online]. Available: <https://www.isover.ee/tooted/isover-varior-xtra>
- [69] Isover, "Isover Vario aurutõkkesüsteem." [Online]. Available: <https://www.isover.ee/tooted/isover-varior-xtra>
- [70] Riigi Teataja, "Jäätmeseadus." Oct. 22, 2021. [Online]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/122102021016>
- [71] "Pakendid | Keskkonnaministeerium." <https://envir.ee/ringmajandus/ringmajandus/pakendid> (accessed Apr. 15, 2022).
- [72] UZIN UTZ AG, "Product Datasheet, Universal Pressure-Sensitive and Wet-Set Adhesive, UZIN KE 2000 S." [Online]. Available: [https://int.uzin.com/fileadmin/MAM/104367/UZIN\\_KE\\_2000\\_S.pdf](https://int.uzin.com/fileadmin/MAM/104367/UZIN_KE_2000_S.pdf)
- [73] "Environmental\_Product\_Declaration\_-\_KE\_2000\_S.pdf." Accessed: Apr. 10, 2022. [Online]. Available: [https://us.uzin.com/fileadmin/FILES/Brands/UZIN/UZIN\\_US/Downloads/Sustainability/Environmental\\_Product\\_Declaration\\_-\\_KE\\_2000\\_S.pdf](https://us.uzin.com/fileadmin/FILES/Brands/UZIN/UZIN_US/Downloads/Sustainability/Environmental_Product_Declaration_-_KE_2000_S.pdf)
- [74] Soudal, "Tehnilise teabe leht, FLEXIFOAM GUN." Aug. 29, 2016. [Online]. Available: <https://www.soudal.ee/professionaalne-polueuretaanvahud/item/28-soudafoam-flexifoam>

- [75] Soudal, "SAFETY DATA SHEET, Soudal Flexifoam." Dec. 19, 2014. [Online]. Available: [http://downloads.consumables.com/doc/msds/101-9663\\_SDS.pdf](http://downloads.consumables.com/doc/msds/101-9663_SDS.pdf)
- [76] Soudal, "Tehnilise teabe leht, Fix All High Tack." Oct. 20, 2020. [Online]. Available: <https://www.soudal.ee/diy-fix-all/item/71-fix-all-high-tack>
- [77] Soudal, "SAFETY DATA SHEET, Fix All High Tack." Feb. 15, 2016. [Online]. Available: allikas: Harmet OÜ müügi-osakond
- [78] "DS\_INT\_Hot\_Welding\_Rods\_Vinyl\_Floorings.pdf." Accessed: Apr. 12, 2022. [Online]. Available: [https://media.tarkett-image.com/docs/DS\\_INT\\_Hot\\_Welding\\_Rods\\_Vinyl\\_Floorings.pdf](https://media.tarkett-image.com/docs/DS_INT_Hot_Welding_Rods_Vinyl_Floorings.pdf)
- [79] "Paigaldusjuhend---Cembrit-Fassaadikatted.pdf." Accessed: Apr. 12, 2022. [Online]. Available: <https://www.cembrit.ee/download/SEE/Installation%20manual/Paigaldusjuhend---Cembrit-Fassaadikatted>
- [80] Isover, "ISOVER Vario® XtraTape, Tootekirjeldus." Sep. 02, 2021. [Online]. Available: <https://www.isover.ee/tooted/isover-varior-xtratape>
- [81] "Tectis\_Sitko\_SINTEF.pdf." Accessed: Apr. 13, 2022. [Online]. Available: [http://www.tectis.ee/docs/Teibid/Tectis\\_Sitko\\_SINTEF.pdf](http://www.tectis.ee/docs/Teibid/Tectis_Sitko_SINTEF.pdf)
- [82] pro clima, "Safety Data Sheet according to Regulation (EC) No. 1907/2006, TESCON VANA." Jan. 27, 2022. [Online]. Available: [https://proclima.com/products/bonding-agents/adhesive-tapes/tescon-vana/downloads#sub\\_navigation](https://proclima.com/products/bonding-agents/adhesive-tapes/tescon-vana/downloads#sub_navigation)
- [83] "NEPD-2036-909\_Protan-SE-1-2-Roofing-Membrane.pdf." Accessed: Apr. 12, 2022. [Online]. Available: [https://www.epd-norge.no/getfile.php/1312224-1580481249/EPDer/Byggevarer/Takbelegg\\_membraner/NEPD-2036-909\\_Protan-SE-1-2-Roofing-Membrane.pdf](https://www.epd-norge.no/getfile.php/1312224-1580481249/EPDer/Byggevarer/Takbelegg_membraner/NEPD-2036-909_Protan-SE-1-2-Roofing-Membrane.pdf)
- [84] Protan, "Sustainability." <https://www.protan.co.uk/about-protan/sustainability/> (accessed Apr. 12, 2022).
- [85] Rakennustietosäätiö, "Metsä Wood, Kerto (S, Q, Qp, T, L, Kate), 245 - Glue laminated timber and Kertopuu," *Rakennustietosäätiö*. <https://cer.rts.fi/en/m1-emission-class-for-building-material/search-m1-paastoluokiteltuja-tuotteita/> (accessed Apr. 06, 2022).
- [86] Metsä Wood, "M1 - EMISSION CLASSIFICATION OF BUILDING MATERIALS Kerto LVL." [Online]. Available: <https://www.metsawood.com/global/Tools/MaterialArchive/MaterialArchive/Kerto-M1-certificate.pdf>
- [87] "PEFCcertificate-Viiratsi-Saeveski-AS-007497-v2.0-2.pdf." Accessed: Apr. 05, 2022. [Online]. Available: <https://raitwood.ee/wp-content/uploads/2021/08/PEFCcertificate-Viiratsi-Saeveski-AS-007497-v2.0-2.pdf>

- [88] "FSCcertificate-Viiratsi-Saeveski-AS-007497-v1.0.pdf." Accessed: Apr. 05, 2022. [Online]. Available: <https://raitwood.ee/wp-content/uploads/2020/03/FSCcertificate-Viiratsi-Saeveski-AS-007497-v1.0.pdf>
- [89] Metsä Wood, "M1 - EMISSION CLASSIFICATION OF BUILDING MATERIALS MoudlGuard." Feb. 25, 2020. [Online]. Available: <https://www.fritzoeengros.no/Files/Files/PDF%20files/486.pdf>
- [90] Kingspan, "Toimivusdeklaratsioon Therma TP10." Jan. 06, 2019. [Online]. Available: <https://www.kingspan.com/fi/fi-fi/tuotteet/eristeet/suoritustasoilmoitukset/therma-tp10>
- [91] Rakennustietosäätiö, "Kingspan Insulation Oy, Therma™ TP10, 271.4 - Plastic insulation products," *Rakennustietosäätiö*. <https://cer.rts.fi/en/m1-emission-class-for-building-material/search-m1-paastoluokiteltuja-tuotteita/> (accessed Apr. 06, 2022).
- [92] Paroc, "Toimivusdeklaratsioon Paroc ULTRA." Feb. 18, 2020. [Online]. Available: <https://www.paroc.ee/tooriistad-ja-dokumendid/toimivusdeklaratsioon>
- [93] Paroc, "Toimivusdeklaratsioon Paroc UNM 37." Jun. 29, 2018. [Online]. Available: <https://www.paroc.ee/tooriistad-ja-dokumendid/toimivusdeklaratsioon>
- [94] Paroc, "Toimivusdeklaratsioon Paroc WAS 35t." Jun. 29, 2018. [Online]. Available: <https://www.paroc.ee/tooriistad-ja-dokumendid/toimivusdeklaratsioon>
- [95] Rakennustietosäätiö, "Paroc Group Oy, PAROC Ultra, 271.11 - Soft insulation," *Rakennustietosäätiö*. <https://cer.rts.fi/en/m1-emission-class-for-building-material/search-m1-paastoluokiteltuja-tuotteita/> (accessed Apr. 06, 2022).
- [96] Rakennustietosäätiö, "Paroc Group Oy, PAROC UNM 37(z), 271.1 - Mineral-based heat insulation," *Rakennustietosäätiö*. <https://cer.rts.fi/en/m1-emission-class-for-building-material/search-m1-paastoluokiteltuja-tuotteita/> (accessed Apr. 06, 2022).
- [97] Rakennustietosäätiö, "Paroc Group Oy, PAROC WAS 35t, 271.1 - Mineral-based heat insulation," *Rakennustietosäätiö*. <https://cer.rts.fi/en/m1-emission-class-for-building-material/search-m1-paastoluokiteltuja-tuotteita/> (accessed Apr. 06, 2022).
- [98] Paroc, "Ohutuskaart Versioon 2." Dec. 14, 2020.
- [99] Fermacell, "Toimivusdeklaratsioon Fermacell." Jun. 19, 2013. [Online]. Available: [https://www.tervemaja.ee/wp-content/uploads/2017/02/Toimivusdeklaratsioon-fermacell-kipskiudplaat\\_EE.pdf](https://www.tervemaja.ee/wp-content/uploads/2017/02/Toimivusdeklaratsioon-fermacell-kipskiudplaat_EE.pdf)
- [100] Rakennustietosäätiö, "James Hardie GmbH, filiaal Sweden, fermacell Kuitukipsilevy, 261 - Gypsum boards," *Rakennustietosäätiö*. <https://cer.rts.fi/en/m1-emission-class-for-building-material/search-m1-paastoluokiteltuja-tuotteita/> (accessed Apr. 06, 2022).

- [101] "Fermacell\_SummaryreportWall.pdf." Accessed: Apr. 07, 2022. [Online]. Available: [https://www.tervemaja.ee/wp-content/uploads/2017/02/Fermacell\\_SummaryreportWall.pdf](https://www.tervemaja.ee/wp-content/uploads/2017/02/Fermacell_SummaryreportWall.pdf)
- [102] UNILIN, "DECLARATION DES PERFORMANCES Clicwall." Jun. 05, 2019. [Online]. Available: <https://www.unilinpanels.com/en/interior/decorative-panels/clicwall>
- [103] WOOD.BE, "CERTIFICATE OF THE FACTORY PRODUCTION CONTROL 1161-CPR-0145." May 20, 2019. [Online]. Available: [https://www.unilinpanels.com/-/media/67d8ef7126875b2d803c9d9482e19fa5.ashx?mode=inline&filename=Certificate\\_CE\\_P4\\_1161-CPR-145\\_16.05.2024\\_EN.Pdf](https://www.unilinpanels.com/-/media/67d8ef7126875b2d803c9d9482e19fa5.ashx?mode=inline&filename=Certificate_CE_P4_1161-CPR-145_16.05.2024_EN.Pdf)
- [104] SGS, "Certificate BE18/1240 Unilin BV-Division Panels." May 20, 2021. [Online]. Available: [https://www.unilinpanels.com/-/media/dba475590ef558728b11de8c4bd37494.ashx?mode=inline&filename=PEFC\\_BE18-1240\\_Unilin+bv+div.+panels\\_EN.pdf](https://www.unilinpanels.com/-/media/dba475590ef558728b11de8c4bd37494.ashx?mode=inline&filename=PEFC_BE18-1240_Unilin+bv+div.+panels_EN.pdf)
- [105] SGS, "Certificate SGSCH-COC-041240, SGSCH-CW-041240." Jan. 24, 2018. [Online]. Available: [https://www.unilinpanels.com/-/media/50644a2e3a19528fb31a27175862df8a.ashx?mode=inline&filename=FSC\\_COC\\_CW\\_41240\\_SGS\\_18042022+\(E+N\).pdf](https://www.unilinpanels.com/-/media/50644a2e3a19528fb31a27175862df8a.ashx?mode=inline&filename=FSC_COC_CW_41240_SGS_18042022+(E+N).pdf)
- [106] "ce-2015-029dop-cembrit-patina-original.pdf." Accessed: Apr. 10, 2022. [Online]. Available: <https://www.cembrit.com/download/CHDK/ce-mark/ce-2015-029dop-cembrit-patina-original>
- [107] Rakennustietosäätiö, "Cembrit Holding A/S, Cembrit Patina Original, 264.1 - Asbestos-free boards," *Rakennustietosäätiö*. <https://cer.rts.fi/en/m1-emission-class-for-building-material/search-m1-paastoluokiteltuja-tuotteita/> (accessed Apr. 10, 2022).
- [108] "SFI-Ympaeristötuoteseloste-julksivulevyt-(EN).pdf." Accessed: Apr. 14, 2022. [Online]. Available: <https://www.cembrit.fi/download/SFI/SFI-Ympaerist%C3%B6tuoteseloste-julksivulevyt-%28EN%29>
- [109] "cembrit-patina-en-eu-version.pdf." Accessed: Apr. 10, 2022. [Online]. Available: <https://www.cembrit.com/download/CHDK/safety-datasheets/cembrit-patina-en-eu-version>
- [110] Rakennustietosäätiö, "Tarkett Oy, iQ Optima, 422 - Plastic cladding," *Rakennustietosäätiö*. <https://cer.rts.fi/en/m1-emission-class-for-building-material/search-m1-paastoluokiteltuja-tuotteita/> (accessed Apr. 10, 2022).
- [111] Isover, "Toimivusdeklaratsioon Vario\_17001." Nov. 19, 2019. [Online]. Available: <https://www.isover.ee/tooted/isover-varior-xtra>
- [112] Rakennustietosäätiö, "Saint-Gobain Finland Oy / ISOVER, Isover Vario Xtra, 273.12 - Vapour barrier films," *Rakennustietosäätiö*. <https://cer.rts.fi/en/m1->



- emission-class-for-building-material/search-m1-paastoluokiteltuja-tuotteita/ (accessed Apr. 06, 2022).
- [113] UNILIN, "Datasheet, Clicwall® Alu Profile Outer." [Online]. Available: <https://www.unilinpanels.com/en/clicwall-wall-cladding/clicwall-alu-profile-outercorner>
- [114] UNILIN, "Datasheet, Clicwall® Alu Profile Inner." [Online]. Available: <https://www.unilinpanels.com/en/clicwall-wall-cladding/clicwall-alu-profile-innercorner>
- [115] Rakennustietosäätiö, "UZIN UTZ AG, UZIN KE 2000 S, Liimat," *Rakennustietosäätiö*. <https://cer.rts.fi/en/m1-emission-class-for-building-material/search-m1-paastoluokiteltuja-tuotteita/> (accessed Apr. 06, 2022).
- [116] "EC1\_Plus\_KE2000\_S.pdf." Accessed: Apr. 10, 2022. [Online]. Available: [https://us.uzin.com/fileadmin/FILES/Brands/UZIN/UZIN\\_US/Downloads/Certificates/EC1\\_Plus\\_KE2000\\_S.pdf](https://us.uzin.com/fileadmin/FILES/Brands/UZIN/UZIN_US/Downloads/Certificates/EC1_Plus_KE2000_S.pdf)
- [117] UZIN UTZ AG, "Safety data sheet according to 1907/2006/EC, Article 31, Version No. 6, UZIN KE 2000 S." Sep. 11, 2018. [Online]. Available: [https://int.uzin.com/fileadmin/MAM/99432/KE\\_2000\\_S\\_SDS\\_GB.pdf](https://int.uzin.com/fileadmin/MAM/99432/KE_2000_S_SDS_GB.pdf)
- [118] Rakennustietosäätiö, "Soudal NV, Flexifoam, 271.44 - Insulation foams," *Rakennustietosäätiö*. <https://cer.rts.fi/en/m1-emission-class-for-building-material/search-m1-paastoluokiteltuja-tuotteita/> (accessed Apr. 06, 2022).
- [119] Soudal, "Toimivusdeklaratsioon, Soudal Fix All High Tack." Apr. 30, 2014. [Online]. Available: <https://www.soudal.ee/diy-fix-all/item/71-fix-all-high-tack>
- [120] Rakennustietosäätiö, "Soudal NV, Fix ALL High Tack , 441.5 - General-purpose adhesives," *Rakennustietosäätiö*. <https://cer.rts.fi/en/m1-emission-class-for-building-material/search-m1-paastoluokiteltuja-tuotteita/> (accessed Apr. 06, 2022).
- [121] Cembrit, "Technical Datasheet, Rubber profile 23185." juuni 2015. [Online]. Available: allikas: Harmet OÜ müügiosakond
- [122] Cembrit, "Technical Datasheet, Rubber profile 22829." juuni 2015. [Online]. Available: allikas: Harmet OÜ müügiosakond
- [123] pro clima, "TESCON VANA, Technical data, Version 191033." Apr. 06, 2022. [Online]. Available: [https://proclima.com/products/bonding-agents/adhesive-tapes/tescon-vana/downloads#sub\\_navigation](https://proclima.com/products/bonding-agents/adhesive-tapes/tescon-vana/downloads#sub_navigation)
- [124] "TDS\_Et\_SitkoFlex.pdf." Accessed: Apr. 13, 2022. [Online]. Available: [http://www.tectis.ee/docs/Teibid/TDS\\_Et\\_SitkoFlex.pdf](http://www.tectis.ee/docs/Teibid/TDS_Et_SitkoFlex.pdf)
- [125] Protan, "Toimivusdeklaratsioon NO. DoP315-SE12-EST." [Online]. Available: allikas: Harmet OÜ müügiosakond

## LISA 1. SERTIFIKAATIDE TABELID

Tabel L1.1 Kerto LVL kehtivad sertifikaadid

Sertifikaatide tabel			
Sertifikaadi nimetus	Sertifikaadi number/standard	Toode	Olemas
DoP ehk toimivusdeklaratsioon	MW/LVL/311-001/CPR/DOP [42]	Kerto LVL S	✓
	MW/LVL/312-001/CPR/DOP [42]	Kerto LVL Q	✓
EN (Euroopa Standard)	EN 14374:2004 [42]	Kerto LVL S/Q	✓
CE märgis	CE-märgistus olemas vastavalt Euroopa Standardile EN 14374 [42]	Kerto LVL S/Q	✓
PEFC	PEFC/02-31-03 [43]	Kerto LVL S/Q	✓
FSC	FSC-CO14476 [43]	Kerto LVL S/Q	✓
M1 ((Ehitusmaterjalide emissiooniklassifikatsioon)	Sertifikaadi number puudub [85]	Kerto LVL S/Q	✓
Ohutuskaart (SDS)	Kerto LVL-i formaldehüüdi emissioon on ligikaudu 0,018 ppm ja vastab maailma kõige rangematele nõutele ( $\leq 0,030$ ppm). Kerto LVL tooted vastavad E1 klassile. Ohutuskaardi olemasolu ei ole nõutud. [43]	Kerto LVL S/Q	<b>Ei ole vaja</b>

Tabel L1.2 Puit, klass C24 kehtivad sertifikaadid

Sertifikaatide tabel			
Sertifikaadi nimetus	Sertifikaadi number/standard	Toode	Olemas
DoP ehk toimivusdeklaratsioon	TOIMIVUSDEKLARATSIOON nr 2006 [44]	Höövelmaterjal klass C24 45x45/145/195 ja 28x70/95	✓
EN (Euroopa Standard)	EN 14081-1:2005+A1:2011 [44]	Höövelmaterjal klass C24 45x45/145/195 ja 28x70/95	✓
CE märgis	CE-märgistus olemas vastavalt DoP nr 2006 [44]	Höövelmaterjal klass C24 45x45/145/195 ja 28x70/95	✓
PEFC	PEFC/19-31-21 [87]	Höövelmaterjal klass C24 45x45/145/195 ja 28x70/95	✓
FSC	FSC-C020718 [88]	Höövelmaterjal klass C24 45x45/145/195 ja 28x70/95	✓

Tabel L1.3 Kuusevineer MouldGuard kehtivad sertifikaadid

<b>Sertifikaatide tabel</b>			
<b>Sertifikaadi nimetus</b>	<b>Sertifikaadi number/standard</b>	<b>Toode</b>	<b>Olemas</b>
DoP ehk toimivusdeklaratsioon	MW/PW/421-002/CPR/DOP [46]	Vineer MouldGuard	✓
EN (Euroopa Standard)	EN 13986:2004+A1:2015 [46]	Vineer MouldGuard	✓
CE märgis	CE-märgistus olemas [47]	Vineer MouldGuard	✓
PEFC/FSC	PEFC/02-31-03 [43]	Vineer MouldGuard	✓
FSC	FSC-CO14476 [43]	Vineer MouldGuard	✓
M1 (Ehitusmaterjalide emissiooniklassifikatsioon)	Sertifikaadi number puudub [89]	Vineer MouldGuard	✓
Ohutuskaart (SDS)	Kuusevineeri formaldehüüdi emissioon on ligikaudu 0,018 ppm ja vastab maailma kõige rangematele nõutele ( $\leq 0,030$ ppm). Vastab E1 klassile. Ohutuskaardi olemasolu ei ole nõutud. [47]	Vineer MouldGuard	<b>Ei ole vaja</b>

Tabel L1.4 Kingspan Therma TP10 kehtivad sertifikaadid

<b>Sertifikaatide tabel</b>			
<b>Sertifikaadi nimetus</b>	<b>Sertifikaadi number/standard</b>	<b>Toode</b>	<b>Olemas</b>
DoP ehk toimivusdeklaratsioon	2100.CPR.2013.TP10.003 [90]	PIR Therma TP10	✓
EN (Euroopa Standard)	EN 13165:2012+A2:2016 [90]	PIR Therma TP10	✓
CE märgis	CE-märgistus olemas [48]	PIR Therma TP10	✓
M1 ((Ehitusmaterjalide emissiooniklassifikatsioon)	Sertifikaadi number puudub [91]	PIR Therma TP10	✓
Ohutuskaart (SDS)	REACH-määruse kohaselt ei ole Therma™ toodetele ohutuslehte vaja, sest neid loetakse antud määruse alla. [49]	PIR Therma TP10	<b>Ei ole vaja</b>

Tabel L1.5 Paroc kivivilla kehtivad sertifikaadid

<b>Sertifikaatide tabel</b>			
<b>Sertifikaadi nimetus</b>	<b>Sertifikaadi number/standard</b>	<b>Toode</b>	<b>Olemas</b>
DoP ehk toimivusdeklaratsioon	TOIMIVUSDEKLARATSIOON No. 10300 [92]	Paroc ULTRA	✓
	TOIMIVUSDEKLARATSIOON No. 10200 [93]	Paroc UNM 37	✓
	TOIMIVUSDEKLARATSIOON No. 10226 [94]	Paroc WAS 35t	✓
EN (Euroopa Standard)	EN 13162:2012+A1:2015 [93]	Paroc ULTRA/WAS 35t/UNM 37	✓

Jätkub tabel L1.5 Paroc kivivilla kehtivad sertifikaadid

<b>Sertifikaatide tabel</b>			
<b>Sertifikaadi nimetus</b>	<b>Sertifikaadi number/standard</b>	<b>Toode</b>	<b>Olemas</b>
CE märgis	CE-märgistus olemas [52]	Paroc ULTRA/WAS 35t/UNM 37	✓
M1 ((Ehitusmaterjalide emissiooniklassifikatsioon)	Sertifikaadi number puudub [95]	Paroc ULTRA	✓
	Sertifikaadi number puudub [96]	Paroc UNM 37	✓
	Sertifikaadi number puudub [97]	Paroc WAS 35t	✓
Ohutuskaart (SDS)	REACH-määruse kohaselt ei ole kivivilla toodetele ohutuslehte vaja, sest neid loetakse antud määruse alla. [98]	Paroc ULTRA/WAS 35t/UNM 37	<b>Ei ole vaja</b>

Tabel L1.6 Fermacell kipskiudplaadi kehtivad sertifikaadid

<b>Sertifikaatide tabel</b>			
<b>Sertifikaadi nimetus</b>	<b>Sertifikaadi number/standard</b>	<b>Toode</b>	<b>Olemas</b>
DoP ehk toimivusdeklaratsioon	TOIMIVUSDELARATSIOON Nr. FC-001 [99]	Fermacell kipskiudplaat 12,5mm	✓
EN (Euroopa Standard)	EN 15283-2 – GF-I W2-C1 [99]	Fermacell kipskiudplaat 12,5mm	✓
CE märgis	CE-märgistus olemas, vastavalt tunnustusele ETA 03/0050	Fermacell kipskiudplaat 12,5mm	✓
M1 (Ehitusmaterjalide emissiooniklassifikatsioon)	Sertifikaadi number puudub [100]	Fermacell kipskiudplaat 12,5mm	✓
Ohutuskaart (SDS)	Fermacell kipskiudplaat on ökoloogiliselt ohutu ja ei ole mürgine. [101]	Fermacell kipskiudplaat 12,5mm	<b>Ei ole vaja</b>

Tabel L1.7 Clicwall MDF siseviimistlusplaadi kehtivad sertifikaadid

<b>Sertifikaatide tabel</b>			
<b>Sertifikaadi nimetus</b>	<b>Sertifikaadi number/standard</b>	<b>Toode</b>	<b>Olemas</b>
DoP ehk toimivusdeklaratsioon	DOPClicwallv3 6.05.2019 [102]	Clicwall MDF	✓
EN (Euroopa Standard)	EN13986:2004+A1:2015 [102]	Clicwall MDF	✓
CE märgis	CE-märgistus olemas [103]	Clicwall MDF	✓
PEFC/FSC	BE18/1240 [104]	Clicwall MDF	✓
FSC	SGSCH-COC-041240, SGSCH-CW-041240 [105]	Clicwall MDF	✓
M1 (Ehitusmaterjalide emissiooniklassifikatsioon)	-	Clicwall MDF	<b>Ei ole</b>
Ohutuskaart (SDS)	DOC PA QA – 5293 [59]	Clicwall MDF	✓

Tabel L1.8 Cembrit kiudtsement fassaadiplaadi kehtivad sertifikaadid

<b>Sertifikaatide tabel</b>			
<b>Sertifikaadi nimetus</b>	<b>Sertifikaadi number/standard</b>	<b>Toode</b>	<b>Olemas</b>
DoP ehk toimivusdeklaratsioon	Toimivusdeklaratsioon No. 029/DoP [61]	Cembrit Patina	✓
EN (Euroopa Standard)	EN 12467:2012+A1:2016 [61]	Cembrit Patina	✓
CE märgis	CE-märgistus olemas, vastavalt DoP: 029/DoP [106]	Cembrit Patina	✓
M1 (Ehitusmaterjalide emissiooniklassifikatsioon)	Sertifikaadi number puudub [107]	Cembrit Patina	✓
EPD (Toote keskkonnadeklaratsioon)	MD-20045-EN_rev2 [108]	Cembrit Patina	✓
Ohutuskaart (SDS)	REACH-määruse kohaselt ei ole kiudtsement toodetele ohutuslehte vaja, sest neid loetakse antud määruse alla. [109]	Cembrit Patina	<b>Ei ole vaja</b>

Tabel L1.9 PVC Tarkett iQ Optima kehtivad sertifikaadid

<b>Sertifikaatide tabel</b>			
<b>Sertifikaadi nimetus</b>	<b>Sertifikaadi number/standard</b>	<b>Toode</b>	<b>Olemas</b>
DoP ehk toimivusdeklaratsioon	Nr 0019-0003-DoP-2013-07 [65]	Tarkett iQ Optima	✓
EN (Euroopa Standard)	EN 14041:2004 [65]	Tarkett iQ Optima	✓
CE märgis	CE-märgistus olemas, vastavalt DoP Nr 0019-0003-DoP-2013-07 [65]	Tarkett iQ Optima	✓
M1 (Ehitusmaterjalide emissiooniklassifikatsioon)	Sertifikaadi number puudub [110]	Tarkett iQ Optima	✓
EPD (Toote keskkonnadeklaratsioon)	S-P-01346 [66]	Tarkett iQ Optima	✓
Ohutuskaart (SDS)	Vinüülpõrandakatteid ei klassifitseerita keemiatoodeteks ja neil ei ole vaja toote ohutuskaarti. [70] Kuulub E1 klassi, vastavalt Dop Nr 0019-0003-DoP-2013-07 [68]	Tarkett iQ Optima	<b>Ei ole vaja</b>

Tabel L1.10 Isover Vario mebraan kehtivad sertifikaadid

<b>Sertifikaatide tabel</b>			
<b>Sertifikaadi nimetus</b>	<b>Sertifikaadi number/standard</b>	<b>Toode</b>	<b>Olemas</b>
DoP ehk toimivusdeklaratsioon	Toimivusdeklaratsioon Vario_17001 [111]	Isover Vario membraan	✓
EN (Euroopa Standard)	EN 13984:2013 [111]	Isover Vario membraan	✓
CE märgis	CE-märgistus olemas, vastavalt EN 13984 [69]	Isover Vario membraan	✓
M1(Ehitusmaterjalide emissiooniklassifikatsioon)	Sertifikaadi number puudub [112]	Isover Vario membraan	✓
EPD (Toote keskkonnadeklaratsioon)	S-P-01141 [68]	Isover Vario membraan	✓
Ohutuskaart (SDS)	Toode ei sisalda aineid, mis kuuluvad REACH-määruse autoriseerimise kandidaatide nimekirja kontsentratsiooniga üle 0,1% (w/w). [68]	Isover Vario membraan	<b>Ei ole vaja</b>

Tabel L1.11 Ülemine ja alumine metallraam, tootja Harmet Metall kehtivad sertifikaadid

<b>Sertifikaatide tabel</b>			
<b>Sertifikaadi nimetus</b>	<b>Sertifikaadi number/standard</b>	<b>Toode</b>	<b>Olemas</b>
<b>Info on puudu</b>	-	Ülemine metallraam, tootja Harmet Metall	<b>Info on puudu</b>
<b>Info on puudu</b>	-	Alumine metallraam, tootja Harmet Metall	<b>Info on puudu</b>

Tabel L1.12 Clickwall väline ja sisene alumiinium nurgaprofiil 2785; Cembrit alumiinium vuugiprofiil 10x16x45

<b>Sertifikaatide tabel</b>			
<b>Sertifikaadi nimetus</b>	<b>Sertifikaadi number/standard</b>	<b>Toode</b>	<b>Olemas</b>
<b>Info on puudu</b>	-	<i>Clicwall alumiinium väline nurgaprofiil 2785 1,5x23x30mm [113]</i>	<b>Info on puudu</b>
<b>Info on puudu</b>	-	<i>Clicwall alumiinium sisemine nurgaprofiil 2785 1,5x7x16mm [114]</i>	<b>Info on puudu</b>
<b>Info on puudu</b>	-	<i>Cembrit alumiinium vuugiliist 10x16x45mm (allikas: Harmet OÜ, 369Ring tootmisüsteem)</i>	<b>Info on puudu</b>

Tabel L1.13 UZIN KE 2000 S kehtivad sertifikaadid

<b>Sertifikaatide tabel</b>			
<b>Sertifikaadi nimetus</b>	<b>Sertifikaadi number/standard</b>	<b>Toode</b>	<b>Olemas</b>
Tooteleht	Sertifikaadi number puudub [72]	UZIN KE 2000 S	✓
M1 (Ehitusmaterjalide emissiooniklassifikatsioon)	Sertifikaadi number puudub [115]	UZIN KE 2000 S	✓
EMICODE	EMICODE EC1 PLUS, Licence Number: 3197/24.02.97 [116]	UZIN KE 2000 S	✓
EPD (Toote keskkonnadeklaratsioon)	EPD-FEI-20160086-IBG1-EN [73]	UZIN KE 2000 S	✓
Ohutuskaart	Olemas [117]	UZIN KE 2000 S	✓

Tabel L1.14 Soudal Flexifoam kehtivad sertifikaadid

<b>Sertifikaatide tabel</b>			
<b>Sertifikaadi nimetus</b>	<b>Sertifikaadi number/standard</b>	<b>Toode</b>	<b>Olemas</b>
Tehnilise teabe leht	Sertifikaadi number puudub [74]	Soudal Flexifoam Gun	✓
M1 (Ehitusmaterjalide emissiooniklassifikatsioon)	Sertifikaadi number puudub [118]	Soudal Flexifoam Gun	✓
Ohutuskaart	Olemas [75]	Soudal Flexifoam Gun	✓

Tabel L1.15 Soudal Fix All High Tack sertifikaadid

<b>Sertifikaatide tabel</b>			
<b>Sertifikaadi nimetus</b>	<b>Sertifikaadi number/standard</b>	<b>Toode</b>	<b>Olemas</b>
DoP ehk toimivusdeklaratsioon	Viitenumber: 230213 [119]	Soudal Fix All High Tack	✓
Tehnilise teabe leht	Sertifikaadi number puudub [76]	Soudal Fix All High Tack	✓
EN (Euroopa Standard)	EN 15651-1:2012 EN 15651-3:2012 EN 15651-4:2012 [119]	Soudal Fix All High Tack	✓
CE märgis	CE-märgistus olemas, vastavalt toimivusdeklaratsioonile [119]	Soudal Fix All High Tack	✓
M1 (Ehitusmaterjalide emissiooniklassifikatsioon)	Sertifikaadi number on puudu [120]	Soudal Fix All High Tack	✓
Ohutuskaart	Olemas [77]	Soudal Fix All High Tack	✓

Tabel L1.16 Keevisnõör Tarkett PVC kehtivad sertifikaadid

<b>Sertifikaatide tabel</b>			
<b>Sertifikaadi nimetus</b>	<b>Sertifikaadi number/standard</b>	<b>Toode</b>	<b>Olemas</b>
Tehnilise teabe leht	Sertifikaadi number puudub [78]	Keevisnõör Tarkett PVC	✓
DoP ehk toimivusdeklaratsioon	-	Keevisnõör Tarkett PVC	<b>Info on puudu</b>
EN (Euroopa Standard)	-	Keevisnõör Tarkett PVC	<b>Info on puudu</b>
CE märgis	-	Keevisnõör Tarkett PVC	<b>Info on puudu</b>
Ohutuskaart	-	Keevisnõör Tarkett PVC	<b>Info on puudu</b>

Tabel L1.17 Cembrit EPDM kehtivad sertifikaadid

<b>Sertifikaatide tabel</b>			
<b>Sertifikaadi nimetus</b>	<b>Sertifikaadi number/standard</b>	<b>Toode</b>	<b>Olemas</b>
Tehnilise teabe leht	Sertifikaadi number on puudu [121]	EPDM kummitihend 30mm	✓
	Sertifikaadi number on puudu [122]	EPDM kummitihend 90mm	✓
DoP ehk toimivusdeklaratsioon	-	EPDM kummitihend 30/90mm	<b>Info on puudu</b>
EN (Euroopa Standard)	-	EPDM kummitihend 30/90mm	<b>Info on puudu</b>
CE märgis	-	EPDM kummitihend 30/90mm	<b>Info on puudu</b>
Ohutuskaart	-	EPDM kummitihend 30/90mm	<b>Info on puudu</b>

Tabel L1.18 Teipide kehtivad sertifikaadid

<b>Sertifikaatide tabel</b>			
<b>Sertifikaadi nimetus</b>	<b>Sertifikaadi number/standard</b>	<b>Toode</b>	<b>Olemas</b>
Tooteleht /Tootekirjeldus	Version 191033 04.06.2022 [123]	TESCON VANA	✓
	Tootekirjeldus 09.02.2021 [80]	Isover Vario Xtra	✓
	Ver. 8.5.2020/ TS [124]	Sitko Flex	✓

Jätkub tabel L1.18 Teipide kehtivad sertifikaadid

<b>Sertifikaatide tabel</b>			
<b>Sertifikaadi nimetus</b>	<b>Sertifikaadi number/standard</b>	<b>Toode</b>	<b>Olemas</b>
SINTEF	TG 20448 [81]	Sitko Flex	✓
Ohutuskaart (SDS)	Safety Data Sheet according to Regulation (EC) No. 1907/2006 [82]	TESCON VANA	✓
	-	Isover Vario Xtra	<b>Info on puudu</b>
	-	Sitko Flex	<b>Info on puudu</b>

Tabel L1.19 PVC Protan SE kehtivad sertifikaadid

<b>Sertifikaadi nimetus</b>	<b>Sertifikaadi number/standard</b>	<b>Toode</b>	<b>Olemas</b>
DoP ehk toimivusdeklaratsioon	NO. DoP315-SE12-EST [125]	PVC Protan SE	✓
EN (Euroopa Standard)	EN 13956:2012 [125]	PVC Protan SE	✓
CE märgis	CE-märgistus olemas, vastavalt DoP315-SE12-EST [125]	PVC Protan SE	✓
EPD (Toote keskkonnadeklaratsioon)	NEPD-2036-909-EN [83]	PVC Protan SE	✓
Ohutuskaart	Ohutuskaarti ei ole nõutud. Toode ei sisalda REACH-määruse kandidaatainete nimekirjas toodud aineid. [83]	PVC Protan SE	<b>Ei ole vaja</b>