



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO
INSENERITEADUSKOND
Tartu kolledž

**RINGNE KÜLA: RINGMAJANDUSE ÄRIMODEL
KINNISVARAARENDUSES**

**CIRCULAR VILLAGE: CIRCULAR BUSINESS MODEL IN
REAL ESTATE DEVELOPMENT**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Anu Kull

Üliõpilaskood 231624NAEM

Juhendaja: Viktoria Voronova, vanemlektor

Kaas-

juhendaja: Tiit Lepasaar, nõunik

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. mai 2025

Autor: Anu Kull

/ allkirjastatud digitaalselt /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

20. mai 2025

Juhendaja: Viktoria Voronova

/ allkirjastatud digitaalselt /

Kaasjuhendaja: Tiit Lepasaar

/ allkirjastatud digitaalselt /

Kaitsmisele lubatud

20. mai 2025

Kaitsmiskomisjoni esimees Jane Raamets

/ allkirjastatud digitaalselt /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Anu Kull

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

Ringne küla: ringmajanduse ärimudel kinnisvaraarenduses,

mille juhendaja on Viktoria Voronova ja kaasjuhendaja Tiit Lepasaar

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.

20.05.2025

TalTech Tartu kolledž
LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Anu Kull, 231624NAEM

Õppekava, peaaeriala: NAEM06/23 - Tööstusökoloogia

Juhendaja: Viktoria Voronova, vanemlektor, 6202506, viktor.voronova@taltech.ee

Kaasjuhendaja: Tiit Lepasaar, nõunik, 5270629, tiit.lepasaar@taltech.ee

Lõputöö teema:

Ringne küla: ringmajanduse ärimudel kinnisvaraarenduses.

Circular village: circular business model in real estate development.

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Välja selgitada ringsuse mõõtmisel kasutatavad indikaatorid.
2. Uurida ringsuse indikaatorite kasutamist ringsuse mõõtmisel.
3. Analüüsida ringsuse mõõtmist ehitus- ja kinnisvarasektoris.

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Teema, hüpoteesi ja uurimisküsimuste sõnastamine	31.03.2024
2.	Uurimisküsimustele alternatiivsete lahenduste otsing	31.05.2024
3.	Lõputöö esimese variandi koostamine	31.12.2024
4.	Töö tulemuste kontrollimine, kohtumised juhendajaga	30.04.2025
5.	Töö lõpliku variandi koostamine ja vormistamine	21.05.2025

Töö keel: eesti keel

Lõputöö esitamise tähtaeg: 21. mai 2025.a

Üliõpilane: Anu Kull 20.mai 2025.a

/allkirjastatud digitaalselt/

Juhendaja: Viktoria Voronova 20.mai 2025.a

/allkirjastatud digitaalselt/

Kaasjuhendaja: Tiit Lepasaar 20.mai 2025.a

/allkirjastatud digitaalselt/

Programmijuht: Jane Raamets 20.mai 2025.a

/allkirjastatud digitaalselt/

SISUKORD

EESSÕNA	6
Lühendite ja tähiste loetelu	7
Ringmajanduse põhimõisted	8
1. SISSEJUHATUS	10
1.1 Olukorra kirjeldus ja probleem	11
1.2 Hüpotees	14
1.3 Töö eesmärk	15
2. UURIMISMETOODIKA	17
2.1 Töös kasutatud standardid ja regulatsioonid	17
2.2 Metoodika kirjeldus	17
2.3 Uuritava objekti kirjeldus	18
3. MÕISTERUUMI ANALÜÜS	20
3.1 Ringmajandus: organisatsioon ja toode	20
3.1.1 Ökodisain ja ringdisain	20
3.1.2 Ökodisaini standardid	22
3.1.3 Ringmajanduse standardid ja regulatsioonid	22
3.1.4 Ressursivoogude ringsus	26
3.1.5 Ringmajanduse põhimõtete rakendamine	27
3.2 Ringne ärimudel	29
3.2.1 Ärimudeli transformatsioon	31
3.2.2 Ringsuse hindamine	34
3.2.3 Ringsuse indikaatorid	37
3.3 Kestlikkuse standardid	39
3.3.1 Ressursikasutuse ja ringmajanduse teemapõhine standard	40
3.3.2 Kliimamuutuste teemapõhine standard	41
3.4 Ringmajanduse seadusandlik raamistik Eestis	42
3.5 Mõisteruumi analüüsi kokkuvõte	44
4. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	46
5. RINGNE KÜLA	48
5.1 Väärtuspakkumine	48
5.2 Toote disaini väärtusahel	49
5.3 Süsteemi piirid, ringsuse eesmärk ja indikaatorid	51
5.4 Ringsuse kvantifitseerimise vajadus	55
5.5 Ringse küla keskkonna- ja kliimamõjud	57
6. JÄRELDUSED JA SOOVITUSED	60
KOKKUVÕTE	62
SUMMARY	63
Kasutatud materjalid	64
LISAD	74
Lisa 1. Ringsuse indikaatorid mudelis	75
Lisa 2. ESG indikaatorid mudelis	82
Lisa 3. Raport	83
Lisa 4. Raporti arvutused A1-A3	106
Lisa 5. Raporti alusandmed alates etapist A4	108

EESSÕNA

Antud magistritöö teema pani autor paika lähtudes oma igapäevasest tööst ettevõtete kestlikkuse teemade konsultandina.

Töö autor tänab enda juhendajat Viktoria Voronovat, kelle abiga sai tööle leitud sobiv struktuur ning läbi viidud arvutused. Täiendavate nõuannete eest on autor tänulik kaasjuhendajale Tiit Lepasaarele. Inspireerivate arutelude ning kaasa mõtlemise eest on autor südamest tänulik Mait Schmidtile ning Karl-Martin Rammole.

Märksõnad: ringsus, ringmajandus, toote digipass, ehitise keskkonnamõju, kestlikkusaruandlus, magistritöö

Lühendite ja tähiste loetelu

CO₂ - kasvuhoonegaaside emissiooni ekvivalentühik

CSDDD – ettevõtete kestlikkusalas hoolsuskohustuse direktiiv (EL) 2024/1760 (ingl k *Corporate Sustainability Due Dilligence Directive*)

CSRD – äriühingute kestlikkusaruandluse direktiiv 2022/2464/EU (ingl k *Corporate Sustainability Reporting Directive*)

ECD - keskkonnateadlik kavandamine (ingl k *environmentally conscious design*)

EGCC – Estonian Golf and Country Club

EHEA – Eesti HEitetegurite Andmebaas

EL – Euroopa Liit

EPBD - hoonete energiatõhususe direktiiv (EL) 2024/1275 (ingl k *Energy Performance of Buildings Directive*)

EPD - toote keskkonnadeklaratsioon (ingl k *Environmental Product Declaration*)

ESG – kestlikkusaruandlus (ingl k *Environmental, Social, Governance*)

ESPR - kestlike toodete ökodisaini nõuete kehtestamise raamistik (EL) 2024/1781 (ingl k *Ecodesign for Sustainable Products Regulation*)

ESRS – CSRD-st lähtuval määruusel (EL) 2023/2772 vastav raporteerimise standard (ingl k *European Sustainability Reporting Standard*)

GRI - rahvusvahelised jätkusuutlikkuse standardid (ingl k *Global Reporting Initiative*)

GWP – globaalse soojenemise potentsiaal (ingl k *Global Warming Potential*)

PPWR - pakendi- ja pakendijäätmete direktiiv (EL) 2025/40 (ingl k *Packaging and Packaging Waste Regulation*)

Ringmajanduse põhimõisted

Ressurss on materiaalne vara, mille abil luuakse lahendus ehk toode, teenus või nende kombinatsioon, mis rahuldab huvigrupi vajadusi. Ressursiks võib olla nii toormaterjal, lähteaine, materjal kui ka komponent. Ressurss kui vara võib olla nii füüsiline ressurss (loodusvarad ja esmased ressurssid), taastuv ressurss kui ka sekundaarne (kasutatud) ressurss. Ressursiks võib olla ka materjali energiasisaldus, varu (ingl k *stocks*) ning voog (ingl k *flow*). Ringmajanduses kasutatakse mõistet *ressurss* ärimudelite kontekstis, millest tulenevalt võivad ärimudeliga seoses ressursiks olla ka inimesed, näiteks tarnijad [1].

Majandussüsteem on süsteem, mille abil ühiskond reguleerib ressursside kasutamist. Majandussüsteem on erinev sõltuvalt geograafilisest piirkonnast või jurisdiktsioonist ning võib sisaldada ka ressursside kasutamise regulatsioonid ning nende ressursside tootmise, kasutamise ning ringlusest kõrvaldamise [1].

Keskkonnasüsteem on biotilised ja abiotilised komponendid hõlmav interaktsioonis olevad loodussüsteemid. Keskkonnasüsteem sisaldab ennekõike atmosfääri, biosfääri, hüdrofääri, krüosfääri, pedosfääri ja litosfääri [1].

Sotsiaalsüsteem on süsteem, mille kaudu inimestelt oodatakse kindlate tegevuste sooritamist selleks, et saavutada ühiskonnas ühised eesmärgid [1].

Fookuses süsteem on defineeritud valitud süsteemi piiridega ning on ringsuse mõõtmise ja hindamise alus [1].

Ressursside ringvoog on ressursikasutuse süstemaatiline tsüklistamine mitmeteks tehnilisteks või bioloogilisteks tsükliteks [1].

Ringne tähendab ringmajanduse põhimõtetega kooskõlas olemist ning **ringsuse aste** tähendab ringmajanduse põhimõtetele vastavuse astet [1].

Ringsuse aspekt on organisatsiooni tegevuste või lahenduste see osa, mis seondub ringmajandusega ning **ringsuse indikaator** on meetrika, mida kasutatakse ringsuse aspekti või aspektide mõõtmiseks [1].

Ringmajanduse põhimõtted on süsteem-mõtlemine, väärtusloome, väärtuse jagamine, ressursside haldamine, ressursside jälgitavus ja ökosüsteemi säilenõtkus [1].

Ringlussevõtt (ingl k *recycling*) tähendab tegevusi, mille tulemusena saadakse protsessides või toodetes kasutatavad **taaskasutatud ressursid** (nimisõna ingl k *recovered*). Ringlussevõtt võib hõlmata mehhaanilisi, füüsilisi, keemilisi ja bioloogilisi protsesse või nende kombinatsioone. **Ringlussevõtu protsessi** puhul on oluline hinnata, kas protsessi käigus ressursi kvaliteet säilib (ehk ressursi saab kasutada samal eesmärgil) või väheneb [1]. Eesti mõisteruumis tõlgendatakse ringlussevõttu vastavalt jäätmekorralduse regulatsioonidele, st jäätmete taaskasutustoiminguna, millel puudub seos protsessi tulemusena saadava ressursi kvaliteediga. See takistab ringmajanduse põhimõtete rakendamist Eestis olulisel määral, sest ringsuse rakendamiseks on vaja mõõta **ringlussevõetud materjali** massi.

Korduskasutus (ingl k *reuse*) tähendab toote või selle osade kasutamist peale algset kasutamist kuid algsega samal eesmärgil [1]. Eesti mõisteruumis tõlgendatakse korduskasutust vastavalt jäätmekorralduse regulatsioonidele, st taaskasutustoiminguna, millega jäätmeteteks muutunud tooteid või nende komponente valmistatakse ette eeltöötluseta korduskasutuseks. See takistab ringmajanduse põhimõtete rakendamist Eestis olulisel määral, sest ringsuse rakendamiseks on vaja mõõta **korduskasutatud materjali** massi.

Taaskasutamine (ingl k *recovery*) on üldmõiste, millega tähistatakse taastatavate ressursside (ingl k *recoverable resources*) uuesti kasutusele võtmist. Taaskasutamisega säilitatakse või suurendatakse ressursside väärtust ning seda võib teha erinevate meetoditega, näiteks korduskasutus, renoveerimine, ümbertöötlemine, ringlussevõtt jms. Eristatakse materjali taaskasutamist ning energia taaskasutamist [1].

Materjali taaskasutamine on taastatavate ressursside uuesti kasutusele võtmine [1].

Energia taaskasutamine on oma ringlusvõime ammendanud ressursside kasutusea lõpus toimuv käitlemine energia või soojuse saamise eesmärgil [1]. Eesti mõisteruumis tõlgendatakse taaskasutamist vastavalt jäätmekorralduse regulatsioonidele ning seetõttu ei loeta ressursside energiakasutust taaskasutamiseks. See takistab ringmajanduse põhimõtete rakendamist Eestis olulisel määral, sest ringsuse rakendamiseks on vaja mõõta **taaskasutatud energia** (ingl k *recovered energy*) ehk olme-, taastumatutest ning mittetaastatavatest ressurssidest saadud energia osakaalu väljavoos.

1. SISSEJUHATUS

Lineaarse majanduse ja ringmajanduse erinevuste üle on arutletud juba aastakümneid. Seoses Euroopa Liidu roheleppega on ringmajandusele ülemineku võimaluste avamine aga muutunud oluliseks kõigis majandustegevuse valdkondades. Reas Euroopa riikides on rahvuslikud ringmajanduse standardid kasutusel juba aastaid ning 2025. aastal jõustuvad ka rahvusvahelised ringmajanduse standardid. Euroopa Liidu ringmajanduse tegevuskava fookuses on ressursimahukad sektorid, milleks on tekstiil, ehitus, elektroonika ning plastid. Lisaks on seoses roheväidete direktiivi jõustumisega kõigi turuosaliste jaoks ka vaja selgust, millist väidet saab tõlgendada keskkonnaväitena ning millist mitte.

Ringmajanduslik lähenemine võiks organisatsioonidele pakkuda oma keskkonnaväidete tõendamisele olulist täiendust kuid praktikas tähendab see fookust ettevõttele ja ettevõtte ärimudelile, ettevõtte tarneahelale või tootele. Ringmajandusele ülemineku ning ringmajanduse strateegiate rakendamine eeldab aga oluliselt laiemat koostööd erinevate turuosaliste vahel ning ülemineku juhtimiseks ja monitoorimiseks vajaliku meetrika oskuslikku kasutamist.

Eestis on oskusteave ringmajanduse ärimudelite rakendamine kohta vajalik ennekõike nendes ressursimahukates valdkondades, kus Eesti on võtnud siduvaid kohustusi CO₂ emissioonide vähendamise osas, kuid turuosalistel ei ole veel piisavalt vajalikke tööriistu oma tegevuste analüüsimiseks ning väidete tõendamiseks. Selline olukord on tekkinud näiteks ehitussektoris ja kinnisvaraarenduses. Ehitiste energiatõhususe direktiivist lähtuvalt on kehtestamisel uusehitiste CO₂ emissioonide piirväärtused ning koostöös Tallinna Tehnikaülikooliga loodud Eestis toodetavate ja kasutatavate ehitusmaterjalide üldiste emissioonitegurite andmebaas. Seeläbi on projekteerijad ning ehitusmaterjalide tootjad juba suunatud koostööle oma kliimamõju vähendamise nimel.

Samas ei lange hoone kliimamõju kokku hoone keskkonnamõjuga vaid on ainult üks osa sellest. Seetõttu ei saa ehitussektori kliimamõju vähendamise riiklikke eesmärgi samastada ainult kliimamõjuga vaid arvestada tuleb ka ehitustoodete keskkonnamõjudega. Lisaks on vaja kaasata ka tellijad ehk kinnisvaraarendajad, sest just nende tehtud otsustest sõltuvad uusarendustes kasutatavad lahendused kõige rohkem. Samuti on just kinnisvaraarendajad need, kes peavad arenduse finantseerimisel tõendama arenduse vastavust mitte ainult kliimakindluse nõuetele vaid kestlikkuse nõuetele tervikuna.

Üleminek lineaarselt majandusmodelilt ringsele majandusmodelile on kestliku arengu võtmeküsimus nii toote, ettevõtte kuid tarneahelate tasandil. Ringmajandus on paradigma ning ringsus on juhtimisotsus, millest tulenevalt sõltub ringsuse saavutamiseks vajalike tegevuste valik ja monitoorimiseks vajalike indikaatorite määratlemine juhtimisotsustest.

1.1 Olukorra kirjeldus ja probleem

Ringmajandusele üleminek on juhtimisotsus, mistõttu eesmärkide seadmiseks ning edenemise monitoorimiseks on vaja teada võimaldavaid tegevusi ning mõjude mõõtmiseks on vaja teada indikaatoreid. Kui narratiivi tasemel piisab ringmajanduse üldise lähenemise kirjeldamisest, siis juhtimise tase eeldab konkreetseid tehnilisi lahendusi. Ringmajandusele ülemineku sektoriteüleseks võimaldajaks on kestlike toodete ökodisaininõuete sätestamise raamistik (ERSP), mis sätestab nõude tõendada toodete kestlikkust digipassi abil ning suunab kehtestama selle kasutusele võtmiseks vajalikke sektoripõhiseid suuniseid ja tehnilisi standardeid [2].

Esimesed siseturu sektoripõhised suunised jõustuvad 7.01.2025 Euroopa Liidu ehitustoodete määrusega, millega kehtestati ehitustoodete põhiomaduste keskkonnatoimele ja ohutustasemele ühtlustatud normid [3]. Vastavalt määrusele ei piisa ehitustoote toimivus- ja vastavusdeklaratsioonis enam vähemalt ühe põhiomaduse deklareerimisest vaid deklareerida tuleb nii kõik horisontaalsed põhiomadused kui ka kõik määrusega kindlaks määratud keskkonnavalad põhiomadused. Toimivusklasside määramiseks vajalikud piirväärtused sätestatakse tehnilistes spetsifikatsioonides lähiaastate jooksul, mistõttu töö koostamise hetkel ei ole veel võimalik nendega arvestada.

Ehitustoodete keskkonnadeklaratsioonidega (EPD) tõendavad ehitusmaterjalide tootjad kõiki olulusringi hindamisega seotud keskkonnamõjusid juba praegu, mistõttu selles osas ei ole ehitustoodete määrusest tulenev kohustus uus. Täiesti uus on aga nõue hakata tõendama ringmajanduse süsteemis püsimisega seotud tootenõudeid, sealhulgas korduskasutatud ja ringlussevõetud materjalide ning komponentide sisaldust.

Eesti ehitus- ja kinnisvaravaldkonnas ei ole ringmajandusega seotud tootenõuete tõendamise vajadust veel teadvustatud. Toote digipassiks ollakse küll valmis kuid seda

peetakse tooteinfo haldamise digivahendiks, mitte ringmajandusele ülemineku tööriistaks. Seetõttu puudub ka digipassi kasutuselevõtuks vajalik mõisteruum, mistõttu ei ole ka teadmist, mida korduskasutatud või ringlussevõetud materjal tähendab.

Ehitus- ja kinnisvaravaldkonna riiklik arengusuund toetab kliimanetraalsuse eesmärkide saavutamist. Vastavalt on lähtekohaks võetud hoonete energiatõhususe uus direktiiv (EL) 2024/1275 (EPBD) ning selles sätestatud kohustus raporteerida hoone olulusringi süsinikujalajälje andmed [4]. Direktiivi kohaselt peavad alates 01.01.2028 olema kõik avaliku sektori asutustele kuuluvad hooned ning alates 01.01.2030 kõik uued hooned heitevabad. Süsinikujalajälge peab mõõtma globaalse soojenemise indikaatoriga (GWP), arvutama vastavalt direktiivi lisale III ja avaldama hoone energiamärgisel alates 01.01.2027 kõigi uute hoonete puhul, mille põrandapind on suurem kui 1000 m² ning alates 01.01.2030 kõigi uute hoonete puhul.

Direktiivist lähtuvalt on Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi tellimusel välja töötatud Eesti ehituse süsinikujalajälje arvutusmetoodika, millest peale katsetamisi ning edasiarendusi loodetakse aja jooksul kujundada hoone keskkonnatoimivuse Eesti riiklik arvutusmeetod [107, 109]. Selle oluline osa on Eesti ehitusmaterjalide kliimamõjutuste andmebaas, mille alusel saab arvutada hoonete, rajatiste või taristu kogu olulusringi kliimamõjud [110]. Andmebaas kirjeldab turu tüüpilist olukorda ning on mõeldud arhitektidele ja projekteerijatele eesmärgiga välja valida kliimamõjude seisukohalt kõige paremad projekteerimislahendused. Ühtlasi luuakse andmebaasiga alus kliimamõju vähendamise sihtarvude monitoorimisele Eesti ehitussektoris.

Hoone kliimamõju ei ole aga sama, mis hoone keskkonnamõju vaid on ainult üks osa sellest. Kui energiatõhususe direktiivi kohaselt väljendatakse hoone kliimamõju CO₂-ekvivalentkilogrammides kasuliku põrandapinna ruutmeetri kohta, siis keskkonnamõju väljendamiseks peab arvestama ka hoone ehitamisel kasutatavate materjalide mõju ressursikasutusele. Keskkonnamõju väljendamisel tuleb lähtuda 14XXX standardiperes kasutatavast määratlusest, mille kohaselt keskkonnamõju on täielikult või osaliselt organisatsiooni keskkonnaaspektidest tulenev mistahes ebasoodne või soodne muutus keskkonnas [5]. Seetõttu ei saa ehitussektori kliimamõju vähendamise riiklikke eesmärke samastada turuosaliste keskkonnamõju vähendamise eesmärkidega. Samad ei ole ka kasutatavad indikaatorid, sest ehitussektori kliimamõju mõõtmisel kasutatakse ainult EL Komisjoni poolt loodud Level(s) jätkusuutliku ehituse raamistiku indikaatorit 1.2., milleks on olulusringi globaalse soojenemise potentsiaal (GWP), vaata ka joonis 4.7. See on aga ainult üks võimalikest keskkonnamõjude indikaatoritest. Tegelik keskkonnamõjude mõõtmiseks peab arvestama ka ehitusmaterjalide

ressursikasutusega ehk ehitustoote digipassiga tõendatud ringmajandusliku potentsiaaliga.

Eesti ehitusmaterjalide andmebaasi kasutamisel tekivad tootjate ning projekteerijate vaatest probleemid ka sellest, et andmebaasis olevate ehitusmaterjalide keskkonnamõju väljendatakse GWP keskmise väärtusega, mis on saadud EPD-de põhjal. Eesti ehitusmaterjalide tootjate hulgas ei ole EPD-d kuigi levinud, mistõttu kasutatakse Soome turu keskmisi eriheitetegureid. GWP väärtuse puhul on aga otsustav taastuvenergia või tuumaenergia kättesaadavus tootja asukohariigis, mistõttu ei tohiks Eesti ehitussektori kliimamõjude vähendamise sihtarvude määramisel kasutada andmebaasis pakutud eriheitetegureid. Eesti ehitustoodete tootjate konkurentsivõime seisukohalt on oluline, et kasutatakse võrreldavaid eriheitetegureid. Arvestades CO₂ emissioone inimese kohta, on ainus Eestiga võrreldava energiabilansiga riik Saksamaa, mille keskmine emissioon on 8.01 ning Eestis 8.03 tonni inimese kohta (Rootsis 3.61, Soomes 6.70).

Lisaks tuleb arvestada, et EPD on oma olemuselt konkurentsivõimet tõendav müügiargument, mistõttu neid tehakse lähtuvalt toote sihtturu vajadustest. Näiteks on laepaneelidena kasutuses õõnespaneelid, TT-paneelid ja massiivsed betoonpaneelid. Eesti materjalide andmebaas soovib kõigi nende puhul Eesti tüüpilise laepaneeli heitekoefitsiendina kasutada AS Frammi EPD arvutusi. Arvestamata, et selle ettevõtte EPD-d sisaldavad ka ettevõtte teiste tootegruppide andmeid, mitte ainult õõnespaneele. Sellest tulenevalt ei saa tegemist olla ei ettevõttes toodetavate laepaneeli ega ka Eesti tüüpilise laepaneeli heitekoefitsiendiga.

Probleem tekib ka avatäidetega, milleks andmebaasis on puitaken, puitaluimiinium kolmekordse klaasiga aken ja tulepüsivusaken. Nende üldiseks GWP väärtuseks on võetud Lasita Akna AS toodete GWP väärtused. Lasita Aken AS on aga olulisel määral investeerinud oma toodete kliimamõju vähendamisse ning seeläbi oma toodete konkurentsipositsiooni teiste Eesti tootjatega võrreldes tugevdanud. Kokkuvõttes peaks see kindlasti peegelduma ka tööriistas, mille alusel arhitektid ja projekteerijad valivad kõige väiksema kliimamõjuga materjale. Kui teiste avatäidete pakujate tegelik kliimamõju ei ole tegelikult võrreldav Lasita Akna AS toodete kliimamõjuga, siis ei saa tüüpilise Eesti toote keskmise GWP väärtuse kasutamise kaudu neid tooteid arhitektide ja projekteerijate silmis võrdsustada.

EPBD-st lähtuvalt peab ehitussektor tõendama oma kliimamõju väljendatuna globaalse soojenemise potentsiaali kasvuhoonegaaside emissiooni indikaatoriga (GWP_{summa}).

Ehitustoodete määrusest lähtuvalt peab ehitussektor oma keskkonnamõju tõendama aga kõigi olusringi hindamisega seotud põhiomaduste ning kõigi ringmajanduslike keskkonnaaspektide lõikes. Seetõttu ei tohiks ehitus- ja kinnisvarasektori arengu suunamisel piirduda ainult kliimamõjude mõõtmisega vaid mõõtma peaks ka ressursikasutuse mõjusid.

1.2 Töö hüpotees

Töö hüpotees on, et ringmajandusele ülemineku juhtimiseks on vaja ringsust mõõta ning seda tuleb teha ringmajanduse standarditega rahvusvaheliselt kokku lepitud indikaatorite abil. Ringmajandusele üleminek on väärtuspõhine juhtimisotsus, millest tulenevalt peaks igal juhtimistasandil valima just sellel tasandil rakendatavad indikaatorid. Nii tuleb toote tasandil valida toote ringsuse mõõtmiseks sobivad indikaatorid, organisatsiooni tasandil organisatsiooni ringsuse mõõtmiseks sobivad indikaatorid ning organisatsioonidevahelisel tasandil väärtusvõrgustiku ringsuse mõõtmiseks sobivad indikaatorid.

Hüpoteesi kontrollitakse kirjanduse, standardite ning olemasolevate seisukohtade analüüsiga ning juhtumisuuringuga. Olemasoleva olukorra analüüsiga selgitatakse välja ringsuse mõõtmise praktika ja kasutatavad indikaatorid kõigil kolmel võimalikul tasandil – toote, organisatsiooni ning organisatsioonidevahelisel tasandil. Juhtumiuuringus uuritakse ühe kinnisvaraarenduse näitel ringsuse indikaatorite kasutamist ehitus- ja kinnisvaravaldkonnas.

Uurimisülesanded töös on:

- milliseid indikaatoreid kasutatakse toote tasandil (ehitis) ringsuse hindamisel?;
- milliseid indikaatoreid kasutatakse organisatsiooni tasandil (kinnisvaraarendaja) ringsuse hindamisel?;
- milliseid indikaatoreid kasutatakse organisatsioonidevahelisel tasandil (kinnisvaraarendus) ringsuse hindamisel?

Täiendav uurimisülesanne on:

- kuidas on ringsuse hindamine seotud kliima- ja keskkonnamõjude hindamisega?

Töö tulemusena leiab kinnitust hüpotees, et ringmajandusele ülemineku juhtimiseks on vaja ringsust mõõta. Selleks sobivad ringmajanduse standardid on toote tasandil

olemas ning organisatsiooni ja organisatsioonidevahelistel tasanditel kujunemisel. Samas selgub aga, et Eestis ei ole neid mitte ühelgi tasandil võimalik kasutada, sest puuduvad selleks vajalikud mõisted. Eestis peetakse ringmajanduse all silmas jäätmetega tegelemist, normatiivseks dokumendiks loetakse Jäätmeseadust ning keskkonnanäesmärke samastatakse kliimaeesmärkidega. Sellest tulenevalt ei ole toote tasandil võimalik kasutada toote ringsuse indikaatoreid; organisatsiooni tasemel aetakse ringsuse eesmärgid segamini jäätmetekke vähendamise ja süsinikujalajälje vähendamise eesmärkidega ning organisatsioonidevahelisel tasandil ringsuse juhtimine aetakse segamini tarneahela kestlikkusega.

Täiendavalt näidatakse, et ehitusmaterjalide keskkonnamõjude hindamise Eesti meetod põhineb ainult nende kliimamõjude hindamisel ning see ei võimalda teha ehitusmaterjalide valikul keskkonnasäästlikke valikuid. Riikliku meetodi alusena kasutatav Eesti ehitusmaterjalide kliimamõjude andmebaas võib aga parima projekteerimislahenduse valikul anda keskkonnamõjude kohta eksitava info.

1.3 Töö eesmärk

Töö eesmärgiks on uurida ringmajandusele ülemineku juhtimist toote, organisatsiooni ning organisatsioonidevahelisel tasandil ja näidata, milliseid indikaatoreid tuleks igal tasandil selleks kasutada. Töö eesmärgist lähtuvalt töötatakse Estonian Golf and Country Club (EGCC) poolt 2025.a kevadel avatava Elamumessi jaoks välja ringse küla kontseptsioon. Tegemist on kinnisvaraarendajale mõeldud ringsuse mõõtmise mudeliga, mis määratleb ära, milliseid andmeid peab omama kinnisvaraarenduse projekt, mis väidab et arendatav elukeskkond on jätkusuutlik ning milliseid küsimusi peab küsima rahastaja, et veenduda selle väite tõendatuses. Referentsolukorras on tavaline ärimudel ehk *business as usual*. Ringmajanduses tuleb üheaegselt arvestada kolme süsteemiga, milleks on majandussüsteem, keskkonnasüsteem ja sotsiaalsüsteem, siis on süsteemi piirid ruumilised ning määratud kinnisvaraarenduse piiridega maastikul.

Ringmajanduse põhimõte on uue väärtuse loomine ja jagamine ressursside haldamise teel. Seetõttu saab ringmajanduse põhimõtteid rakendada ainult nende ressursside omanik. Toote ja organisatsiooni tasandil toimub ringmajandusele ülemineku juhtimine tootes või teenuses kasutatavate ressursside valiku kaudu. Organisatsioonidevahelisel tasandil toimub ringmajandusele ülemineku juhtimine

ressursside omanike vahelises koostöös tehtavate otsuste kaudu. Kinnisvara- ja ehitusvaldkonnas on selleks organisatsioonidevahelise taseme ärimudel ehk väärtusvõrgustik, mis kujutab endast kinnisvaraarendaja väärtuspõhiste otsuste alusel loodud tarneahelasse kuuluvate organisatsioonide võrgustikku.

Töö ala-eesmärgid on:

- näidata, et ehitussektori keskkonnamõju mõõtmisel ei saa piirduda ainult uusehitiste süsinikujalajälje mõõtmisega hoone olelusringi tootmisetapi (A1-A3) globaalse soojenemise potentsiaali väärtuse GWP_{summa} alusel vaid arvestada tuleb ka ringmajanduse indikaatoritega;
- valmistada Eesti ehitus- ja kinnisvaravaldkonda ette toote digipassi kasutusele võtmiseks.

Magistritöö panustab lineaarsest majandusest ringmajandusele üleminekusse Eesti ettevõtetes, selgitab ringmajanduse seoseid ökodisainiga, jäätmekäitlusega, ettevõtete jätkusuutlikkusega ja ehitiste kliimamõjude ning keskkonnamõjude hindamisega.

2. UURIMISMETOODIKA

Töö uurimismetoodika põhineb arusaamisel, et mõõtmised tuleb alati teha kehtivate standardite alusel, sest ainult sellisel juhul on tagatud erinevate mõõtmiste võrreldavus. Seetõttu tuleb ka ringsuse mõõtmisel lähtuda standarditest. Planeeritavas uuringus selgitatakse välja ka see, milliseid standardeid tuleb kasutada kõigil kolmel tasandil ehk toote, organisatsiooni ning organisatsioonidevahelisel tasandil.

2.1 Töös kasutatud standardid ja regulatsioonid

Ringsuse mõõtmise ja hindamise aluseks kõigile kolmel tasandil – toode, organisatsioon ja väärtusvõrgustik (organisatsioonide vaheline tase), on ringmajanduse standardid ehk 59XXX standardipere. Toote tasandil annavad need aluse ringsuse hindamisele ja tõendamisele toote digipassiga. Sektoriülesed põhimõtted ringsuse hindamisele ning tõendamisele toote digipassidega tulenevad kestlike toodete ökodisaini määrusest (ERSP). Digipasside loomiseks vajalikud tehnilised spetsifikatsioonid tulenevad aga erinevatest sektoripõhistest regulatsioonidest. Töö koostamise hetkel on sektoripõhised regulatsioonid olemas ainult meditsiiniseadmetele [6] ning ehitustoodetele [3].

Ringmajanduse standardid on mõeldud ringsuse mõõtmiseks ka organisatsiooni ning organisatsioonivahelisel tasanditel. Nendel tasanditel on rakendamiseks vajalik mõisteruum alles kujunemisel ning osa nõudeid teada ainult tekstiilijäätmeid käitlevate ettevõtete jaoks [7]. Praktikas on aga juurdumas arusaamine, et ringsuse mõõtmiseks organisatsioonide ning väärtusvõrgustike tasandil tuleb ringsuste mõõta kestlikkusaruandluse (ESG) seotud teemapõhise standardi ESRS E5: ressursikasutus ja ringmajandus, kohaselt avalikustamisele kuuluvate indikaatoritega:

- ressursid – ESRS indikaatorid E5-1, E5-2, E5-3;
- ressursside sissevoog (taristusse sisenevad ressursid) – ESRS indikaator E5-4;
- ressursside väljavoog (taristust väljuvad ressursid) – ESRS indikaator E5;
- investeringu kasumlikkus – ESRS indikaator E5-6 [8].

2.2 Metoodika kirjeldus

Töö raamides töötatakse välja ringse küla mudel, mida saab edaspidi kasutada kinnisvaraarenduse ringsuse mõõtmise metoodilise alusena.

Eeltööna analüüsitakse kirjanduse põhjal:

- ressursiringluse käsitlemist teaduskirjanduses ning seniseid mõõtmise metoodikaid;
- ringsuse mõõtmise senist käsitlust toote ja ettevõtte tasandil;
- ringsusega mõõtmiseks vajalikke standardeid ja mõisteid.

Mudeli lähtekohana kasutatakse toote disaini väärtusahela lähenemist, mis on täpsustatud kinnisvaraarendusse sobivaks näidates ära, millistel tingimustel on väärtusahela erinevate etappide mõjud kinnisvaraarenduses mõõdetavad. Ringmajanduse standardites kasutatava mõiste *disain* asemel tuleb kinnisvaraarenduses kasutada aga mõistet *mudel*, sest see tagab sektori jaoks selguse. Ehitus- ja kinnisvaravaldkonnas seostub mõiste *disain* ainult toote väliste omadustega, standardikohane mõiste *ringdisain* ei ole aga veel juurdunud.

Eesmärgiga välja selgitada ringsuse hindamise ning keskkonnamõju hindamise vahelisi seoseid, viiakse läbi juhtumiuuring. Toodete keskkonnamõju tuleb hinnata olulusringi meetodil, analüüsides mõjukategooriate lõikes kokkuleppelisi emissioone. Töös kasutatakse Eesti ehitus- ja kinnisvaravaldkonnas riikliku suunisena plaanitud toote keskkonnamõju hindamise metoodikat. See põhineb Tallinna Tehnikaülikooli teadlaste poolt välja töötatud hoone olulusringi süsinikujalajälje arvutamise metoodikal [9] ning Eesti ehitusmaterjalide CO₂ heitekoefitsientide andmekogumil [10]. Täiendavalt kasutatakse andmete taustaruandeid [11] ning ÖKOBAUDAT andmebaasi [12].

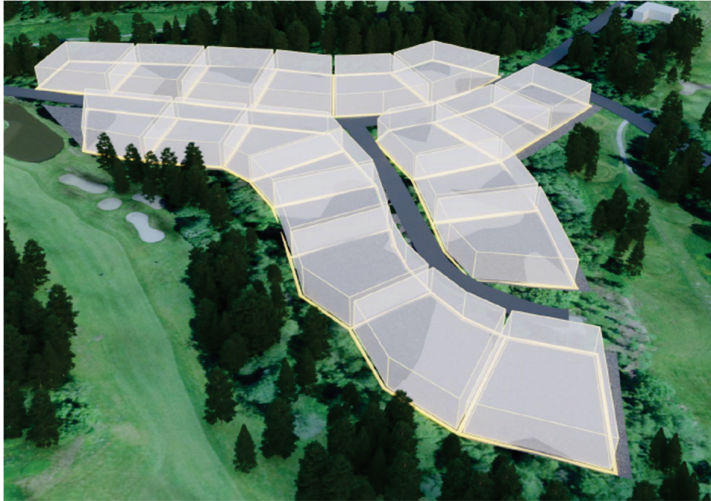
Algandmetena kasutatakse Lasita Aken AS poolt edastatud hoone Kivikirve tee 3, Manniva küla, Jõelähtme vald, Harjumaa projektdokumentatsiooni. Arvutuste aluseks on autori poolt läbi viidud jooniste ning konstruktsioonitüüpide analüüs. Hindamisraport ja arvutused on esitatud töö lisades 3 ning 4.

2.3 Uuritava objekti kirjeldus

Kinnisvaraarenduse jätkusuutlikkuse ja ringsuse analüüsi aluseks on kinnisvaraarendus Elamumess, mille visiooniks on ringne küla – 15 elamust koosneva, kaasaegset arhitektuuri, tipp-tehnoloogiaid ning kõrge lisandväärtusega elukeskkonda ühendava lahenduse turule toomine.

Elamumess paikneb geograafiliste piiridega määratletud alal Jõelähtmel, Harjumaal, osana Estonian Golf & Country Club golfiväljakute, elamute ning golfiklubi taristuga

kaetud alast, vaata ka joonis 2.1. Arendaja EGCC Golf Resort on Elamumessile eraldanud eraldi tänava, kuhu rajatakse 15 kaasaegset elamut, vaata joonis 2.1. Elamumess on külastajatele avatud perioodil 4.06.2025 – 15.06.2025. Seejärel jäävad elamud nende omanike ja elanike igapäevasesse kasutusse.



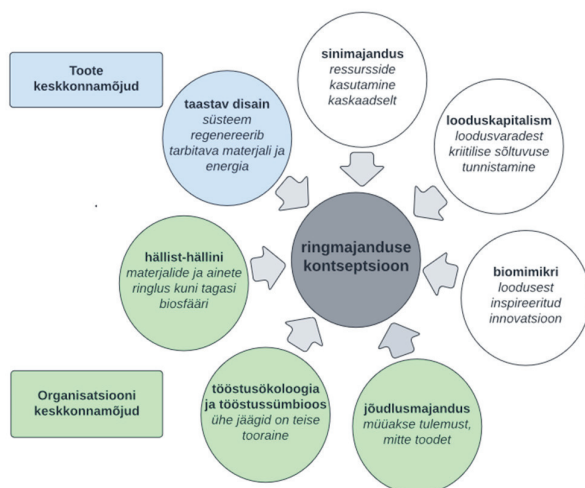
Joonis 2.1. Elamumessi paiknemine.

Elamumessi ajal tutvustavad kõik arenduses kaasatud ettevõtted - ehitajad, taristu- ja tehnoloogiate arendajad, arhitektid, ehitusmaterjalide ja -tervikute tootjad oma tehnoloogiaid ja lahendusi. Seeläbi koosneb Elamumess tinglikult kahest osast. Esiteks külastajatele avatud sündmus ning teiseks selle sündmuse tarbeks loodud keskkond, mis läbivate teemadena seob omavahel kõik kinnisvaraarenduses olulised teemad nagu kaasaegne arhitektuur; hoonete tehnoloogiad; elustiil ja disain; sõidukite ja eramute koostoime; taristuehitus; haljastus; valgustus; viimistlusmaterjalid; küte, vesi, kanalisatsioon ja nende hooldus; kodutehnika; energia tootmine ja salvestamine ning hovid elukoha ümbruses.

3. MÕISTERUUMI ANALÜÜS

3.1 Ringmajandus: organisatsioon ja toode

Ringmajandus on süsteemne lähenemine protsesside, toodete, teenuste ja ärimudeli disainimisele nii, et need toetaksid majanduskasvu läbi ressursikasutuse efektiivsema juhtimise materjalivoo ringse kasutuse ning jäätmetekke lakkamise suunas [13]. Ringmajanduse kontseptsioon on välja kasvanud tervest reast mõttesuundadest nagu tööstusökoloogia, tööstussümbioos, jõudlusmajandus, biomimikri, hällist-hällini, sinimajandus, taastav disain, looduskapitalism, vaata ka joonis 3.1.



Joonis 3.1. Ringmajanduse kontseptuaalsed alused [13]. Sarnaste värvidega on näidatud seosed toote ja organisatsiooni keskkonnamõjudega.

Organisatsioon ja toode – kaks erinevat vaadet, ringmajanduse kontseptsioon lineaarselt ringsele püüab haarata neist mõlemad kuid kui tegemist on turul toimivate lahendustega, siis peab olema selge, kas vaadatakse toodet (toote oleringringi ja keskkonnamõjusid) või vaadatakse organisatsiooni (juhtimisstruktuuri ning ettevõtte keskkonnamõjusid).

3.1.1 Ökodisain ja ringdisain

Ringmajandus algab toote keskkonnamõjudest – mida väiksemate keskkonnamõjudega tooteid ja teenuseid ettevõtted turule toovad, seda olulisem on nende ettevõtete panus lineaarselt ringmajandusele ülemineku pikaajalises protsessis. Toote

keskkonnamõjudega arvestamine sai alguse keskkonnateadliku kavandamise rakendamisest tootearenduses ning on tänaseks laienenud ökodisaini ja ringdisaini kontseptsioonide rakendamisele nii standardiloomes, majanduspoliitikas kui ka ettevõtete igapäevases majandustegevuses.

Keskkonnateadlik kavandamine (ingl k *environmentally conscious design*, ECD) kriteeriumid on määratletud standardiga EVS-EN IEC 62430 [14] kui strateegiline disainmõtlemise protsess, mis võtab arvesse toote kogu olelusringi keskkonnamõjud. Sageli kasutatakse keskkonnateadliku kavandamise mõiste asemel ka mõistet ökodisain, nt EN 4555X – EN 4556X standardites. Arvestada tuleb, et keskkonnateadlik kavandamine on korraga rakendatav ainult ühe toote või tootegrupi puhul ning ei sobi rakendustesse, kus on vaja arvestada samaaegselt mitme toote või tootegrupi olelusringidega.

Ökodisain on tootekeskne kontseptsioon, mis põhineb toote või tootegruppide olelusringi keskkonnamõjude hindamisel. Ökodisaini metoodika tuleneb direktiivist 2009/125/EÜ [15] ning see on mõeldud energiavõrku ühendatavatele valmistoodetele esitatavate nõuete defineerimiseks ja ühtlustamiseks läbi standardipere EN 4555X. ESPR vastuvõtuga muutus direktiiv 2009/125/EÜ aga kehtetuks [2].

ERSP loob aluse ühtlustatud ökodisaininõuete kehtestamiseks valdava osa (erandiks on toit, sööt ja ravimid) EL siseturule lastavate füüsiliste kaupade kategooriate suhtes, paneb aluse tarbijateadlikkuse suurendamisele toodete keskkonnasäästlikkuse infot kajastavale digitaalsele tootepassile ning on raamistik, millega püütakse ära hoida müümata toodete hävitamine. Seega laieneb ERSP energiavõrku ühendatavatelt toodetelt ka nende tootmiseks vajalikele vahetoodetele nagu metall- ja rauatooted, kriitilised toorained jms ning toodetele, mis kasutusfaasis ise energiat ei tarbi.

Ringdisain on süsteemmõtlemise ja ringmajanduse põhimõtetele tuginev kontseptsioon, mis on oluliselt laiem kui ökodisain ning adresseerib ringmajanduse erinevaid praktikaid – alates sobiva ringse ärimudeli valikust ja lõpetades jäätmetekke ning saastamise lakkamisega disainis tehtavate valikute abil. Viimastel aastatel on ringdisaini kontseptsioon ühendatud keskkonnateadliku kavandamise põhimõtetega. Vastavalt viitavad nii uus ökodisaini nõuete sätestamise raamistik kui ringmajanduse tegevuskava laiemale kontseptsioonile, mis sisaldab nii keskkonnateadliku kavandamise kui erinevad ringdisaini aspektid [16].

Standard 59004 [1] selgitab, et ringdisaini ja ökodisaini erinevus seisneb selles, et ringdisaini katab ka ringmajanduse põhimõtete (süsteemmõtlemine, väärtusloome, väärtuse jagamine, ressursijuhtimine, ressursside jälgitavus, ökosüsteemi säilenõtkus) rakendamiseks vajalike ressursside valikuprotsessi. Oluline ongi siinkohal rõhutada, et *ökodisain* ning *ringdisain* põhinevad erinevatel metoodikatel ning nendel analüüsidel on erinevad eesmärgid. Seega ei saa neid mõisteid kasutada sünonüümidenä. Erinevalt ökodisainist, on ringdisaini puhul lähtekohaks mitte toote keskkonnamõjude vähendamine läbi efektiivsel materjalikasutusel põhineva tootearenduse vaid säästlik ressurssikasutus kogu tarneahelas.

3.1.2 Ökodisaini standardid

Ökodisaini standardid on kõik direktiivist 2009/125/EÜ ehk tähaseks tühistatud energiamõjuga toodete ökodisaini direktiivist lähtuvad standardid ning nende eesmärgiks on ühtlustada nõuded materjalikasutuse efektiivsusele erinevate tootegruppide lõikes. Tegemist on CEN-CLC standarditega alates 45552 kuni 45559, need on materjalikasutuse efektiivsusele fokuseeritud tootespetsiifilised standardid, mida valdavalt kasutatakse toodete keskkonnadeklaratsioonide alusena. Kõigi olemasolevate tootespetsiifiliste ökodisaini standarditega seonduvate mõistete kogum on kokku lepitud standardiga CLC/TR 45550:2020 [17].

Ökodisaini standardid on keskne tööriist ringmajanduse tegevuskavaga [18] seatud eesmärkide saavutamiseks siseturul ning saavad toetama ökodisaini regulatsiooni laiendamist ringmajanduse tegevuskavas välja toodud siseturu peamiste toodete väärtusahelates kestlike toodete kavandamise standardite väljatöötamisel. Kokkuleppeliselt on peamisteks väärtusahelateks võetud elektroonika ning info- ja kommunikatsioonitehnoloogia; akud ja sõidukid; pakendamine; plast; tekstiilitooted; ehitus ja hooned; toit, vesi ja toitained. Kõigis neis valdkondades on terve hulk tootespetsiifilisi standardeid juba olemas kuid veel ei ole teada, kuidas need võetakse üle Euroopa standarditeks, sest Euroopa standardiseerimisorganisatsioonis CEN/CENELEC vastavad arutelud alles käivad.

3.1.3 Ringmajanduse standardid ja regulatsioonid

Taastumatute ressursside ammendumine ja kliimamuutused on suunanud kaasaegse majandusteaduse arutlema lineaarselt majanduselt ringmajandusele ülemineku

võimaluste üle kuid puudub veel üheselt mõistetav arusaamine, kuidas ring sulgeda [19]. Ringmajanduse standardiloomes protsess ongi alguse saanud vajadusest suunata tootearendust ressursiringluse tehnilise tsükli sulgemise suunas, eriti keskkonnakaitse seisukohalt riskantsemates valdkondades, näiteks keemiatööstuses [20]. Samuti seoses erinevate riikide keskkonnajuhtimise erinevatest põhimõtetest tuleneva probleemiga globaalses jäätmekehtanduses, kuivõrd tootjatele esitatavate keskkonnakaitseliste nõuete erinev tase võimaldab suunata kõrgendatud nõuetega riikides, näiteks Ühendatud Kuningriigis, toodetud kaubad olelusringi järgseks käitlemiseks madalamate nõuetega riikidesse, näiteks Hiinasse [21]. Ka riikide tasemel on ringmajandust pikalt nähtud ennekõike seostatult jäätmetekke vältimise ning jäätmekäitluse teemadega ehk vajadusega suunata kohalikku tootmist puhtama tootmise ning kvaliteetsemate ehk taaskasutusse võetavate jäätmete saamise suunas [22]. Esimesed Euroopas loodud ringmajanduse standardid on Briti standard BS 8001:2017 ning Prantsusmaa standard XPX 30-901:2018 [23]. Tegemist ei ole küll ainult Euroopa teemaga ning ringmajanduse strateegiate rakendamise reeglistik on välja töötamisel paljudes riikides nagu Hiina, Saksamaa, Taani, Holland [24], [25], [26], [27]. Sellegipoolest on just Briti standard peamiseks lähtekohaks jätkusuutlike tootmis- ning tarbimispraktikate loomisel [28], [29]. Briti standard on võetud aluseks ka ISO ringmajanduse ehk 59-seeria standardite loomisel.

Rahvusvahelised ringmajanduse standardid on ISO 59000 standardipere harmoniseeritud standardid:

- 59004 Ringmajandus. Mõisted, põhimõtted, rakendused [15];
- 59010 Circular economy – Guidance on the transition of business models and value networks [30];
- 59014 Environmental management and circular economy – Sustainability and traceability of the recovery of secondary materials – Principles, requirements and guidance [7];
- 59020 Ringmajandus. Ringsuse tulemuslikkuse mõõtmine ja hindamine [31];
- 59031 Circular economy – Performance based approach – Analysis of case studies [32];
- 59032 Circular economy – Review of existing value networks [33];
- 59040 Circular economy - Product circularity data sheet [34].

Erinevalt tootearenduseks mõeldud ökodisaini standarditest, on ringmajanduse standardid mõeldud organisatsioonidele, mis soovivad panustada kestlikku arengusse ringmajanduse põhimõtete rakendamisega. Need on mõeldud kõigile organisatsioonidele, olenemata juriidilisest vormist, tegevusalast, suuruselt või

paiknemisest väärtusahelas või võrgustikus ning ei ole tootearenduses otseselt rakenduvad standardid. Ringmajandusele ülemineku kõige suurem väljakutse on globaliseerumine kuivõrd tarne- ja väärtusahelad on laiali hargnenud üle maailma. Ringmajanduse standardite eesmärk ongi toetada organisatsioonide ringmajandusele üleminekut (transformatsiooni) mõistete, lähenemiste ning indikaatoritega, mis on vajalikud nn lineaarsuse lõhe ületamiseks. Nimetagem nii lõhet ressursside jätkusuutmatut kasutamist ning keskkonna saastamist põhjustavate lineaarsete ja ringsete ehk kestlike ärimudelite vahel.

Eesti on töö koostamise ajaks ümbertrüki meetodil ning identsena üle võtnud järgmised ringmajanduse standardid:

- 59004, mis määratleb võtmemõisted, kujundab ringmajanduse visiooni ja põhimõtted ning annab juhised nende rakendamiseks vajalike tegevuste osas;
- 59010, mis annab organisatsiooni väärtusloome mudelite ja väärtusahelate lineaarselt ringsele ülemineku juhised;
- 59020, mis täpsustab nõuded ning annab juhised majandussüsteemi ringsuse määratlemiseks ja mõõtmiseks valitud ajahetkel. Metoodika põhineb andmete kogumisel ning arvutustel, kasutades kohustuslikke ning vabatahtlikke ringsuse mõõtmise indikaatoreid. Standard annab raamistiku ka süsteemi piiride ja indikaatorite valiku ja andmetöötluse ja tõlgendamise osas ning on kasutatav majandussüsteemi erinevatel tasemetel, nii regionaalsel, organisatsiooni kui organisatsioonidevahelisel tasemel kui ka toote tasemel. Organisatsiooni ringsuse eesmärgi saavutamiseks vajalike tegevuste sotsiaalsete, majanduslike ja keskkonnamõjude hindamiseks pakub standard meetodid, mida saab täiendavalt kasutada.

Põhimõtteliselt toimubki ringmajanduse standardiloome kahes suunas. Üheks on tootearenduses kasutatavate ökodisaini standardite sidumine ringmajanduse põhimõtetega, nt EVS-EN 45560 [16], mis on mõeldud kõigile neile tootegruppidele, millel puuduvad tootespetsiifilised ökodisaini standardid. Teiseks suunaks on aga organisatsiooni lineaarselt ringseks transformatsioonil kasutatavad standardid. Kui tootearenduse standardite fookuses on materjalikasutuse efektiivsus, siis organisatsiooni ringse transformatsiooni standardiloome fookuses on ressursside ringlus eemärgiga vähendada ressursikasutust ja suurendada ressurssidele antavat lisandväärtust organisatsioonis, väärtusahelas või võrgustikus tervikuna.

Ringmajanduslik mõtteviis on Eestis algstaadiumis. Näiteks on Metsaru kirjutanud magistritööna sellest kui rohelse kasvu võimaldajast alles 2020ndal aastal [35]. Senised käsitlused on keskendunud jäätmeprobleemidele ning seda kas seoses

tekstiilijäätmetega [36], [37], [38], tehnoloogiatega [39] või analüüsid kohalike omavalitsuste rolli jäätmetekke vältimisel, nagu seda teeb Merisaar oma magistritöös [40]. Ringsete ärimudelite laiemat vaadet püütakse haarata ringdisaini mõistega, seejuures puudub aga seos ökodisainiga 45-seeria standardite mõistes [41]. Austria ettevõtete valmisolekut ringsetele ärimudelitele üleminekuks oma magistritöös uurinud Kotov [42], kuid holistilisel tasemel ning ainult avatud innovatsiooni rakendamise võtmes.

Ringmajandusliku mõtteviisi juurutamist ning ringmajanduse põhimõtete rakendamist (süsteem-mõtlemine, väärtusloome, väärtuse jagamine, ressursside haldamine, ressursside jälgitavus ja ökosüsteemi säilenõtkus) Eestis takistab olulisel määral ka mõisteruumi fikseeritus jäätmekäitlustoimingutele. Samuti tuleb arvestada, et ringmajanduse standardites kasutatavad mõisted ei ole samad, mis ökodisaini standarditel, st ökodisaini standardid ei ole ringmajanduse standardite normdokumendid. Magistritöö peatükis Mõisted on selgitatud ringmajanduse põhimõisteid ning välja toodud need mõistete tõlgendamisest tulenevad põhjused, mis takistavad ringmajanduse standardite kasutamist Eestis.

Lähtuvalt 2024 a juulis jõustunud ESPR-st, on kõigi uute toodete siseturule toomisel vaja koostada digitaalne tootepass. Lähtuvalt 2024 a veebruaris jõustunud tarbijate võimestamise direktiivist (roheväidete direktiivist) [43], peavad aga kõik toote keskkonnaväited olema tõendatud. Nende kahe regulatsiooni survele võib lähiaastatel oodata märkimisväärset survet ka ringmajanduse juurutamiseks vajaliku mõisteruumi korrastamisele. Sellega seoses peaks hakkama tekkima ka arusaamine, et kliimamõjud ja keskkonnamõjud on erinevad mõjud ning neid ei saa samastada. Kliimamõju hinnates saame me teada ainult ühe osa keskkonnamõjudest, kõigi tootega seonduvate keskkonnamõjude hindamiseks peame aga hindama ka tootega seonduvaid ressursikasutuse mõjusid. Nende juhtimiseks peame aga oskama mõõta ringsust.

Ehitus- ja kinnisvaravaldkonnas on toote digipassi jaoks vajalikud ringsuse aspektid juba teada, mistõttu ehitus- ja kinnisvarasektor on esimene valdkond Eestis, kus ettevõtted peavad hakkama rakendama ringmajanduse indikaatoreid ning mõõtma ja tõendama toote ringsust. Poliitilise suunisenä on aga ette antud vajadus lähtuda siseturu kliimaeesmärkidest ning see asjaolu on sektori arengu suunamisel fookusest välja jäänud. Ehitussektori üheks eesmärgiks on küll võetud liikumine jätkusuutlike ehitiste suunas. Katuseesmärgiks on aga kasvuhoonegaaside emissiooni vähendamine, mistõttu esimeses lähenemises on uuritud ainult ehitustegevusest tekkivat süsiniku jalajälge ning selle mõjude teadlikkust Eesti ehitusettevõtete seas. Näiteks Lõhmuse

magistritöös [44] kasutati ainult energia tarbimise andmeid ning olulusringi arvutamisel kasutati ehitiste jätkusuutlikkuse ja hoonete keskkonnatoimivuse hindamise arvutusmeetodit, mis on määratletud Eesti standardiga EVS-EN 15978:2011 [45]. See on hoone olulusringi arvutusmeetod ning vastavalt EPBD-le, tuleb hoone energiamärgise saamiseks raporteerida selle meetodiga arvutatud süsinikujalajalg [4].

Hoone olulusringi arvutamisel uurimistöodes saab aga kasutada ka keskkonnajuhtimise olulusringi hindamise standardit ISO-14040 [46]. Näiteks põhineb sellel lähenemisel Madelat magistritöö [47], milles süsteemi piiride ja analüüsi skoobi määramisel on kasutatud ehitise väliseid parameetreid. Samuti Vogti magistritöö [48], milles monitooritakse materjalide käitumist pikema perioodi vältel, eesmärgiga kasutada seda infot puidust moodulmajade tootearenduses.

3.1.4 Ressursivoogude ringsus

Tehnilises raportis 59032 [33] on kirjeldatud metoodikat, millega saab analüüsida ja mõõta väärtusahelas toimuvat ressursivoogude ringsust. Kokku on toodud 16 erinevat näidet erinevatest geograafilistest piirkondadest ning tegevusvaldkondadest. Metoodika on väga sarnane tööstuslike ökosüsteemide analüüsile kuid eesmärgid on erinevad. Tööstuslike ökosüsteemide analüüsi puhul selgitatakse välja ringlevate ressursside vood eesmärgiga saadud uue teadmise põhjal kujundada ja planeerida ökotööstusparke nii, et võimalikult palju materjale, energiat ja vett saaks ringluses hoida võimalikult kaua. Tehnilises raportis 59032 esitatud metoodika on aga kasutatav osana ringmajanduse standardiperest ning selle eesmärgiks on ringmajandusliku väärtusloome võrgustike ühiste parameetrite kirjeldamine.

Ringmajanduse eesmärk ei ole mitte ressursside ringlemise lineaarse ahela sulgemine vaid ärimudeli ressursikasutuse väärtusloome potentsiaali avamine ja arendamine. Sellest tulenevalt on ringmajanduse põhimõtete rakendamine võimalik ainult nendes organisatsioonides, millel on olemas väärtuste loomiseks vajalikud ressursid. Eestis on juurdumas ekslik arusaamine, et jäätmemajandus ja ringmajandus on sünonüümid. Näiteks on jäätmekäitluse valdkonnas tegutsevate ettevõtete katusorganisatsioon Eesti Jäätmekäitlejate Liit nimetanud enda ümber Eesti Ringmajandusettevõtete Liiduks. Samuti on kohalikud omavalitsused üle Eesti hakanud oma tegevusi jäätmemajanduse korraldamisel nimetama ringmajanduseks. Käesoleva magistritöö üheks eesmärgiks on tuua läbi rahvusvaheliste ringmajanduse standardite analüüsi Eestisse arusaamine, milles seisneb jäätmemajanduse ja ringmajanduse erinevus ja toetada seeläbi neid

ettevõtteid ja organisatsioone, kes omavad ressursse ning soovivad neile ringmajanduse põhimõtete rakendamise teel anda suuremat väärtust ning muuta seeläbi ka oma ärimudel senisest jätkusuutlikumaks. Kuigi ringmajandusega kaasneb küll jäätmetekke vähendamine või jäätmete lakkamine, siis üleminekul ringmajandusele jäätmete tekkimist välistada ei saa. Jäätmekäitlusele esitatavad nõuded on reguleeritud rahvusliku seadusandluse ning rahvusvaheliste lepingutega ja selle eesmärgiks on minimeerida emissioone õhku, vette ja maapinda ning kahjulikku mõju keskkonnale ja inimeste tervisele [1].

Ressursikasutuse juhtimise põhimõte (ingl k *resource stewardship*) on ressursivoogude ringsuse aluspõhimõte. Selle kohaselt majandavad organisatsioonid oma varusid ja vooge jätkusuutlikult ehk läbi ressursivoogude sulgemise, aeglustamise ja kitsendamise, võimaldades nii organisatsioonil panustada ressurside kättesaadavusse nii hetkel kui tulevikus ning vähendada esmastest ressurssidest sõltumisega seotud riske. See tähendab niisuguste lahenduste (toode, teenus või nende kombinatsioon) väljatöötamist ja rakendamist, mis võimaldavad ressursikasutusega luua uusi väärtusi.

Ressursikasutuse juhtimise erinevate strateegiate kokkuvõttena kasutatakse tavaliselt nn R-tegevuste redelit, mis seob 10 inglise keeles tähega R algavat ressursikasutuse juhtimise põhimõtet, mille abil välja töötada erinevaid uusi lahendusi – *Recover, Recycle, Repurpose, Remanufacture, Refurbish, Repair, Reuse, Reduce, Rethink/Redesign, Refuse* [49]. Samad tegevused on toodud ka standardis 59004, lisaks aga veel ka *Source* ja *Cascade*, mille all mõeldakse jätkusuutlikult toodetud ressursside kasutamist ning kaskaadimist ehk materjalide taaskasutamise uute tsüklite loomist.

3.1.5 Ringmajanduse põhimõtete rakendamine

Ringmajandusliku väärtusloome potentsiaal ei sõltu organisatsiooni tegevusalast, suurusest ega asukohast ning see katab kogu väärtusahela. Samas on organisatsioonil läbi sisseostupoliitika võimalik juhtida siiski ainult oma tarneahelat. Väärtusahela juhtimise võimekus on sisuliselt ainult hargmaistel korporatsioonidel. Kõik ülejäänud organisatsiooni saavad oma väärtusahelaid soovitud suundadesse küll mudida, mitte aga juhtida, sest puudub selleks vajalik organisatsiooniline struktuur (ingl k *governance*). Ringmajanduse standardid ongi see väärtusahela juhtimise tööriistakast, mida organisatsioonilise struktuuri puudumisel saab kasutada.

Nii nagu ökodisaini ja ringdisaini lähenemised, on ka ringse ärimudeli kontseptsioon alguse saanud standardiga 62430 [14] määratletud keskkonnateadliku kavandamise lähenemisest. Ökodisain ja ringdisain on suunatud ainult materjaliringluse efektiivsusele tootearenduses, standard tervikuna adresseerib lisaks aga ka tootjat ehk organisatsiooni näidates, et keskkonnateadliku kavandamise põhimõtet järgiv organisatsioon peab ka juhtimise tasemel seadma konkreetseid, mõõdetavaid ning visiooni, missiooni ja strateegiaga seonduvad ringsuse eesmärgid. Seotud standard 45560 [16] võimaldab astuda mõõdikutest sammu edasi ning kirjeldada ringse organisatsiooni kujundamist neljast sammust koosneva protsessina. Esimese sammuna peab organisatsioon integreerima materjalikasutuse efektiivsuse juhtimissüsteemi ning identifitseerima sellega sobiva ringse ärimudeli. Seejärel peab organisatsioon välja valima need ringsed kategooriad, mida tahetakse edasi arendada ning nende kategooriate raamides iga tootegrupi jaoks määrama atribuudid, mida peab adresseerima selleks, et viia toode vastavusse ringmajanduse põhimõtetega. Tulemuseks saadakse organisatsiooni kohta koostatud kategooriaid ja atribuute ühendav ringsuse maatriks ehk tööriist, mille abil on võimalik monitoorida ringseks muutumise progressi. Seega näitab standard 45560 küll seda, kuidas siduda toote ringsus ning organisatsiooni eesmärgid, kuid oma tootekeskuse tõttu ei sobi 45560 kasutamiseks väärtusahelate või võrgustike juhtimisel ja suunamisel ringsuse suunas.

Ainus juhispõhine, mille alusel ettevõtte organiseerimisel ja juhtimisel võiks rakendada ringmajanduse põhimõtteid ka endaga seotud võrgustikus või väärtusahelas, on 59032 [33]. See tehniline raport keskendub organisatsiooni ärimudeli lineaarsest ringsele ülemineku kriitilistele momentidele, täiendades seeläbi standardit 59010 [30] ettevõtte organiseerimise ja juhtimise aspektidega.

Jonker [50] võtab ärimudeli ringsuse kokku 6 tunnusega:

- organisatsioon tegeleb materjali väärtuse säilitamisega pidevalt;
- olemas on ambitsioon tekitada vähemalt üks tsükel (ingl *k loop*);
- strateegia sisaldab mõjude vähendamist lineaarsete alternatiividega võrreldes;
- olemas on teenuse osutamise võimalus;
- väärtusahelas on olemas nii horistonaalne kui vertikaalne integratsioon;
- välja on valitud sobiv(ad) tulumudel(id).

Organisatsioonile ringse ärimudeli loomine on mitmeastmeline protsess, mis algab vajalike tegevuste identifitseerimisest ja referentsolukorra kirjeldamisest. Seejärel tuleb hinnata ringmajanduse juurutamise olulisust organisatsiooni arengule, määratleda

süsteemi piirid ning süsteemis vajalikud muudatused ja hinnata ringmajanduse põhimõtete rakendamisest tulenevaid riske ning võimalusi. Edasi tuleb aga tegeleda ringmajanduse põhimõtetega kooskõlas oleva eesmärgi, missiooni ja visiooni loomisega, määratleda strateegilised prioriteedid ning sõnastada strateegia ja tegevusplaan, sh monitoorimise ja tagasisidestamise põhimõtted.

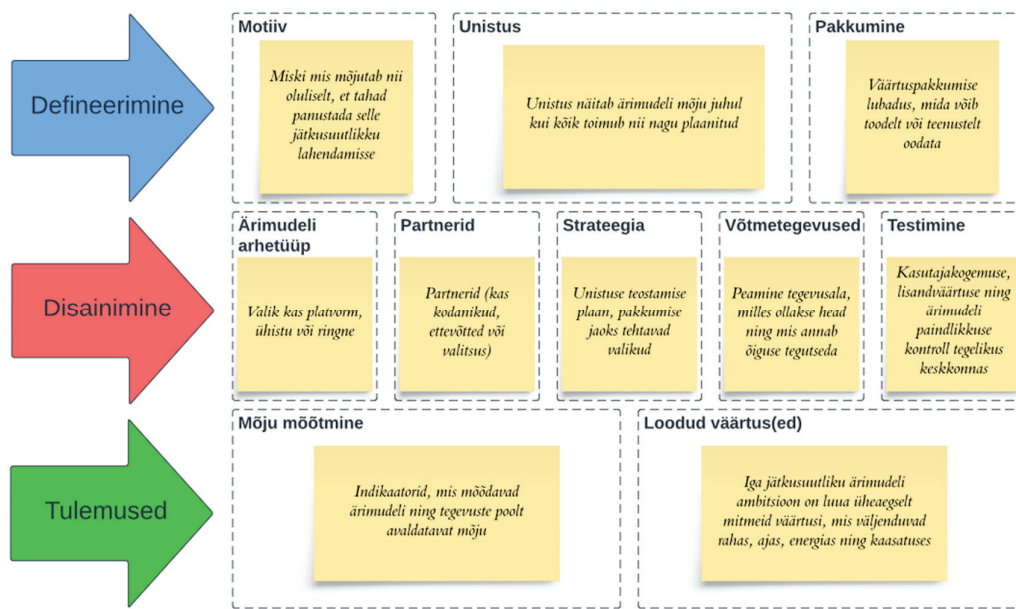
3.2 Ringne ärimudel

Ringmajanduse rakendamiseks sobiva tulumudeli kirjeldamise aluseks on erinevad jätkusuutliku ärimudeli kontseptsioonid. Võrreldes traditsioonilise ärimudeliga, on ringse ärimudeli puhul väärtusloome loogika muutunud, sest lisandunud on lühi- ja pikaajalised mõjud. Jonker, Faber [50] on ringse ärimudeli kirjeldamiseks pakkunud ärimudeli malli, mis põhineb kliima, energia ja ringsuse elementide abil loodava uue väärtusloome analüüsil, vaata ka joonis 3.2. Mallil on 3 taset:

- uue väärtuspakkumise defineerimine;
- uue väärtusloome strateegia ning võtmetegevuste disainimine ringmajanduse ärimudeli arhetüüpe kasutades ja partnereid kaasates;
- uue väärtusloome mõjude hindamise abil traditsioonilisele ärimudelile alternatiivi sõnastamine.

Alternatiivse ärimudeli kujundamisel võib lähtuda erinevates malli osades kirjeldatud tegevustest 5 erineval viisil:

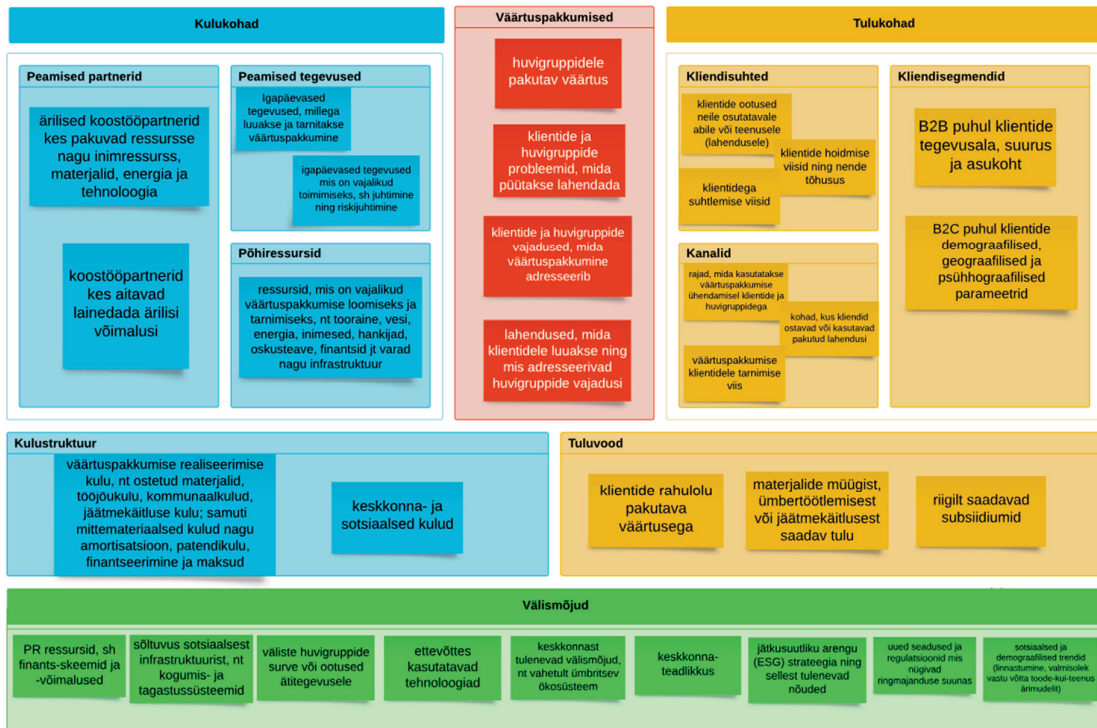
- motiivist lähtuv alternatiiv põhineb malli motivatsiooni ja konteksti osas kirjeldatud suurel ideel, mis probleemi lahendamiseks on välja mõeldud;
- pakkumisest lähtuv alternatiiv põhineb malli väärtuspakkumise osas kirjeldatud väärtusel, mida kindlate sihtrühmade jaoks luua tahetakse;
- partneritest lähtuv alternatiiv kujundab uue ärimudeli osapoolte võrgustikust lähtuvalt;
- mõju mõõtmisest lähtuva alternatiivse ärimudeli kujundamise lähtekohaks on mõju, mida saavutada tahetakse;
- võtmetegevustest lähtuva alternatiivse ärimudeli kujundamisel lähtub ettevõtte oma kompetentsidest ehk sellest, mida osatakse kõige paremini.



Joonis 3.2. Jätkusuutliku ärimudeli mall [50].

Ringmajanduse standardites on ärimudeli väärtuspakkumise kirjeldamisel aluseks võetud mitte ärimudeli mall vaid Osterwalderi ja Pigneur'i poolt välja töötatud ärimudeli kanvas. Ärimudeli kanvast on kritiseeritud kui staatilist lähenemist. Näiteks Lauten-Weiss ja Ramesohl on BMC kritiseerinud seda kui kokkuvõtet ettevõtte tegevustest eesmärgiga selgitada finantsinvestorile teemasid, millest need muidu aru ei saaks [51]. Bocken jt [52] on lisaks näidanud, et selles puudub ökosüsteem – võtmepartnerid ning kliendigrupid on küll üles loetletud kuid puuduvad seosed, mis võimaldaksid mõista äritegevuse üldist keskkonnamõju.

Standard 59010 soovib organisatsiooni olemasoleva ärimudeli kirjeldamisel ning lineaarsest ringsele transformatsiooni mõõtmisel lähtuda siiski ärimudeli kanvase elementidest ning lisada neile välismõjude plokk, vaata ka joonis 3.3.

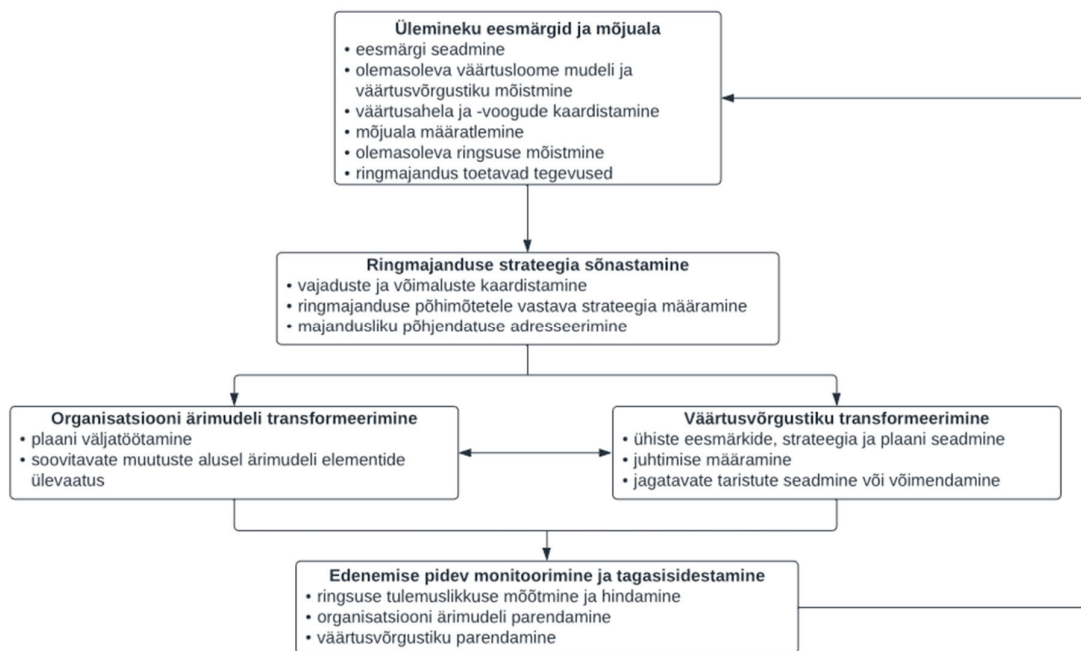


Joonis 3.3. Organisatsiooni ärimudeli elemendid vastavalt standardile 59010 [30].

Nii ärimudeli mall kui kanvas näitavad, et ringne ärimudel ei põhine materjalikasutuse efektiivsusel ning selle eesmärk ei ole ainult materjalikasutuse juhtimine jätkusuutlike alternatiivide suunas vaid eesmärk on oluliselt laiem ja sõltub väärtuspakkumise osas tehtavatest otsusest ning tegevuste ambitsioonist.

3.2.1 Ärimudeli transformatsioon

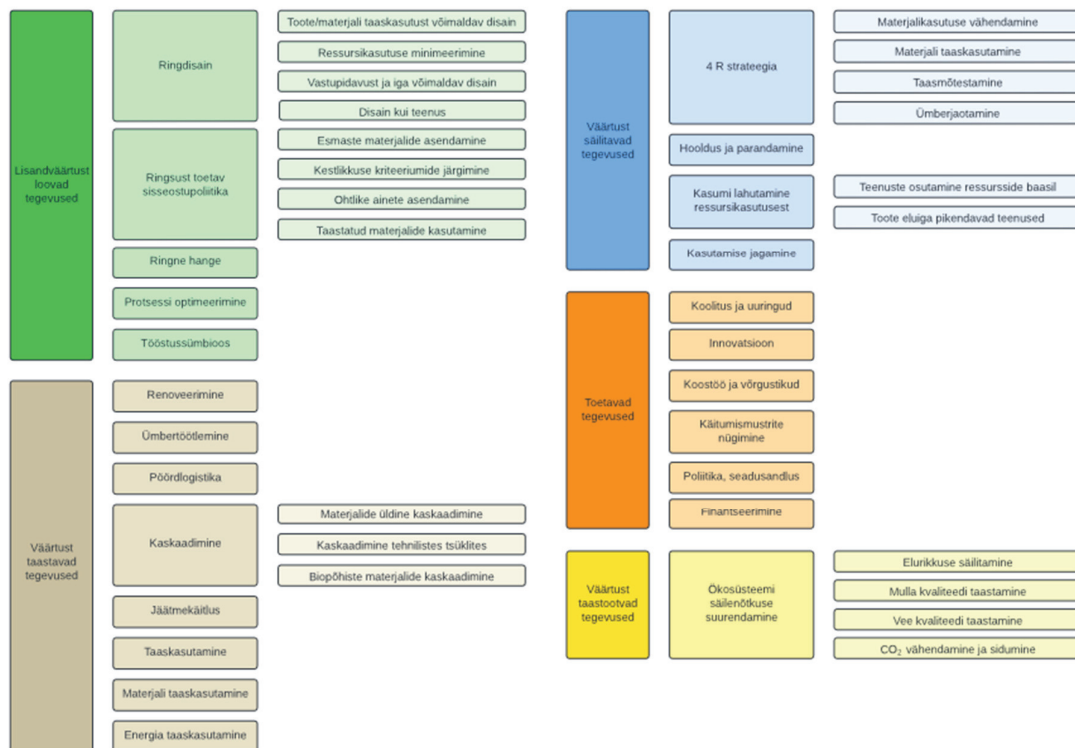
Ringmajanduse standardiperes kirjeldatakse lineaarselt majanduselt ringmajandusele üleminekut viiest elemendist koosneva teekonnana ning vastavalt nendele elementidele on struktureeritud ka ringmajanduse standardid, vaata ka joonis 3.4.



Joonis 3.4. Lineaarselt majanduselt ringmajandusele ülemineku teekond vastavalt ISO ringmajanduse standarditele [29, joonis 3].

Ärimudeli üleminek (transformatsioon) lineaarsest ringseks algab mõjuala (skoobi), piiride ning eesmärgi (ambitsiooni) sõnastamisest. Mõjuala piirid peaksid sisaldama kõik asjakohased tegevused, asukohad, lahendused ning väärtusvõrgustikud, samuti selle osa majandussüsteemist, milles organisatsioon tegutseb või mida mõjutab (nt tarnepartnerid) ning läbi mille saab toimuda ressursside ringvoog, jätkusuutlik areng ning tulemuste hindamine [30].

Ringsuse saavutamist toetavate tegevustena pakub standard 59010 viis tegevuste gruppi: lisandväärtust loovad, väärtust säilitavad; väärtust taastavad; kaotatud väärtust taastootvad ning ringmajandusele üleminekut toetavad tegevused, vaata ka joonis 3.5.



Joonis 3.5. Ringsuse saavutamist toetavate tegevuste loetelu, visualiseeritud standardi 59010 alusel [30].

Arvestades liiga keeruliseks muutumise riski, soovitatakse ringmajanduse standardites identifitseerida üks konkreetne väärtusahel ning määratleda selles kasutatavatele ressurssidele tuginedes selle väärtusahela ringseks transformeerimise võimalused.

Ringsuse aspektid (näiteks toodete kestvus, käideldavus, taaskasutatavus, parandatavus jms) on olelusringi perpektiivi raamides see valik tegevusi, mille kaudu saab pakutav lahendus avaldada kõige suuremat keskkonna-, sotsiaalset ning majanduslikku mõju. Erinevatel ettevõtetel või organisatsioonidel on ringsuse aspektide valikul erinevad võimalused – nt suure allhankevajadusega ettevõtte omab kõige suuremat mõjuvõimet oma ülesvoolu tarneahelas.

Lineaarse ärimudeli ringseks transformeerimise strateegiad võivad olla väga erinevad – näiteks lineaarse väärtusahela tsükli järk-järguline sulgemine kuni on tekkinud väärtusvõrgustik; tegevuste kompleksuse ja mõjuala laiendamine; topeltolulisuse maatriksi alusel prioriteetide määramine; tulu/kulu tasakaalupunkti nihutamine; vastassuunaline logistika või tööstussümbioos [29, lisa A].

3.2.2 Ringsuse hindamine

Olemasolevad lähenemised ringsuse mõõtmisele arvestavad küll organisatsiooni tarneahelat ning ärimudelit, kuid põhinevad tootepõhisele tõlgendusele [53], [54], [55]. Organisatsioonide keskkonnamõju hindamiseks hinnatakse aga ära kasvuhoonegaaside emissioonid või kasutatakse mõnd spetsiifilist lähenemist, nt põhinevalt veekasutusel [56]. Mis tähendab, et süsteemi piiride seadmisel lähtutakse toote olulusringist. Ringmajanduslikke ärimudeleid kõige põhjalikumalt uurinud ning nende rakendamisega tegelenud Hollandi teadlane Jonker lähtub samuti organisatsiooni (ettevõtte) ärimudelist [57]. Selles vaates on küll ühe ringse ärimudeli variandina olemas võrgustikupõhine ärimudel ning standardi kohaselt määratletud ka ringsuse mõõtmise võimalus organisatsioonidevahelisel tasandil, kuid puudub selgus, millised on organisatsioonidevahelise tasandi puhul süsteemi piirid [58]. Ringmajanduse ruumilise mõõtme saamiseks vajalikku süsteemi piiride seadmist on siiani analüüsitud mitmel organisatsioonidevahelisel tasandil - linnade [59], külade [60], planeedi [61] ja ühiskondliku läbikäimise tasandil [62]. Puudub aga arusaamine, kuidas tõmmata süsteemi piire geograafilises piirkonnas lähestikku paiknevate organisatsioonide puhul nii, et ringsus selle süsteemi sees oleks mõõdetav ning tulemused kasutatavad piirkonna jätkusuutlikkuse hindamisel kestlikkuse põhimõtetest lähtuvalt, näiteks kinnisvaraarenduste kavandamisel ja finantseerimisel.

Organisatsiooni ja väärtusahela transformatsioon seisneb ringsuse saavutamist toetavate tegevuste tulemuslikkust väljendavate võtmeindikaatorite määramises, monitoorimises ja hindamises. Harmoniseeritud lahendused on siiani puudunud ning erinevad audiitor- ja konsultatsioonifirmad on oma klientide jaoks välja töötanud erinevad ringsuse meetrika lahendused.

World Economic Forum'i poolt 2018 a. loodud globaalne ringmajanduse edendamise koostööplatvorm **PACE (Platform of Accelerating Circular Economy)** pakub organisatsiooni ringsuse mõõtmise meetrikat, mis põhineb ulatuslikul olemasolevate indikaatorite analüüsil, lähtub ÜRO jätkusuutliku arengu eesmärkidest ning soovitab valitsustel, finantsasutustel ning äri sektoril kasutada erinevat meetrikat [63]. PACE raportis ringmajanduse eesmärkide seadmisest organisatsiooni tasandil [64] rõhutatakse, et ringsuse võtmeindikaatorite määramine on transformatsiooni monitoorimise alus. Erinevates valdkondades tuleb aga valida erinevate indikaatorite vahel, mistõttu võtmeindikaatorite leidmine on suur väljakutse. Raport toob ka välja, et kuivõrd CSRD [65] annab ettevõtetele aluse laiapindselt mõõta oma keskkonnavalaste,

sotsiaalsete ja juhtimisotsuste mõjusid (ESG mõjusid), siis võiksid ringmajanduse võtmeindikaatorid olla seotud ESG indikaatorite võrgustikuga [64].

Oma klientide vajadustest lähtuvalt on mitmed konsultatsiooniettevõtted välja töötanud ka ringse transformatsiooni indikaatorid. Sellised on näiteks World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) poolt välja töötatud indikaatorid [66]. Neid kasutab ka nn suur nelik (E&Y, KPMG, PWC, Deloitte), pakkudes **ringsuse mõõtmise CTI tööriista**. See võimaldab ettevõtetel mõõta oma mõju kliimale ning elukeskkonnale, pakkuda investoritele informatsiooni ning tegeleda oma tegevuste ringsuse määra suurendamisega. Aastalitsentsi maksumus 20 materjalivoo hindamisele on suurusjärgus 12 500 eurot ning 50 materjalivoo hindamisele suurusjärgus 27 500 eur ning ei ole teada, kui palju ettevõtteid peavad CTI tööriista kasutamist vajalikuks.

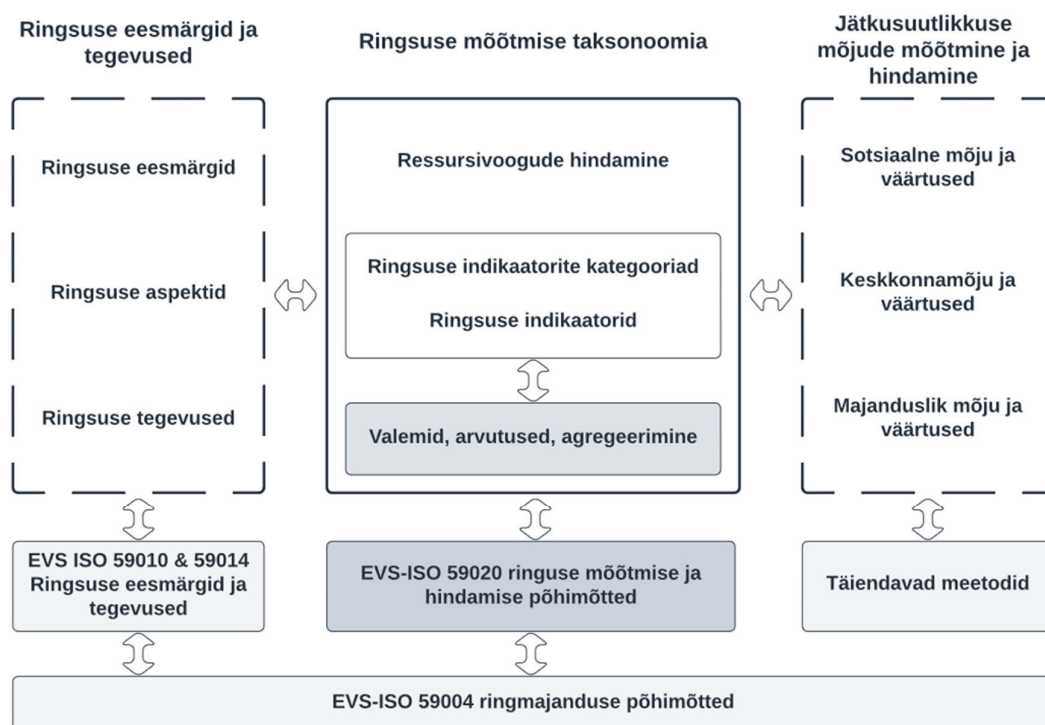
CTI tööriista metoodika põhineb ettevõtte süsteemi piire ületavate ringsete ja lineaarsete materjalivoogude hindamisel kolmes sekkumispunktis – sissevoog (kui ringsed on materjalid, tooted ning komponendid); väljavoo taastuspotentsiaal ehk toote disainis materjalide, toodete ja komponentide taaskasutamise potentsiaal (ringdisain) ning tegelik taastatud väljavool [67]. Hindamisraamistik koosneb aga neljast moodulist: tsükli sulgemine (oma materjalivoogude tsükli sulgemise efektiivsus); tsükli optimeerimine (kriitiliste materjalide osakaal, ressursikasutuse efektiivsus ning lisandväärtuse strateegiad); tsükli väärtus (ringsetest materjalivoogudest tulenev tsükli lisandväärtus) ning tsükli mõju moodul (ettevõtte tegeliku ringsuse ning 100% ringsuse vahe) [67].

Kolmanda ringsuse mõõtmise kommertsalustel loodud platvormina tuleb välja tuua EllenMcArthur Foundation poolt välja töötatud ringmajanduse indikaatorite raamistik **Circulytics**. Ka selle väljatöötamise üheks eesmärgiks oli luua tööriist, mis on oluline infoallikas üheaegselt nii ettevõtetele kui investoritele. Tänapäeval on Circulytics uute litsentside väljastamise aga lõpetanud ning soovib kasutada CSRD-st lähtuvat standardit ESRS E5 [68].

Kokkuvõttes on Euroopa Liidus tulenevalt roheleppega seatud ringmajanduse ning kliimaneutraalsuse eesmärkidest lähtuvalt üldjuhul vaja kasutada rahvusvaheliste ringmajanduse standarditega harmoniseeritud mõisteid ja meetrikat. Investoritele ning huvigruppidele mõeldud informatsioonis tuleb aga lähtuda kestlikkusaruandluse standardiga ESRS 5 antud raamistikust. Olenevalt tegevusalast tuleb lisaks kasutada sektorispetsiifilist metoodikat. Ohtlikud ained ei ole ringlussevõetavad ning nendega

seotud toodete puhul tuleb kasutada nn SSDB metoodikat (ingl k *Safe and Sustainable by Design*) ja selle rakendamiseks loodud tööriista [69], [70].

Ringmajanduse standardite kohaselt tuleb ringsuse hindamisel lähtuda ringsuse mõõtmise taksonoomiast, mis määratleb analüüsitava süsteemi piire ületavate ressursside sisse- ja väljavoogude, varude ning kadude jaoks ringsuse indikaatorid. Hindamise mõjuala (skoop) tuleneb ringsuse eesmärgi, aspektide ning tegevuste identifitseerimisest, vaata ka joonis 3.6. Jätkusuutlikkusest tulenevate mõjude mõõtmisel ja hindamisel tuleks lähtuda küll ringsuse taksonoomiast, kuid kasutada täiendavaid meetodeid, nagu näiteks kestlikkuse rahvusvahelised standardid.



Joonis 3.6. Ringsuse mõõtmise taksonoomia ning vastastikused mõjud ringmajanduses [30, joonis 7].

Standard 59020 pakub indikaatoritena viis kategooriat: ressursside sissevoog, ressursside väljavoog, energia, vesi, majanduslikud indikaatorid ning need on kasutatavad kõigil majandussüsteemi tasanditel – nii regionaalsel tasemel, organisatsiooni ning organisatsioonisevahelisel tasandil kui ka toote tasandil. Milliseid konkreetseid indikaatoreid ühes või teises kategoorias kasutatakse, sõltub aga valitud ringsuse eesmärgist ning tegevusest, vaata ka joonis 3.5 ja peatükk 3.2.1. Näiteks kui ringsuse eesmärgiks on valitud väärtuse taastamine, siis tuleb ressursside sissevoos seada ringlussevõetud materjali osakaalu mõõdetav eesmärk; energiakasutuses seada

taastuenergia osakaalu mõõdetav eesmärk ning veekasutuse osas seada vee taaskasutamise mõõdetav eesmärk. Kui ringsuse eesmärgiks on aga valitud väärtuse säilitamine, siis tuleb ressursside sissevoos seada korduskasutatud materjali osakaalu mõõdetav eesmärk; majanduse osas seada ressursikasutuse intensiivsuse mõõdetav eesmärk ning ressursside väljavoos seada korduskasutatud materjalide mõõdetav eesmärk [30, tabel 1 ja 2].

Kinnisvaraarenduses on kuni viimase ajani valdav olnud ehitustoodete ning arendustes kasutatavate lahenduste ringsuse analüüsid [71]. Ringmajanduse paradigma kasutamist kinnisvaraarenduses laiemalt on analüüsinud Jacob, Nandra ja Gupta, kes jõudsid järeldusele, et ringmajanduse põhimõtete rakendamist kinnisvaraarendajate ning ehitajate majanduslike näitajate parandamise eesmärgil tuleks vähendada ning suurendada ressursikasutuse efekti mõjudega arvestamist [72]. Huvigruppide kaasamist kinnisvaraarenduse väärtusvõrgustiku loomisel analüüsinud Haase, Bernegger, Meslec jõudsid järeldusele, et kõik osapooled on huvitatud võimalikult laiaast kaasamisest [73]. Shveitsi kinnisvaraturu näitel on Meslec ja Haase näidanud, et toimumas on transformatiivne nihe ringmajanduse põhimõtete integreerimise suunas [74]. Ringmajandust kinnisvaraarenduses on analüüsinud Gupta ja Tiwari ning välja toonud, et senine lineaarse mudeli kasutamine (võta-kasuta-müü-kõrvalda) on viinud praeguse olukorrani, kus ehitised tarbivad 35% globaalsest energiast ning annavad 38% CO₂ koguemissioonist, kuid lahendusena on analüüsinud ainult jäätmekäitlusest tulenevaid võimalusi [75]. Peirani ja Cachard on analüüsinud takistusi, mis ringmajanduse rakendamisel kinnisvaraarenduses tekivad, jõudes järeldusele, et põhilised on käitumuslikud takistused – keskkonnaaspekte peetakse küll oluliseks kuid otsustajatele tuleb veel tõestada, et väärtusahelasse integreeritud ringmajandusega luuakse pikaajaline väärtus [76].

3.2.3 Ringsuse indikaatorid

Mõõdetavaid eesmärke seatakse ringsuse indikaatorite abil. Ringsuse indikaator on ringsuse aspekti mõõdik, mis on defineeritud järgmiselt:

- ringsuse aspekt – ettevõtte tegevuste see lahendus, mis seostub ringmajandusega;
- süsteemi tase – regionaalne, organisatsioonidevaheline, organisatsioon või toode;
- mõõtühik - kvantitatiivne või kvalitatiivne;
- nõuded andmetele, mida süsteemi omaduste mõõtmiseks on vaja;
- arvutamine ehk agregeerimine [31].

Indikaatoreid on kolme tüüpi – kategooriatega seotud kohustuslikud (6 A-indikaatorit) ja valitavad indikaatorid (7 A-indikaatorit ning B-indikaatorid); ressursivoogude mõjude mõõtmist ja hindamist toetavad täiendavad indikaatorid (C-indikaatorid) ning jätkusuutlikkusega seotud mõjude mõõtmist ja hindamist toetavad täiendavad indikaatorid (D-indikaatorid), vaata ka joonis 3.7.

Ressursside sissevoog	A 2.2 korduskasutatud materjali keskmine määr	C: standarditele ISO 14001; 14051; 14071; 14040; 14044; 14067; 14046; 14045; 15686-5; 17029; 20915 vastav mõjude mõõtmine ja hindamine
	A 2.3 ringlussevõetud materjali keskmine määr	
	A 2.4 taastuva materjali keskmine määr	
	B ressursikasutuse vähendamise spetsifitseerimata mõõdik	
Ressursside väljavoo	A 3.2 toote/materjali kasutusaeg sektori keskmise suhtes	C: rahvusvahelised juhised ja meetodid S-LCA; LCSA
	A 3.3 tegelikult korduskasutatud sisu	
	A 3.4 tegelik ringlussevõtu määr	C: regionaalsed juhised ja meetodid EW-MFA
	A 3.5 tegelikult toimuva bioloogilise tsükli määr	
	B 3.2 väljavoo plaanitud korduskasutuse %	C: materjalimaduste spetsifikatsioonid ja ASTM standardid
	B 3.3 väljavoo plaanitud ringlussevõtu %	
Energia	A 4.2 kasutatud taastuvenergia keskmine määr	D: SDG 3: tervis ja heaolu
	B 4.2 taaskasutatud energia % ressursside väljavoo	
	B 4.3 energiatensiivsus	D: SDG 6: puhas vesi ja hügieen
Vesi	A 5.2 ringsetest allikatest saadud veekasutuse määr	D: SDG 7: kättesaadav ja puhas energia
	A 5.3 kanalisatsiooni suunatud kvaliteetse vee määr	
	A 5.4 vee korduskasutuse määr	D: SDG 8: korralik töö ja majanduskasv
	B 5.2 jääkveest toainete eraldamine enne kanalisatsiooni	
	B 5.3 veekasutuse intensiivsus	D: SDG 11: jätkusuutlikud linnad ja kogukonnad
Majandus	A 6.2 materjali tootlikkus	D: SDG 13: kliimategevused
	A 6.3 ressursikasutuse intensiivsus	
	B 6.3 lisanduv puhaskasutus	D: SDG 14: elu vees
	B 6.4 väärtus ressursi massiühiku kohta	
	B 6.5 ressursitootlikkus	D: SDG 15: elu maismaal
	B 6.6 negatiivsete mõjude kõrvaldamise maksumus	

Kohustuslik indikaator

Ressursivoogude täiendav indikaator

Valikuline indikaator

Jätkusuutlikkuse täiendav indikaator

Joonis 3.7. Indikaatorite kategooriad ning indikaatorid standardis 59020 [31].

Indikaatorite konkreetne valik sõltub ringsust toetava lahenduse eesmärgist ning see tuleneb omakorda ettevõtte ärimudeli transformatsiooni eesmärgist ehk ettevõtte seatud ringsuse eesmärgist.

3.3 Kestlikkuse standardid

Seoses äriühingute kestlikkuse aruandluse direktiivist [65], kestlikkuse hoolsuskohustuse direktiivist [77] ning taksonoomia määrusest [78] tulenevate nõuetega, on ettevõtetel tekkimas kohustus oma tarneahelas üle vaadata ringmajanduse põhimõtete rakendamise hetkeseis ning võtta endale konkreetsed ja mõõdetavad ringmajanduse rakendamise eesmärgid [79]. Ringmajanduse strateegiate rakendamine on saamas ka vastutustundliku ettevõtluse üheks kõige olulisemaks osaks [80]. Seega on vaja teada, milliseid ringmajanduse mõõdikuid saab kasutada üheaegselt nii ettevõtte kui tarneahela ringmajandusliku sisu ja potentsiaali mõõtmisel. Arana-Landin jt on analüüsinud standardi 59004 tuginemist Prantsusmaa vabatahtlikule standardile XP-X30 901, baseeruvalt seda kasutanud ettevõtete tulemustel ning näidanud, et peamiseks ringmajanduse võimaldajaks on ettevõtte juhtimissüsteem [81]. Suurbritannias kasutatava ringmajanduse standardi [13] kriitikud on rõhutanud, et standard põhineb küll süsteemse lähenemise ja tööstusökoloogia põhimõtetel kuid on nõrgalt seotud olemasolevate kvantitatiivse hindamise meetoditega. Probleemi lahenduseks võiks seejuures olla materjalivoogude analüüsi indikaatorite kasutamine ka ringmajanduse mõõtmisel [82]. Kasutatavate materjalide kaalu ja mahu ning sekundaarse materjali osakaalu monitoorimist põhinebki ringsuse mõõtmine vastavalt rahvusvahelistele jätkusuutlikkuse standarditele (GRI standarditele) [83].

Tänaseks on GRI standardite asemele tulnud aga ettevõtete kestlikkusaruandluse standardid (ESG standardid). Neist on ressursikasutuse ja ringmajandusega seotud 5 teemapõhist standardit:

- ESRS E1 Kliimamuutused, mis adresseerib KHG emissiooni ja energiatarbimises kasutatavaid ressursse;
- ESRS E2 Reostus, mis adresseerib emissioone vette, õhku ja mulda ning ohtlikke aineid (*substances of concern*);
- ESRS E3 Vee- ja mereressursid, mis adresseerib veekasutust;
- ESRS E4 Bioloogiline mitmekesisus ja ökosüsteemid, mis adresseerib liike, ökosüsteeme ja tooraineid;

- ESRS E5 Ressursikasutus ja ringmajandus, mis adresseerib otsest ressursikasutust [8].

3.3.1 Ressursikasutuse ja ringmajanduse teemapõhine standard

Ettevõtte ärimudeliga otseselt seotud ringmajandusliku väärtusloome analüüsimise, iseloomustamise, eesmärgistamise ning monitoorimise põhimõtted on koondatud teemapõhisesse standardisse ESRS E5. Selle lähtekoht on üldstandardist ESRS 2 tulenev mõjude, riskide ja võimaluste juhtimisele suunatud avalikustamise nõue IRO-1 – Protsesside kirjeldamine eesmärgiga identifitseerida ja hinnata materiaalse ressursside kasutamise ja ringmajandusega seotud mõjusid, riske ning võimalusi. Teemapõhise ESRS E5 standardi kohaselt kuuluvad avalikustamisele kuus indikaatorit, millega seotud andmeid peab ettevõtte oma allavoolu ja ülesvoolu väärtusahelates monitoorima ja avalikustama.

Indikaator E5-1 – ressursikasutuse ja ringmajanduse avalikustamise nõue käsitleb jäätmehierarhia vastavust ning jäätmetekke vähendamisele suunatud strateegiad. Seejuures tuleb ressursikasutuse juhtimise R-tegevuste redelil jäätmetevõtmise lakkamisele suunatud lahendused (*ingl k Refuse, Rethink, Reduce, Reuse, Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose*) prioritseerida jäätmekäitlusele suunatud lahenduste (*Recycle*) ees, vaata peatükk 3.1.4. Strateegialoome alusena soovitatakse kasutada kestliku finantseerimise platvormil kasutatavat ringmajanduse kategooriate süsteemi [84].

Indikaator E5-2 – ressursikasutuse ja ringmajandusega seotud tegevuste avalikustamise nõue on suunatud toodete ja materjalide ringluse suurendamisega seotud mõjudele. Seejuures tuleb kirjeldada nii otseselt ringmajandusse panustavaid tegevusi kui ka huvigruppidega koostöös tehtavaid tegevusi, samuti nende rolli finantseerimist taotlevas projektis.

Indikaator E5-3 – ressursikasutuse ja ringmajanduse eesmärkide avalikustamise nõue määratleb, et ettevõtte peab seadma ka kohalike ökoloogiliste künnistega seotud eesmärgid. Alusena tuleb kasutada kas SBTN (*ingl k Science-Based Targets Initiative for Nature*) metoodikat [85] või ükskõik millist muud metoodikat, mis võimaldab seada teaduslikult põhjendatud eesmärgid, soovituslikult ettevõtte-spetsiifiliselt. Need tuleb prioritseerida absoluutväärtuses ning fookusega esmaste loodusressursside kasutamise poolt bioloogilisele mitmekesisusele avaldatavalt mõjule.

Indikaator E5-4 – ressursside sissevoo eesmärkide avalikustamise nõue käsitleb kõiki kasutatavaid materjale, sh nii tootmises ja teenuste osutamises, pakendamises ja logistikas, tootmisvahendites kui hoonetes. Võtmetähtsusega väärtusahelateks loetakse seejuures Euroopa Liidu ringmajanduse tegevuskava fookuses olevate ressursimahukate sektoritega seotud väärtusahelad, milleks on tekstiil, ehitus, elektroonika ja plastid ning neile lisaks akud ja sõidukid, toit, vesi ja toitaineid.

Indikaator E5-5 – ressursside väljavoo eesmärkide avalikustamise nõue käsitleb kõiki tootmisprotsessist tekkivaid ning turule toodavaid materjale ja tooteid, sh pakendid. Soovituslik on lähtuda EL jäätmete nimistust [86] ning EL jäätmedirektiivist [87].

Indikaator E5-6 – ressursikasutuse ja ringmajandusega seotud majanduslike mõjude, riskide ja võimaluste avalikustamise nõude kohaselt peaks ettevõtte kirjeldama seda, kuidas ärimudel toetab ressursside väärtuse säilitamist, lisama ka seotud toodetest ning teenustest tulenevad riskid ning kvantifitseerima materjalikasutuse juhtimise finantsefektid rahalises väärtuses.

Kestlikkusaruandluse ressursikasutuse ja ringmajanduse standardiga määratletud indikaatoreid tuleks kasutada ka ärimudeli ringsuse saavutamiseks vajalike tegevustega seotud mõjude, riskide ning võimaluste hindamisel. Standardi otseseks sihtgrupiks on küll ressursimahukad ettevõtted kuid tegemist on väärtusahela (mitte tarneahela) indikaatoritega. Seetõttu laieneb standardi ESRS E5 kasutamise vajadus kahtlemata ka kõigile ressursimahukate tootmiste väärtusahelates olevatele huvigruppidele nagu näiteks kinnisvaraarendajad.

Teine kinnisvararendajate väärtusahelas oluline kestlikkusaruandluse standard on ESRS E1 Kliimamuutused kuivõrd ehitussektoris on eesmärgiks võetud liikumine jätkusuutlike ehituste suunas, sh ehitiste kasvuhoonegaaside emissiooni vähendamine, vaata peatükk 3.1.3.

3.3.2 Kliimamuutuste teemapõhine standard

Kestlikkusaruandluse teemapõhine standard ESRS E1 määratleb need avalikustamise nõuded, mille abil ettevõtte kirjeldab oma kliimamuutustega seonduvaid tegevusi. Selle lähtekoht on üldstandardist ESRS 2 tulenev juhtimistasandi andmete avalikustamise

nõue GOV-3 – Jätkusuutlikkuse tulemuslikkuse integreerimine finantsinstrumentidega. Kliimamuutuste standardiga hinnatakse juhtimistasandi efektiivsust avalikustamise nõudega E1-4 - Kliimamuutuste leevendamise ja kliimamuutustega kohanemise eesmärgid, võetud kasvuhoonegaaside emissiooni vähendamise eesmärgi saavutamisel.

Seega peab ettevõtte osana kestlikkuse strateegiast seadma kliimamuutuste leevendamise ja kliimamuutustega kohanemise strateegilised eesmärgid, planeerima nende saavutamiseks vajalikud tegevused, monitoorima edenemist ning avalikustama asjakohased andmed. Prioriteetseks ning absoluutväärtuses väljendatavaks eesmärgiks on kasvuhoonegaaside emissiooni vähendamine kõigis kolmes mõjualas. Otsustama peab baasaasta, mõõtma ja avalikustama baasaasta andmed ning võtma eesmärgid vähemalt kuni aastani 2030 aga võimalusel ka kuni aastani 2050.

Kestlikkusaruandluse kliimamuutuste standard eeldab kasvuhoonegaaside vähendamisele suunatud tegevusi kõigis kolmes mõjualas ning see on rakendatav organisatsioonides aga mitte väärtusahelas. Kinnisvaraarendaja organisatsioonina on sisuliselt kontor, st arendaja enda kasvuhoonegaaside emissiooni vähendamise eesmärgi võib küll seada kuid prioritiseerida tuleb olulise mõjuga väärtusahela sektor, milleks kinnisvaraarendaja puhul on tema toode/teenus ehk kinnisvaraarendus. Lisaks peaks kinnisvaraarendaja aga teadma kliimakindluse hindamise metoodikat ning oma toote/teenuse jätkusuutlikkuse tõendamisel välja tooma arenduse mõjud kliimakindluse tagamise protsessi mõlemas sambas ehk nii kliimamuutuste leevendamisel kui kliimamuutustega kohanemisel.

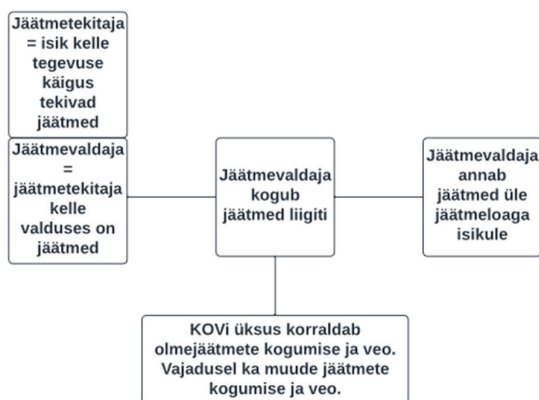
3.4 Ringmajanduse seadusandlik raamistik Eestis

Ringmajandusele ülemineku seadusandlik raamistik Eestis on Jäätmeseadus [88]. Selle raamdirektiiv on (EL) 2018/851 ehk jäätmedirektiiv [87]. Ringmajandusele ülemineku eesmärk ei ole aga jäätmekäitluse parendamine vaid esmaste ressurside kasutamise vähendamiseks vajaliku kvaliteedilt esmaste ressurssidega vähemalt samaväärsete kasutatud ressursside materjalituru loomine. Jäätmedirektiivist lähtuv Jäätmeseadus on suunatud jäätmete korduskasutuseks ettevalmistamisele, mistõttu tegemist on ringmajandust võimaldava seadusandliku raamistikuga. Ringmajandusele üleminekuks on aga vaja transformatsiooni ka juhtida, mistõttu on EL ootused liikmesriikidele seotud EL ringmajanduse tegevuskavast lähtuvate määruste ja direktiivide rakendamisega

[18], [89]. Töö koostamise hetkel on selles nn ringmajanduse pakettis, jõustunud kolm määrust – ESRP [2], pakendite ja pakendijäätmete määrus (PPWR) [90] ning ehitustoodete määrus [3]. ESRP sätestab toote digipassi nõuded ning ehitustoodete määrus sätestab toote digipassi loomise ja kasutamise nõuded ehitus- ja kinnisvarasektoris. Jäätmeseadus on aga mõeldud ainult PPWR-ga seatud nõuete täitmiseks.

Seetõttu on Eesti mahajäämus ringmajanduse põhimõtete rakendamisel eriti tuntav just ehitustoodetega seotud ehitus- ja kinnisvaravaldkonnas. Juurdunud on arusaamine, et kinnisvaraarenduse kestlikkus seisneb madalsüsinikuehituse põhimõtete rakendamises ning ringmajandus seisneb hoonete rekonstrueerimises ning ehitusjäätmete käitlemises. Eesmärgiks ei ole seega mitte arenduse kui ärimudeli transformatsioon lineaarselt ringseks vaid EPBD-st [4] tulenevate nõuete administreerimine ning ehitistega seotud ruumiloome.

Kõige olulisem probleem Jäätmeseaduse kasutamisel ringmajandusele ülemineku raamseadusena, on seotud omandisuhtega. Vastavalt Jäätmeseaduse § 2 (1) on jäätmed mis tahes vallasasi, mille valdaja on ära visanud, kavatseb seda teha või on kohustatud seda tegema. Vastavalt Jäätmeseaduse § 2¹ (1) lakkavad jäätmed olemast jäätmed, kui need on läbinud ringlussevõtu või muu taaskasutamistoimingu. Vastavalt Jäätmeseaduse § 2¹ (4) peab jäätmete lakkamiseks vajaliku taaskasutustoimingu tegemiseks olema keskkonnakaitaseluba ja jäätmekäitleja registreering. Seega on Eestis taaskasutustoiminguid võimalik teha ainult keskkonnakaitseloaga isikutel, vaata ka joonis 3.8. Ringmajanduse standardikohaseid põhimõtteid saab aga rakendada ainult ressursside omanik ning Jäätmeseadus sätestab, et jäätmete omanduse peab üle andma jäätmeloaga isikutele. Sellest tulenevalt sõltub Eestis ringmajandusele üleminek jäätmeloaga isikute ärimudelitest.



Joonis 3.8. Jäätmeseadusega sätestatud jäätmetel omandisuhe.

Vastavalt Jäätmeseadusele peavad jäätmeloaga isikud läbi viima jäätmete väärimiseks tehtavad toimingud, milleks Jäätmeseaduse § 15 kohaselt on jäätmete materjalina taaskasutusse võtmise taaskasutamistoiming, mis hõlmab muu hulgas korduskasutuseks ettevalmistamist, ringlussevõttu ja tagasitäidet. Nende toimingute tulemuseks sätestatakse jäätmetekke lakkamine ehk asja tavapärase kasutamine (§ 2¹ lg 1). Lisaks on oluline, et Jäätmeseaduse § 15 lõikele 1¹ ei loeta jäätmete materjalina taaskasutusse võtmiseks materjalide energiakasutust ega töötlemist materjalideks, mida kasutatakse kütusena või muul viisil energia tootmiseks.

Ringmajandusele ülemineku (transformatsiooni) eelduseks on, et toote, organisatsiooni või väärtusvõrgustiku tasemel on võimalik kasutada juhtimiseks vajalikke mõõdikuid, sh mõõta korduskasutatud ning ringlussevõetud materjalide osakaalu ressurside sisse- ja väljavoogudes ning taaskasutatud energia osakaalu energia väljavoos. Jäätmeseadusest lähtuv Eesti seadusandlik raamistik sätestab aga ainult jäätmete liigiti kogumise, jäätmeveo korraldamise ning jäätmete taaskasutamistoimingud. Need on kasutatud ressurside materjalituru tekke olulised eeldused. Nendes valdkondades aga, kus kasutatud ressurside materjaliturg on EL ülestest regulatsioonidega juba käivitunud, näiteks ehitus- ja kinnisvaravaldkonnas, üksnes eeldustega tegelemisest enam ei piisa. Lisaks on oluline, et standardikohasel lähenemisel ringmajandusele ei saa välistada jäätmete energiakasutust. Vastupidi – nii energia kui vesi loetakse ressursideks ning ka nende ringlussevõtt kasutatud ressursina tuleb kvantifitseerida.

3.5 Mõisteruumi analüüsi kokkuvõte

Mõisteruumi ning standardite analüüsi tulemusena saime ülevaate ringsuse mõõtmise põhimõtetest ning indikaatoritest. Tulemus kinnitab hüpoteesi, et ringmajandusele ülemineku juhtimiseks on vaja ringsust mõõta ning seda tuleb teha ringmajanduse standarditega rahvusvaheliselt kokku lepitud indikaatorite abil. Ainult sellisel juhul on võimalik keskkonnanäppide hindamisel arvestada ka ressursikasutuse mõjudega. Ringmajanduse standarditega pakutavaid indikaatoreid on hetkel aga võimalik kasutada ainult toote tasandil, kus on olemas selleks vajalik seadusandlik raamistik. Organisatsioonide ning organisatsioonidevahelisel tasandil on võimalik küll teha ringmajandusele ülemineku väärtuspõhiseid otsuseid ning valida välja ülemineku juhtimiseks vajalikud ringsuse indikaatorid. Nende kasutamine on aga võimalik ainult riikides, kus on olemas ringmajandusele üleminekut toetav seadusandlik raamistik. Eestis tuleb lähtuda Jäätmeseadusest arvestamata, et see reguleerib ainult jäätmete

taaskasutustoiminguid. Ringmajandusele ülemineku juhtimiseks on aga vaja juurdepääsu nende toimingute tulemusele.

Järgnevates peatükkides analüüsitakse ringmajanduse rakendamist Eesti kinnisvaraarenduse ja ehitussektoris. Kestlikkuse ning ringmajanduse põhimõtete üheaegseks rakendamiseks luuakse kinnisvaraarenduse ringsuse mõõtmist võimaldav ringse küla mudel. Lisaks uuritakse juhtumiuuringuga ehitiste keskkonnamõju arvestamisel Eestis tekkivaid takistusi.

4. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

Ringmajanduse alaste uuringute temaatika on viimastel aastatel märkimisväärselt laienenud [91]. Seejuures on ringmajandusele üleminekut toetavate poliitikameetmete ning äristrateegiate kujundamise ja tõenduspõhiste jätkusuutlike lahenduste prioritseerimise oluliseks osaks saanud toodete ja teenuste ringsuse kvantifitseerimine [92]. Basile, Petacca ja Vana [93] on ringsuse kvantifitseerimisest ja olulusringi hindamisel koostatud kirjanduse ülevaate tulemusena jõudnud järeldusele, et ringsusest on saanud ressurside säästva haldamise ja äritegevuse pöördeline kontseptsioon. Ehitussektori ringsuse kvantifitseerimise osas puudub aga konsensus ning lahendusena on välja pakutud ladustamise ringsuse indikaatori kasutamist, sest see võimaldab ühendada jäätmete ladustamise, jäätmevarud ning ringmajanduse mudelid [94]. Kazmi ja Chakraborty [95] on kirjanduse põhjal identifitseerinud 144 ehitussektori ringsuse hindamiseks kasutatavat parameetrit ja indikaatorit, millest on erinevate ekspertküsitluste alusel välja sõelunud 78 ehitussektoris sobivat ringsuse hindamise indikaatorit. Dufrasnes, Eich ja Angyal [96] on samuti kirjanduse ülevaate ning intervjuude põhjal välja pakkunud, et ehituse ringsuse hindamisel saab kasutada 10 võtmeindikaatorit, ning koostanud neist 5 põhjal ka ringsuse hindamise digitaalse tööriista.

Pristera, Sanye-Mengual, Wierzgala ja Sala [97] on ringsuse indikaatoreid testinud EL elamuehituses ning jõudnud järeldusele, et EL initsiatiivid on suunatud operatiivse energiakasutuse moodulile ja ringsete praktikate rakendamisele; välja on töötatud mitmeid mudeleid kuid võtmeparametrite sensitiivsuse osas on teadmust veel vähe. Hasibuan jt [98] on analüüsinud ehitus- ja lammutusjäätmete lakkamise, taaskasutuse ning ringlussevõtu integreerimist olulusringi arvutamise, BIM-modelleerimise ja ehitus- ning lammutusjäätmete käitlemisega ning jõudnud samuti järeldusele, et ehitussektoris ringsuse rakendamine nõuab senisest enam interdistsiplinaarset lähenemist, regulatiivseid initsiatiive ning ettevõtete kaasatust. Purvis, Calzolari ja Genovese [99] on katsetanud ringmajandusele õiglase ülemineku indikaatorite võrgustiku loomist tarneahela tasemel ning näidanud, et sobivate indikaatorite osas konsensus leidmine on väga suur väljakutse, eriti mis puudutab ülemineku dünaamika möötmist. Khadim, Agliata, Thaheem ja Mallo [100] on eesmärgiga leida ringsuse hindamisele standardiseeritud lahendus, välja töötanud WBCI indikaatori (*Whole Building Circularity Indicator*), millega saab iga hoone kohta arvutada välja tulemuse skaalal 0 (täiesti lineaarne) kuni 1 (täiesti ringne).

Bränström ja Saidani leidsid [101] ringsuse meetrika ja olelusringi võrdluse alusel läbi viidud uuringus ringmajanduse strateegiate kohta, et materjalipõhise ringsuse meetrika integreerimiseks ringmajanduse praktikatesse on vaja selle kohta rohkem teada. Wu, Ye ja Cui on välja toonud [102], et ehitussektoris teiseste materjalide kasutamise trendide, hetkeseisu ning uuringute tuleviku analüüs põhjal võib järeldada, et kui uurimistööde senine fookus on olnud ehitussektori süsinikujalajälje vähendamise tehnilistel aspektidel, siis tulevikus on kõige olulisemateks uurimisteemadeks olelusringi hindamine; biopõhised materjalid; betooni, asfaldi ning taristu taaskasutamine; ehitus- ja lammutusjäätmed ning komposiitmaterjalide keskkonnamõju.

5. RINGNE KÜLA

Eesmärgiga analüüsida ringsuse indikaatorite valikut ehitus- ja kinnisvaravaldkonnas, koostasime ringse küla mudeli. Ringmajanduse põhimõtteid järgiv kinnisvaraarendus peab:

- lähtuma süsteemse mõtlemise, väärtusloome, väärtuse jagamise, ressursside juhtimise, ressursside jälgitavuse ja ökosüsteemi säilenõtkuse põhimõtetest (ringmajanduse 6 põhimõtet);
- olema suunatud ringse väärtusahela loomisele;
- võimaldama määratleda ringmajandusele ülemineku eesmärgist lähtuvaid mõõdetavaid tegevusi.

Kinnisvaraarendaja ringne majandusmudel on tema väärtuspakkumine inimesele, kelle elukeskkonnaks arendus saab. Lineaarse majandusmudeli põhimõtetel tehtud arenduses domineerib asukoht ning keskkonnale ei pöörata tähelepanu rohkem kui on vaja ehitustehniliselt ning haljastuse jaoks. Ringne majandusmudel hõlmab aga kogu väärtuspakkumise, sh nii transpordi, ehitamise kui kasutamise seisukohalt. Näiteks maja asukoht tähendab ka seda, kas transporti on võimalik korraldada optimaalselt, kas kiired ühendused magistraalidega on võimalikud, kuidas on ilmakaarte suhtes võimalik ehitisi paigutada, milline on ümbritsev loodus ja liigiline mitmekesisus. Ringse küla väärtuspakkumine on kinnisvaraarendaja juhtimisotsus, mis tuleneb tema visioonist luua jätkusuutlik elukeskkond. Ringmajanduse põhimõtetele tuginemine on aga jätkusuutlikkuse alus.

5.1 Väärtuspakkumine

Elamumessi väärtuspakkumine on seatud arendaja AS EGCC juhtimisotsusega välja töötada unikaalne elamuarenduse kontseptsioon, mis:

- on süsinikuneutraalse kinnisvaraarenduse pilootprojekt;
- toob kokku arhitektid, uued tehnoloogiad, kinnisvara- ja tootearendajad, et tutvustada kaasaegseid tehnoloogiaid koos keskkonnasõbralike ehitusmaterjalidega;
- rakendab valitud unikaalseid tehnoloogiaid, mida nende uudsusest tulenevalt Eestis veel ei ole kasutatud.

Seega on arendaja sõnastatud Elamumessi väärtuspakkumine:

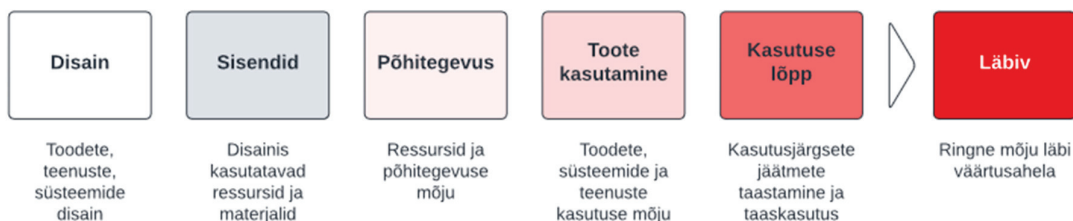
- süsinikuneutraalne elukeskkond;
- maastikku ja loodust rikastav arhitektuur;
- kaasaegsed tehnoloogiad;
- keskkonnasõbralikud ehitusmaterjalid.

Lineaarse kinnisvaraarenduse transformatsioon ringseks kinnisvaraarenduseks lähtub arendaja väärtuspakkumisest ja hõlmab nii ehitised (toote tasand), arendaja ärimudeli (organisatsiooni tasand) kui ka arenduse (organisatsioonidevaheline tasand) transformatsiooni. Ringmajanduse standardite kohaselt koosneb lineaarselt ringmajandusele üleminek viiest elemendist, vaata peatükk 3.2.1, ning nendele elementidele tuginev ka ringse küla mudlei loomisel.

5.2 Toote disaini väärtusahel

Kinnisvaraarenduses tehtud jätkusuutlikkuse ja ringsuse tagamise väärtuspõhiste otsuste eesmärgistamisel ja mõõtmisel tuleks kasutada toote disaini väärtusahelal põhinevat lähenemist. See on ainus hetkel kasutusel olev lähenemine, mis võimaldab seada ressursikasutuse vähendamisele suunatud eesmäärke igas väärtusahela lülis ja seeläbi juhtida nii toote kui organisatsiooni tarneahelaid ringsuse ning kestlikkuse ühtses väärtusahelas.

Toote disaini väärtusahela kontseptsiooni on välja pakkunud World Economics Forum'i poolt 2018 a. loodud globaalne ringmajanduse edendamise koostööplatvorm PACE [103]. Kontseptsiooni kohaselt on toote disaini väärtusahel struktureeritud 6 mõjude gruppi, milleks on disainist, sisenditest, põhitegevusest, toote kasutamisest ja kasutusjärgsest etapist tulenevad mõjud ning läbiv mõju, vaata ka joonis 5.1.



Joonis 5.1. Mõjude grupid ringsuse eesmärgi seadmise väärtusahelas [103].

PACE poolt välja pakutud tootedisaini väärtusahela kontseptsiooni eesmärk oli pakkuda ringmajandusele ülemineku juhtimiseks vajalikke kvantitatiivseid eesmärke. Samas puudus selle väljatöötamise ajal (2022 a) veel kokkulepe ringse ärimudeli definitsiooni osas [103]. Ringmajanduse standarditega on see põhimõtteline kokkulepe tänaseks tehtud, mistõttu tootedisaini väärtusahela kontseptsiooni on võimalik kasutada ka ringse küla mudeli loomisel. Selleks sõnastame toote disaini väärtusahela struktuuri ja läbivad mõjud kinnisvaraarenduses järgnevalt.

Kavand ehk kinnisvaraarenduse kontseptsioon on ringne küla, mis on defineeritud arendaja väärtuspakkumise eesmärkidega ning kinnisvaraarenduses kasutatavate mõõdikutega, milleks on näiteks arenduse asukoht, arendusega loodav elukeskkond jms.

Sisendid on kontseptsiooni realiseerimisel kasutatavad ressursid ja materjalid. Tegemist on tootearenduses kasutatavate esmaste ressursside ja materjalide kasutamisega, milleks kinnisvaraarenduses on hoonete ehitamisel kasutatavad materjalid ja nende keskkonnamõju. Sisendite keskkonnamõju hinnatakse standardiga 15978 [104] näidatud arvutusmeetodiga, mille kohaselt hoone olelusringi sisendite keskkonnamõju tuleb kvantifitseerida tootmisetapi tegevusgruppide A1 – A3 mõjudega.

Põhitegevus ehk operatiivsete tegevuste mõju hõlmab nii arendaja enda organisatsiooni mõju kui ehitustegevuse mõju. Arendaja mõju puhul on meil tegemist organisatsiooni mõjuga. Antud väärtusahelas on see sisuliselt mõõdetav kontori mõjuga ning arendaja kui organisatsiooni mõju saab hinnata väheoluliseks. Oluline põhitegevusest tulenev mõju on aga ehitustegevuse mõju. Seda hinnatakse samuti arvutusmeetodit 15978 kasutades, kuid kvantifitseeritakse ehitustegevuse ehitusetapi tegevusgruppide A4 – A5 mõjudega.

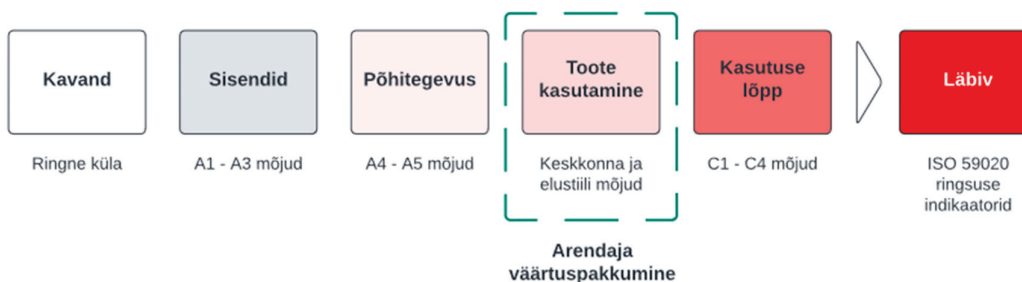
Toote kasutamine ehk toodete, teenuste ja süsteemide, ringmajanduse mõistes *lahenduste*, kasutusfaasi mõju. Kinnisvaraarenduses on kasutusfaasi ajaks omandisuhe muutunud ning otseselt juhib nende mõjudega seotud riske mitte kinnisvaraarendaja vaid toote kasutaja. Samas on aga tegemist kinnisvaraarendaja väärtuspakkumise mõjudega, st kinnisvaraarendaja on selles mõjude grupis jätkusuutmatutest tegevustest tulenevad võimalikud riskid juba maandanud.

Kasutuse lõpp ehk kasutusjärgne jäätmete käitlemise mõjudega seotud riske juhib selles väärtusahela lülis samuti otseselt juba kasutaja. Väärtuspõhistest otsustest lähtuv kinnisvaraarendaja saab selle faasi mõjudega seotud riske aga maandada läbi

sisendite ehk oma hankepoliitika kaudu ning seeläbi kvantifitseerida hoone süsinikujalajälje lõppkäitlusetapi keskkonnamõjud arvutusmeetodis 15978 näidatud tegevusgruppide C1-C4 mõjudega.

Läbiv ehk mõjud läbi kogu väärtusahela – need on väärtusahelas ringsuse suurendamisega seotud mõjud, mida kinnisvaraarenduses saab juhtida tarneahelas ülesvoolu ehk arendaja sisseostu- ja hankepoliitika kaudu. Kui referentsolukorras ehk lineaarses majanduses on tegemist nn *business-as-usual* otsuste mõjudega, siis ringse küla puhul on tegemist ringmajanduse põhimõtetest lähtuvate väärtuspõhistest otsustest tulenevate keskkonnamõjudega. Vastavalt ringmajanduse standardile 59020 on asjakohased indikaatorite kategooriad ressursside sissevoog, ressursside väljavoog, energia, vesi ning majanduslikud indikaatorid.

Kokkuvõttes saame toote disaini väärtusahela lähenemisega kinnisvaraarenduses kasutatava tööriistakasti, mis võimaldab siduda kõik ringse küla väärtuspakkumise tagamiseks vajalikud väärtusahela lülid ühtseks tervikuks, vaata ka joonis 5.2.



Joonis 5.2. Ringsuse eesmärgi seadmise väärtusahel kinnisvaraarenduses.

Sellise lähenemisega saame kõigi mõjude gruppide hindamisel kasutada ühte ja sama arvutusmeetodit, väärtusahela läbivad mõjud saab aga kvantifitseerida ringmajanduse indikaatorite abil. Konkreetsete indikaatorite valik sõltub aga arendaja väärtuspakkumisega võetud ringsuse eesmärgist ning selle saavutamiseks valitud tegevustest.

5.3 Süsteemi piirid, ringsuse eesmärk ja indikaatorid

Ringne küla on regionaalse taseme süsteem, mille piirid on arenduse geograafilised piirid maastikul. Referentstase on lineaarne kinnisvaraarendus ehk ruutmeetrites

elaniku kohta samaväärne elukeskkond kuid ilma kestlikkuse eesmärkideta. Väärtuspakkumisest lähtuvalt on arenduse ringsusel neli eesmärki:

- arenduse keskkonnamõju vähendamine;
- ressursikasutuse vähendamine;
- fossiilenergia kasutamise vähendamine;
- veekasutuse vähendamine.

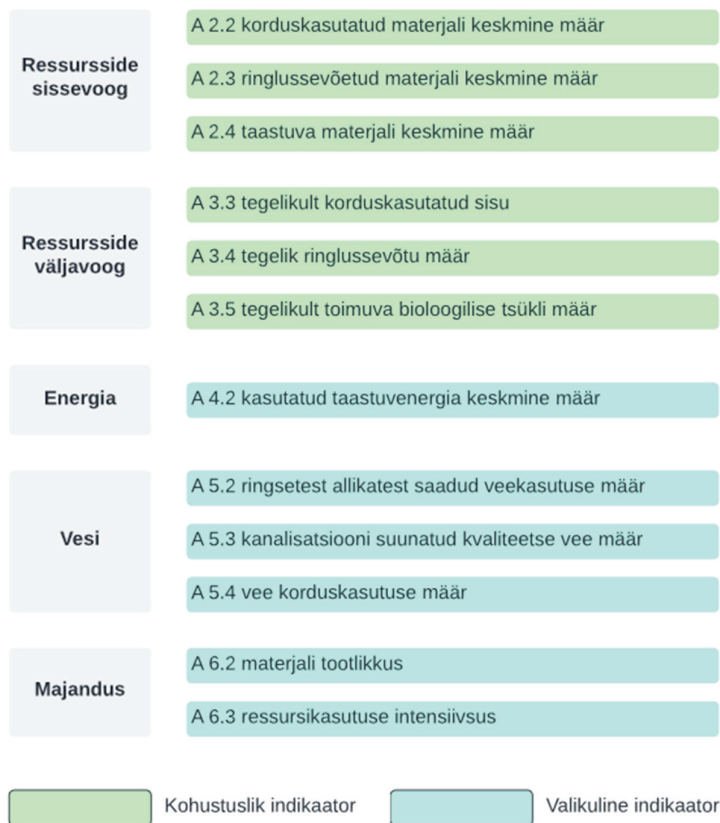
Analüüsi sihtgrupp on investorid ning arendajad, kellel on vaja mõõta ja raporteerida kinnisvaraarenduse kestlikkust, seada oma organisatsioonile kestlikkuse mõõdetavad eesmärgid ning raporteerida ja monitoorida nende täitmist. Kestlik kinnisvaraarendus peab olema ka tasuv, mistõttu fookuses on need ringsuse aspektid (tegevused), mis elutsükli perspektiivi raamides loovad kinnisvaraarenduse (lahendus) puhul arendaja väärtusvõrgustikus kõige suurema lisandväärtuse. Kuivõrd kestlikkuse aruandlus on osa finantsaruandlusest, siis peavad mõõtmisel kasutatavad andmed olema kättesaadavad ehitiste projektdokumentidest ning arendaja ja ehitajate raamatupidamisest ning seonduma nende organisatsioonide finantsnäitajatega. Mõõtmisperiood valitakse vastavalt mõõtmise eesmärgile – arendaja on varade omanik kuni arenduse valmimiseni, mistõttu ringsust tuleb mõõta arenduse valmimise hetke seisuga. Magistritööna valmiv mudel näitab, milliseid indikaatoreid kasutada tuleb. Mudel on kasutatav ka arenduse planeerimisel eesmärgiga teha materjalide valikul otsuseid ning seada ülesvoolu tarneahelas arenduse väärtuspakkumisest lähtuvaid piirväärtusi.

Ringmajanduse standarditele vastavalt tuleb süsteemi ringsuse mõõtmisel ja hindamisel lähtuda elutsükli vaatest, sest hindamise eesmärk on saada ülevaade valitud süsteemi ringsuse tasemest valitud ajahetkel. Väärtuspakkumisest lähtuvalt koostasime ülevaate eesmärkidest ja tegevustest. Arenduse ringsuse hindamisel tuleb hinnata väärtusahela läbivaid mõjusid ringsust kõigi kategooriate lõikes, vaata ka peatükk 3.2.2. Analüüsisime eesmärkide seosed ressursivoogude kõigi kohustuslike (A-indikaatorid), valikuliste (B-indikaatorid) ja täiendavate indikaatoritega (C-indikaatorid). Leidsime, et ringmajanduse indikaatorite kogum adresseerib ennekõike materiaalseid tooteid. Kinnisvaraarenduse puhul on meil aga tegemist tootega, mis koosneb nii materiaalsest kui immateriaalsest elementidest. Samuti ei ole kinnisvaraarenduse puhul võimalik hindamise tulemusi väljastada standardile 59040 vastaval toote ringsuse andmelehel.

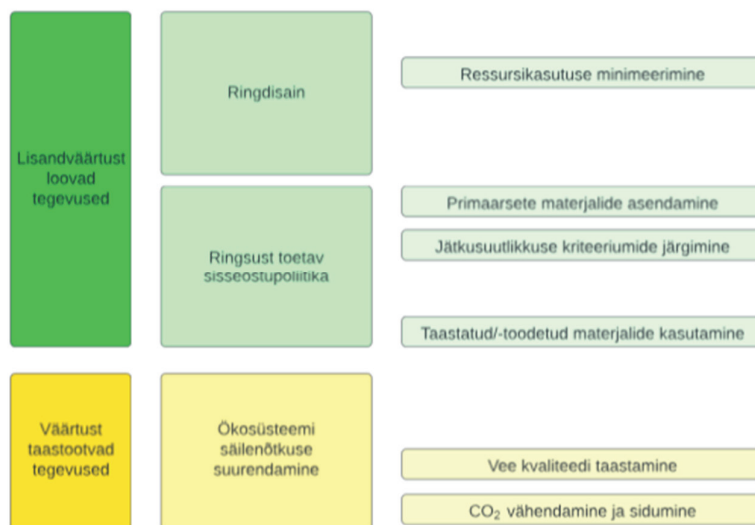
Analüüsi tulemusena jõudsime järeldusele, et kinnisvaraarenduse ringsuse hindamisel tuleb valida:

- väärtuspakkumisest lähtuvad ringsuse aspektid;

- indikaatorid, mida on võimalik rakendada, vaata joonis 5.3;
- tegevused, mida on võimalik rakendada, vaata joonis 5.4.



Joonis 5.3. Kinnisvaraarenduse ringsuse hindamisel kasutatavad indikaatorid.



Joonis 5.4. Kinnisvaraarenduse ringsuse hindamisel mõõdetavad tegevused.

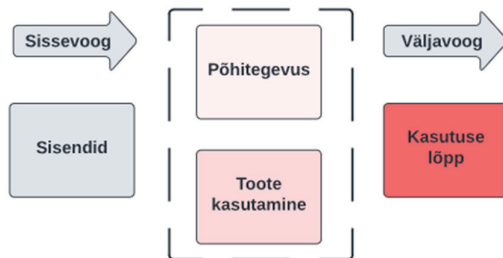
Väärtuspakkumisest lähtuvate eesmärkide täitmiseks vajalike indikaatorite ning tegevuste valiku alusel koostasime ringse küla mudeli, vaata joonis 5.5.

ESRS E5-1	ESRS E5-3, ESRS E5-4	ESRS E5-3, ESRS E5-5	ESRS E1	ESRS E2, ESRS E3	ESRS E5-6
Ringse indikaatori kategooria					
Ressursside sissevoog		Ressursside väljavoo	Energia	Vesi	Majandus
Eesmärk 1: Arenduse keskkonnamõju vähendamine					
Indikaator					A 6.2 Materjali tootlikkus
Tegevus					Jätkusuutlikkuse kriteeriumide järgimine
Indikaator					A 6.3 Ressursikasutuse intensiivsus
Tegevus					Jätkusuutlikkuse kriteeriumide järgimine
Eesmärk 2: Ressursikasutuse vähendamine					
Indikaator	A 2.2 Sissevoo korduskasutatud materjalide keskmine määr	A 3.3 Väljavoo saadud tegelikult korduskasutatud sisu			
Tegevus	Ressursikasutuse minimeerimine	Taastatud/-toodetud materjalide kasutamine			
Indikaator	A 2.3 Sissevoo ringlussevõetud materjalide keskmine määr	A 3.4 Väljavoo tegelik ringlussevõetud määr			
Tegevus	Esmaste materjalide asendamine	Jätkusuutlikkuse kriteeriumide jälgimine			
Indikaator	A 2.4 Sissevoo taastuva materjali keskmine määr	A 3.5 Tegelikult toimuva bioloogilise tsükli määr väljavoo			
Tegevus	Esmaste materjalide asendamine	Jätkusuutlikkuse kriteeriumide jälgimine			
Eesmärk 3: Fossiilenergia kasutuse vähendamine					
Indikaator			A 4.2 Kasutatud taastuenergia keskmine määr	A 5.2 Ringsetest allikatest saadud veekasutuse määr	
Tegevus			CO ₂ vähendamine ja sidumine	Vee kvaliteedi taastamine	
Eesmärk 4: Veekasutuse vähendamine					
Indikaator				A 5.3 Kanalisatsiooni suunatud kvaliteetse vee määr	
Tegevus				Vee kvaliteedi taastamine	
Indikaator				A 5.4 Vee korduskasutuse määr	
Tegevus				Vee kvaliteedi taastamine	

Joonis 5.5. Ringse küla mudel: eesmärgid, indikaatorid ja tegevused.

Ringse küla mudel on tehtud Elamumessi näitel, st eesmärgid on seatud lähtuvalt Elamumessi arendaja väärtuspakkumisest. Kuivõrd valitud on kõik ringsuse mõõtmise kohustuslikud indikaatorid; ammendavalt kinnisvaraarenduses kasutatavad valikulised ringsuse indikaatorid ning ESRS E5 indikaatorid, siis on mudel kasutatav kõigi kinnisvaraarenduste ringmajandusliku potentsiaali ning kestlikkuse kvantifitseerimisel.

Lisas 1 on kõigi mudelis kasutatud ringsuse indikaatorite lõikes toodud ringmajanduse standardile 59020 vastav indikaatori selgitus ning selle arvutamise reegel. Süsteemi piirid on kinnisvaraarenduse piirid maastikul. Arenduse ringsuse kvantifitseerimiseks ehk ressursside summaarse sissevoo ning summaarse väljavoo saamiseks tuleb teha eraldi arvutused iga arendatava ehitise ning taristuelemendi kohta, vaata ka joonis 5.6.



Joonis 5.6. Ringse küla süsteem, ressursside sissevoog ja väljavoo.

Lisas 2 on kõigi mudelis kasutatud ESG standardite lõikes toodud selgitused ressursikasutuse ja ringmajandusega seotud riskide kohta, mida kinnisvara arendav ettevõtja peab avalikustama. Mudelis on neid kasutatud eesmärkide ning tegevuste määramiseks.

Indikaatorite arvutusreeglitest tulenevalt on ringsuse kvantifitseerimiseks vaja teada vähemalt andmeid, mis on vajalikud kohustuslike indikaatorite arvutamiseks. Need on:

- korduskasutatud materjalid ja kogused sissevoos (indikaator A 2.2);
- ringlussevõetud materjalid ja kogused sissevoos (indikaator A 2.3);
- taastuvad materjalid ja kogused sissevoos (indikaator A 2.4);
- tegelikult korduskasutatud materjalid ja kogused väljavoos (indikaator A 3.3);
- tegelikult ringlussevõetud materjalid ja kogused väljavoos (indikaator A 3.4);
- biodegardeeritavate materjalide kogused (indikaator A 3.5).

Eestis puuduvad konkreetse objekti kohta indikaatorite arvutamiseks vajalikud arvandmed, millest tulenevalt ei saa ringse küla mudelit Elamumessi puhul kasutada. Probleemi põhjuseid on analüüsitud peatükis 3.4 Ringmajanduse seadusandlik raamistik Eestis. Kindlasti oleks mudeli kasutamine võimalik aga näiteks Hollandis, kus on loodud ringse ehituse standardikomitee ning koostatud ehitussektori ringsuse siseriiklikud standardid ja juhendmaterjalid [105].

Ringse küla mudel annab arusaamise, kuidas ringsust kvantifitseeritakse. Sissevooga seotud kohustuslike indikaatorite arvutamine on vajalik ka kinnisvaraarendaja kestlikkusaruandluse jaoks. Nimelt on tema ettevõtte sissevoos EL ringmajanduse uues tegevuskavas [89] nimetatud võtmeväärtusahelasse kuuluvad materjalid ehk ehitusmaterjalid. Seetõttu peab kinnisvaraarendaja arvestama standardis ESRS E5 – 4 toodud erisusega ning oma tarneahelaga seotud oluliste riskidena raporteerima ehituses kasutatud materjalidega seotud riske.

5.4 Ringsuse kvantifitseerimise vajadus

Ringsuse hindamise vajadus tuleneb neljast siseturu regulatsioonist:

- (EL) 2025/40 ehk PPWR [90];
- (EL) 2024/1781 ehk ESPR [2];
- (EL) 2025/40 ehk CSRD [65];
- (EL) 2020/852 ehk taksonoomia määrus [78].

Kvantifitseerimise konkreetsed vajadused ning indikaatorite valiku põhimõtted tulenevad aga erinevatest valdkonnaspetsiifilistest regulatsioonidest. Alljärgnevalt on toodud ringsuse kvantifitseerimise vajadused ehitus- ja kinnisvaravaldkonnas.

Toote tasand. Otsene vajadus toote ehk hoone tasandil ringsuse kvantifitseerimise järele tuleneb 2025 a jaanuaris jõustunud ehitustoodete määrusest [3]. Võrreldes senikehtinud määrusega, peab toimivus- ja vastavusdeklaratsioonil hakkama deklareerima ka kõiki eelnevalt kindlaksmääratud keskkonnaalaseid põhiomadusi. Valdavas osas on tegemist andmetega, mida EPD-des juba praegu deklareeritakse. Ringsuse kvantifitseerimise otsene vajadus tuleneb aga uue määrusega lisandunud tootenõuetest, milleks on toote kogu olelusringiga seotud keskkonnanõuded, sh materjalide kaevandamine. Lisaks sätestatakse harmoniseeritud standarditega (ehk CE-märgise aluseks olevate EN-standarditega) kehtestatud tehnilistes spetsifikatsioonides piirväärtuste alusel toimivusklassid 16 tootepõhise keskkonnaaspekti jaoks. Neist vähemalt kolm - korduskasutatavus ning ringlussevõetavuse ja taastootmise suutlikkus, eeldavad ringsuse kvantifitseerimist [2, Lisa III].

Toote tasandil ringsuse kvantifitseerimine on vajalik ka Level(s) ehk ehitiste kestlikkuse hindamise ja raporteerimise raamistiku kasutamisel [106]. Level(s) raamistik põhineb 6 makrotaseme eesmärgil, mis adresseerivad kestlikkuse võtmeaspekte hoone elutsükli vaates. Level(s) raamistik annab kõigi makrotaseme eesmärkide hindamiseks ja edenemise monitoorimiseks vajalikud indikaatorid, vaata ka joonis 5.7.

Makroeesmärgid	Indikaatorid	Hindamise tasemed
KHG emissioonid	1.1. kasutusfaasi energiakasutus (kWh/m ² /a)	ei hinnata
	1.2. olelusringi GWP (CO ₂ ekv/m ² /a)	Level 1, 2, 3
Ressursikasutuse efektiivsus ja materjaliringlus	2.1. materjalikoguste ja eluea nimekiri	Level 1, 2, 3
	2.2. ehitus- ja lammutusjäätmed ning materjalid	Level 1, 2, 3
	2.3. kohanduv ning renoveerimist toetav disain	Level 1, 2, 3
	2.4. korduskasutust ja ringlussevõttu toetav disain	Level 1, 2, 3
Veekasutuse efektiivsus	3.1. kasutusfaasi veekasutus (m ³ /in/a)	Level 1, 2, 3
Tervislik ja mugav elukeskkond	4.1. siseruumi õhukvaliteet	Level 1, 2, 3
	4.2. aeg väljaspool termilise mugavuse vahemikku	Level 1, 2, 3
	4.3. valgustus ja visuaalne mugavus	Level 1
	4.4. akustika ning mürasummutavus	Level 1
Kliimamuutustega kohanemine	5.1. elaniku tervise ning termalise mugavuse kaitse	Level 1, 2
	5.2. ekstreemsete ilmaolude suurenenud risk	Level 1
	5.3. jätkusuutlik drenaaž	Level 1
Olelusringi optimaalsed kulud ja väärtus	6.1. olelusringi kulud (eur/m ² /a)	Level 1, 2, 3
	6.2. väärtusloome ja riskitegurid	Level 1

Hindamine kõigi eesmärkide sees: Level 1 kontseptuaalne disain - kvalitatiivne hindamine kontseptsiooni tasemel
Level 2 detailne disain ja ehitus - vahehindamine erinevate lahenduste võrdlemiseks
Level 3 ehitatud ning kasutusel - tegevuste monitoorimine ja mõõdistamine

Joonis 5.7. Level(s) raamistikus kasutatavad indikaatorid [106]. Level(s) raamistikku kasutatakse ka Eesti ehitussektori keskkonnamõju hindamise riiklikus metoodikas.

Organisatsiooni tasand. Otsene vajadus organisatsiooni ehk ettevõtte tasandil ringsuse kvantifitseerimise järele tuleneb CSRD-st ja taksonoomia regulatsioonist. Ülevaade seejuures kasutatavatest standarditest (ESG standardid) on toodud peatükis 3.3. Lisas 2 on toodud seosed mudelis kasutatavate ESG standarditega.

Organisatsioonidevaheline tasand. Organisatsioonidevahelisel tasandil ehk väljaspool organisatsiooni vahetut väärtusahelat ringsuse kvantifitseerimise järele otsene vajadus täna veel puudub. Seetõttu tuli ka kinnisvaraarenduse ringsuse hindamiseks välja töötada ainulaadne metoodika ehk ringse küla mudel. Standardis 59010 kirjeldatakse organisatsioonidevahelist taset kui väärtusvõrgustikku mille näiteks tuuakse tööstussümbioos [29 ptk 7 ja Lisa A6]. Hinnanguliselt võikski Eestis organisatsioonide vahelisel tasandil väärtusvõrgustiku kvantifitseerimise vajadus tuleneda tööstussümbioosi lahenduste loomiseks antavast riigiabist.

5.5 Ringse küla keskkonna- ja kliimamõjud

Ringsuse kvantifitseerimise eesmärk on ressursikasutusest tulenevate keskkonnamõjude hindamine. Eestis on välja töötatud ehitus- ja kinnisvarasektori keskkonnamõjude hindamise riiklik metoodika [107]. Elamumessi ühe hoone juhtumiuuringuga analüüsisime, kuidas kvantifitseeritakse ehitus- ja kinnisvarasektori arengut suunavas riiklikus metoodikas ehitusmaterjalidest tulenevad keskkonnamõjud.

Eesti riiklik metoodika lähtub EPBD-st, millest tulenevalt hinnatakse sellega ehitise süsinikujalajälge, kasutades ainsa indikaatorina ehitise tootmisetapi A1-A3 kehastunud süsinikku. Eesti riikliku meetodi puhul tuleb kasutada selle väärtust $GWP_{\text{fossiilne}}$. Tallinna Tehnikaülikooli poolt on tulemuste võrreldavuseks ning riiklike piirväärtuste seadmiseks koostatud eriheitetegurite andmebaas EHEA [10]. Arvutuste lihtsustamiseks ettevõtjate jaoks on loodud avatud koodiga tööriist SARV [11]. See pakub alternatiivina võimalust arvutada ka Level(s) meetodil ehk anda hinnang GWP_{summa} väärtuse alusel.

Keskkonnamõjude asemel ainult kliimamõjudega tegelemist soovitatakse ka projekteerijatele, näiteks metoodilise materjaliga Madalsüsinikuehituse suunas [108]. Seetõttu:

- kontrollisime GWP_{summa} väärtuse sõltuvust taastuv- või tuumaenergia kättesaadavusest ehitusmaterjalide tootja asukohas;

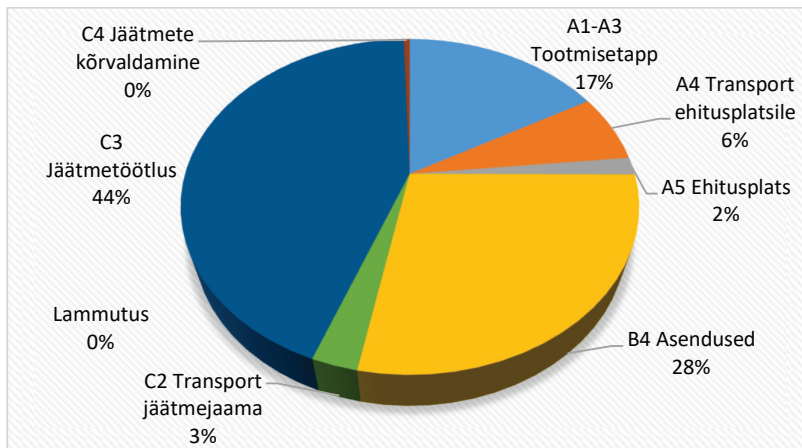
- Eesti ehitusmaterjalide kliimamõjude andmebaasi EHEA sobivust süsinikujalajälje riiklike piirväärtuste aluseks.

Kontrollimiseks viisime arvutasime riikliku suunisena plaanitava metoodikaga Elamumessi ühe hoone süsinikujalajälje kuid tegime seda kahe stsenaariumi alusel. Ühes stsenaariumis kasutasime EHEA eriheitetegureid. Teises stsenaariumis kasutasime aga taastuenergia kättesaadavuselt sarnase riigi (Saksamaa) ehitustoodete keskmisi eriheitetegureid ehk OEKOBAUDAT andmebaasi [12]. Tulemusi kontrollisime tööriista SARV abil. Hindamisraport on esitatud lisas 3 ning arvutused lisas 4.

Elamumessi hoone aadressil Kivikirve tee 3, Manniva küla, Jõelähtme vald, Harjumaa, ehitaja on teinud väärtuspõhise otsuse ehitada keskkonnasõbralik hoone ning sellest lähtudes valinud puidu- ning puidupõhiste materjalide kasutamise, seda ka siis kui eelprojekt on võimaldanud kasutada näiteks metall- või plastmaterjale. Arvutustega leidis tõendamist, et väärtuspõhiste valikute tulemusena on ehitatud hoone, milles kasutatavad materjalid seovad süsinikku. Kinnitust leidis, et süsinikujalajälje arvutatud väärtus sõltub kasutatavatest eriheiteteguritest. Seega mõjutab ehitusmaterjalide tootmise asukohas taastuv- või tuumaenergia kättesaadavus süsinikujalajälje arvutatud suurust, kuid selle mõju olulisuse hindamiseks tuleb läbi viia täiendavad arvutused.

Kõige olulisemad erinevused arvutatud süsinikujalajälje suuruses tulenevad aga hoones kasutatava puidu- ja puidupõhiste materjalide osakaalust. Esiteks - Eesti metoodikas tuleb kasutada ühte ja sama GWP väärtust iga puidukihi paksuse puhul. Saksa andmebaasi kasutades tuleb aga GWP väärtus ümber arvutada vastavalt kasutatava puidukihi paksusele. Seega kui saematerjali kasutatakse erinevates kohtades erineva paksusega kihtidena, siis on erinevates kohtades selle kaal erinev ning vastavalt ka GWP väärtused erinevad. Teiseks – Eesti metoodikaga seotud EHEA annab eriheitetegurid ainult kindlale loetelule ehitusmaterjalidele ning juhul kui tegelikult kasutatatakse ehitusmaterjale, mida loetelus pole, siis tuleb valida kõige lähem analoog. Näiteks on hoones Kivikirve tee 3 kasutatud ainult puitkarkasse kuid EHEAs puudub võimalus seda arvestada, sest andmebaas sisaldab ainult oluliselt suurema GWP väärtusega tsingitud terasest kergprofiili andmeid.

Üldjuhul on teada, et hoone ressursivajadus sõltub olulisel määral tarbeenergiavajadusest ehk hoone kasutusaegset energiat hindava mooduli B6 väärtusest. Kasutatava energiapaketi otsus ei ole kinnisvaraarendaja ega ka ehitaja väärtuspõhine otsus. Seetõttu tuleb arvestada, et hoone kliimamõju mõõdab selles kasutatavate ehitusmaterjalide kliimamõju, vaata ka joonis 5.8.



Joonis 5.8. Kivikirve tee 3 hoone komponentide süsinikujalajälg, arvutatud SARV tööriistaga [11].

Juhtumiuuringuna läbi viidud hoone olelusringi etappide A1-A3 analüüsist järeldame, et ehitusmaterjalidest tulenevaid keskkonnamõjusid saab kvantifitseerida ehitusmaterjalide GWP indikaatoriga. Indikaatori väärtus sõltub aga kasutatavatest eriheiteteguritest ning ehitussektori kliimamõjude arvutamise riikliku meetodika kujundamisel peab arvestama, et hetkel soovituslikuna mõeldud meetodika annab igale hoonele igal juhul süsinikujalajälje. Mis ei ole õige ega õiglane puidu ning puidupõhiste materjalide kasutamise korral, sest nendega on võimalik ehitada hooneid, mis mitte ei emiteeri vaid seovad süsinikku.

Eesmärgiga hinnata, kas ka hoone tervikuna seob süsinikku, arvasime välja hoone teiste etappide süsinikujalajäljed ning tõendasime, et süsinikku seob ka hoone tervikuna. Hindamisraport, arvutused ja algandmed on esitatud lisas 3. Selgus, et hoone terviklikus süsinikujalajäljes kõige olulisema osakaaluga etapis, milleks on peale olelusringi lõppu toimuv jäätmetöötlus (C3), vaata ka joonis 4.8, kasutatavad vaikeväärtused moonutavad hindamise tulemusi olulisel määral.

Eesti ehitusmaterjalide andmebaasis suurendatakse materjalide arvestuslikku kaalu etapis A5 nende raiskamise % vaikeväärtustega ning etapis C3 materjali jäätmekäitlusklassil põhineva mõju heiteteguri vaikeväärtustega. Materjalide raiskamismäärad ning jäätmekäitlusklassid põhinevad senistel praktikatel kuigi peaksid toimivas ringmajanduses tegelikult olema kasutajate jaoks mõeldud suunised, mida saab vastavalt konkreetsele projektile ning tehnoloogiale kohandada. Juhul kui riiklikus poliitikas ning seadusandluses tekib soov kasutada ehitus- ja kinnisvarasektoris ringmajanduse põhimõtteid, siis tuleb hoone süsinikujalajälje riikliku arvutusmeetodika etappide A5 ja C3 vaikeväärtused kindlasti üle vaadata.

6. JÄRELDUSED JA SOOVITUSED

Toodete ja ettevõtete kestlikkusele suunatud initsiatiivid on kaasa toonud vajaduse rakendada ringmajanduse põhimõtteid ning kvantifitseerida ringsust. Toote tasandil on see vajalik toote digipasside kasutuselevõtuks ning organisatsiooni tasandil kestlikkuse juhtimiseks ja ESG nõuete kohaseks raporteerimiseks. Ringmajanduse põhimõtete rakendamise aluseks on ringmajanduse standardid. Eesti on need küll üle võtnud kuid standardite kasutamiseks vajalik mõisteruum puudub. Seetõttu puudub Eestis valmisolek ka toote digipasside kasutamisele, kestliku ressursikasutuse mõõtmisele ja kasutatud ressursside materjalituru tekkele.

Üldine probleem Eesti majanduskeskkonnas on see, et EL regulatsioonidest tulenevalt survestatakse ettevõtteid kasutusele võtma ringmajanduse ärimudeleid. Teisalt valitseb aga arusaamine, et ringmajandus on üks keskkonnamõjude juhtimise valdkond. Puudub arusaamine, et ringmajandus ei tegele mitte keskkonnamõjude juhtimisega vaid ressursside ringlusega. Konkreetselt väljendub see raskuses positsioneerida toimingud, millega jäätmed muudetakse ressursiks. Seadusandlik kontekst näeb praegu ette, et ressursside turule toomine on reguleeritud maavarade taotlusele esitatavate nõuetega (sh keskkonnaluba ning ressursikasutuse tasud) ning jäätmete taaskasutustoimingud on reguleeritud jäätmete taotlusele esitatavate nõuetega (sh jäätmeluba ning jäätmekäitlustasud). Tegelikult toimiva ringmajanduse korral peaks jäätmetest saadud materjalide ringlusesse andmine olema aga reguleeritud ringmajanduse standarditega kõigis toote olelusringi etappides.

Keskendumine jäätmesektorile ning kliimamõjudele takistab ka lineaarselt majanduselt ringmajandusele üleminekuks vajaliku mõisteruumi teket Eestis. Ülemineku juhtimiseks on vaja seada kvantifitseeritavaid eesmärke. Siseturul on neid toetavateks regulatsioonideks toote digipass ning kestlikkusaruandlus. Mõlemal juhul on vaja ringsust kvantifitseerida kuid puuduva mõisteruumi tõttu ei ole see Eestis veel võimalik.

Ringmajanduse tegevuskava näitab ära ringmajandusele ülemineku prioriteetsed sektorid ning kestlike toodete ökodisaini määrus annab selleks vajaliku toote digipassi kasutuselevõtu ajakava. Esimese sektorina on ehitus- ja kinnisvarasektori jaoks toote digipassi kasutuselevõtu nõue juba tekkinud. Magistritöö tulemusena selgus, et selle nõude täitmiseks on vaja kvantifitseerida kasutatud ressursse ning arvestada ressurssideks nii materjalide energiana ringlussevõtt kui korduskasutatav vesi. Riiklik suunis ehitus- ja kinnisvarasektorile keskendub aga ainult ehitises kasutatavate materjalide kliimamõjule.

Eelnevast saame järeldada, et ehitustoodete määrusest tulenevalt suureneb surve üle vaadata Eesti senine jäätme keskne lähenemine ringmajandusele. Sellega seoses saab täpsustada ka Eesti ehitusmaterjalide andmebaasi vaikeväärtusi, mis ringmajanduse seisukohalt on eriti oluline etappides A5 ja C3 kasutatavate vaikeväärtuste osas.

Magistritöö tulemusena tehakse järgmised ettepanekud:

- vaadata üle Jäätmeseadus ning viia sisse muudatused sellega seotud regulatsioonides nii, et tulevikus oleks võimalik kasutada ringsuse mõõtmise kohustuslikke indikaatoreid;
- vaadata Eesti ringmajanduse arendamise protsessis üle ressurssidega seotud mõisted ja eesmärgid nii, et ka Eestis tehtavad tegevused ja riigi poolt toetatavad investeeringud toetaksid materjalituru kujunemist. Selle eelduseks on esmaste ressurssidega võrdväärse või parema kvaliteediga kasutatud ressursside kättesaadavus;
- planeeritavas ehitussektori kliimamõjude hindamise metoodikas töötada välja süsiniku jalajälje arvutusmetoodika, mis võimaldab kasutada toote keskkonnadeklaratsioonidel olevaid andmeid ning tulevikus ka toimuvus- ja vastavusdeklaratsioonides ning toote digipassides olevaid andmeid. Sellega kaoks ära kohustus kasutada Eesti keskmisi andmeid ning lineaarses majandusmudelil kasutatud vaikeväärtusi.

KOKKUVÕTE

Magistritöös uuritakse ringmajandusele ülemineku võimalusi Eestis. Kestlike toodete ökodisaini raamistikuga on siseturul võetud suund toote digipassi kasutamisele. Ehitustoodete määrusega on aga ehitus- ja kinnisvaravaldkonna jaoks määratud ehitustoodete digipassi kasutuselevõtu ajakava. Ringmajandusele ülemineku on juhtimisotsus ning selleks vajalike tegevuste valik sõltub eesmärgiks võetud väärtuspakkumisest. Olenevalt sellest, kas eesmärk on võetud toote, organisatsiooni või organisatsioonidevahelisel tasandil, on ringsuse kvantifitseerimisel kasutatavad indikaatorid erinevad. Magistritöös uuritakse ringsuse kvantifitseerimist kõigil kolmel tasandil.

Magistritöö tulemusena selgub, et kõigil kolmel tasandil kohustuslikke indikaatoreid ei ole Eestis võimalik kasutada, sest puudub selleks vajalik mõisteruum. Ringmajandusele ülemineku siseturu regulatsioonid on mõeldud suunama materjalituru teket ning soodustama esmaste ressurssidega samaväärsete või parema kvaliteediga ressursside kasutuselevõttu. Ringmajanduse standarditega on rahvusvaheliselt kokku lepitud ringmajanduse põhimõtted, ringsust toetavad tegevused ning ringsuse kvantifitseerimiseks kasutatavad indikaatorid. Tehnilised juhised tulenevad toote tasandil kestlike toodete ökodisaini määrusest ning organisatsiooni tasandil kestlikkusaruandlusest. Organisatsioonide vahelisel tasandil need puuduvad, millest tulenevalt töötatakse välja organisatsioonidevahelisel tasandil kasutatav ringsuse kvantifitseerimise mudel. Eestis on ehitus- ja kinnisvaravaldkond võetud ringmajandusele ülemineku prioriteediks, millest tulenevalt kasutatakse magistritöös kinnisvaravaldkonna juhtumiuuringut. Arvestades seda, et tööstusökoloogilised lahendused on ringmajanduse ärimudelid organisatsioonidevahelisel tasandil, siis võib ringse küla mudelit kasutada ka tööstusökoloogiliste lahenduste loomisel, eesmärkide seadmisel ning tulemuste kvantifitseerimisel.

Ressursiringlusest tulevad mõjud on sama olulised keskkonnamõjud kui süsiniku emissioonid. Eesti ehitus- ja kinnisvaravaldkonna riikliku suunisena on plaanitud keskkonnamõjude hindamine ehitusmaterjalide kliimamõju indikaatoriga, millest tulenevalt uuritakse magistritöös sellega kaasnevaid probleeme ehitussektori süsinikujalajälje hindamisel. Selgub, et plaanitav meetodika arvutab ehitisele süsinikujalajälje ka siis kui hoone tegelikult hoopis seob süsinikku.

SUMMARY

The aim of this master's thesis is to study the possibilities of transition to a circular economy in Estonia. The regulation (EU) 2024/1781 Ecodesign and Sustainable Use of Products has introduced use of a digital product passport on the internal market. The regulation (EU) 2024/3110 has set a timeline for the introduction of a digital product passport in the construction and real estate sector. Transition to a circular economy is a management decision, and the choice of activities necessary for this depends on the value proposition pursued. Depending on whether the goal is taken at the product, organizational or inter-organizational level, the indicators used to quantify circularity are different. The master's thesis examines the quantification of circularity at all three levels.

As a result of the study, it is found that it is not possible to use mandatory indicators at all three levels in Estonia because there is no necessary conceptual space for this. The internal market regulations for the transition to a circular economy are intended to guide the creation of a materials market and to encourage the use of resources of equivalent or better quality than primary resources. Circular economy standards include internationally agreed principles of the circular economy, activities supporting circularity, and indicators used to quantify circularity. Technical guidelines arise from sector-specific regulations at the product level and from sustainability reporting regulations at the organizational level. Since these are absent at inter-organizational level, a circularity quantification model for application at the inter-organizational level is being developed. Since the construction and real estate sector have been taken as a priority for the transition to a circular economy in Estonia, the master's thesis uses a Elamumess case study of the real estate sector. Considering that industrial ecology solutions are circular economy business models at the inter-organizational level, the circular village model can also be used in creating industrial ecology solutions, setting goals, and quantifying results.

Although the impacts from resource circulation are equally important as climate impacts, the Estonian national guideline for the construction and real estate sector plans to assess environmental impacts using only the climate impact indicator. The master's thesis examines associated problems from assessing environmental impact of construction sector based only on calculation of carbon footprint of building materials. As a result, it is found that the planned methodology calculates the carbon footprint of a building even when it actually binds carbon.

Kasutatud materjalid

- [1] *EVS-ISO 59004:2025 Ringmajandus. Mõisted, põhimõtted ja rakendused.*
- [2] Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus (EL) 2024/1781, 13. juuni 2024, millega kehtestatakse kestlike toodete ökodisaininõuete sätestamise raamistik, muudetakse direktiivi (EL) 2020/1828 ja määrust (EL) 2023/1542 ning tunnistatakse kehtetuks direktiiv 2009/125/EÜ.
- [3] Ehitustoodete määrus, Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus (EL) 2024/3110, 27. november 2024, millega sätestatakse ehitustoodete ühtlustatud turustusreeglid ja tunnistatakse kehtetuks määrus (EL) nr 305/2011.
- [4] Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv (EL) 2024/1275, 24. aprill 2024, hoonete energiatõhususe kohta.
- [5] *EVS-EN ISO 14025:2010 Keskkonnamärgised ja -teatised. III tüüpi keskkonnamärgised - põhimõtted ja protseduurid.*
- [6] Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus (EL) 2017/745, 5. aprill 2017, milles käsitletakse meditsiiniseadmeid, millega muudetakse direktiivi 2001/83/EÜ, määrust (EÜ) nr 178/2002 ja määrust (EÜ) nr 1223/2009 ning millega tunnistatakse kehtetuks nõukogu direktiivid 90/385/EMÜ ja 93/42/EMÜ.
- [7] *ISO 59014:2024 Environmental management and circular economy – Sustainability and traceability of the recovery of secondary materials – Principles, requirements and guidance.*
- [8] Komisjoni delegeeritud määrus (EL) 2023/2772, 31. juuli 2023, millega täiendatakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2013/34/EL seoses kestlikkusaruandluse standarditega.
- [9] Life IP BuildEST, Life 20 IPC/EE/00001, 2023. <https://kliimaministeerium.ee/buildest>. Kasutatud 12.05.2025.
- [10] Loetud aadressil: <https://kliimaministeerium.ee/sites/default/files/documents/2024-09/Materjalide%20heitetegurite%20andmebaas%20%28ENG%29.pdf>. Kasutatud 20.04.2025.
- [11] Loetud aadressil: <https://www.ghg.ee/>. Kasutatud 20.04.2025.
- [12] Loetud aadressil: https://www.oekobaudat.de/no_cache/datenbank/suche.html. Kasutatud 20.04.2025.
- [13] British Standards Institution, Ed., *BSI Standards publication: Framework for implementing the principles of the circular economy in organizations – Guide*. Frankfurt am Main: BSI, 2017.
- [14] *EVS-EN IEC 62430:2019 Environmentally Conscious Design (ECD) - Principles, requirements and guidance.*

- [15] Euroopa Parlamendi ja nõukogu 21. oktoobri 2009. aasta direktiiv 2009/125/EÜ, mis käsitleb raamistiku kehtestamist energiamõjuga toodete ökodisaini nõuete sätestamiseks (uuesti sõnastatud), ELT L 285, 31.10.2009, lk 10-35.
- [16] *EVS-EN 45560:2024 Method to achieve circular designs of products.*
- [17] *CLC/TR 45550:2020 Definitions related to material efficiency.*
- [18] Komisjoni teatis Euroopa Parlamendile, Nõukogule, Euroopa Majandus- ja sotsiaalkomiteele ning regioonide komiteele. Uus ringmajanduse tegevuskava Puhtama ja konkurentsivõimelisema Euroopa nimel, Brüssel, 11.3.2020.
- [19] Mineral and Energy Economy Research Institute of the Polish Academy of Sciences, Krakijw, Poland, M. Muradin, Z. Foltynowicz, and Poznań University of Economics and Business, Poznań, Poland, "The Circular Economy in the Standardized Management System," *www.amfiteatrueconomic.ro*, vol. 21, no. Special 13, p. 871, Nov. 2019, doi: 10.24818/EA/2019/S13/871.
- [20] J. Yang, *From zero waste to material closed loop: the way towards circular economy*. Singapore: Springer, 2022.
- [21] A. Flynn, N. Hacking, and L. Xie, "Governance of the circular economy: A comparative examination of the use of standards by China and the United Kingdom," *Environ. Innov. Soc. Transit.*, vol. 33, pp. 282–300, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.eist.2019.08.002.
- [22] A. Flynn and N. Hacking, "Setting standards for a circular economy: A challenge too far for neoliberal environmental governance?," *J. Clean. Prod.*, vol. 212, pp. 1256–1267, Mar. 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.11.257.
- [23] P. Roy, P. Kafel, U. Balon, and M. Wojnarowska, "Circular economy's standardized management systems. Choosing the best practice. Evidence from Poland," *Int. J. Qual. Res.*, vol. 14, no. 4, pp. 1115–1128, Nov. 2020, doi: 10.24874/IJQR14.04-08.
- [24] M. Pesce *et al.*, "Circular Economy in China: Translating Principles into Practice," *Sustainability*, vol. 12, no. 3, p. 832, Jan. 2020, doi: 10.3390/su12030832.
- [25] *Investitionen in die Kreislaufwirtschaft: Modell für einen grünen Wiederaufbau. Luxembourg: Publications Office, 2020.*
- [26] C. Magazzino, M. Mele, N. Schneider, and S. A. Sarkodie, "Waste generation, wealth and GHG emissions from the waste sector: Is Denmark on the path towards circular economy?," *Sci. Total Environ.*, vol. 755, p. 142510, Feb. 2021, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.142510.
- [27] N. van de Gronden, 'The Circular Economy Discourse among Dutch Policy Actors : Discussing the prospects for the Circular Economy in the Netherlands,' Uppsala universitet, Teologiska institutionen, 2022.

- [28] M. Niero and X. C. S. Rivera, "The Role of Life Cycle Sustainability Assessment in the Implementation of Circular Economy Principles in Organizations," *Procedia CIRP*, vol. 69, pp. 793–798, 2018, doi: 10.1016/j.procir.2017.11.022.
- [29] M. Schulz-Möninghoff, M. Neidhardt, and M. Niero, "What is the contribution of different business processes to material circularity at company-level? A case study for electric vehicle batteries," *J. Clean. Prod.*, vol. 382, p. 135232, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.135232.
- [30] *ISO 59010:2024 Circular economy – Guidance on the transition of business models and value networks.*
- [31] *EVS-ISO 59020:2025 Ringmajandus. Ringsuse tulemuslikkuse mõõtmine ja hindamine.*
- [32] *ISO/TR 59031 Circular economy – Performance based approach – Analysis of case studies.*
- [33] *ISO/TR 59032:2024 Circular economy – Review of existing value networks.*
- [34] *ISO 59040:2025 Circular economy - Product circularity data sheet.*
- [35] M. Metsaru and M. Kirs, Ringmajanduse arengusuunad ja väljakutsed Eestis. The circular economy in Estonia: the main developments and challenges. 2020. <http://digikogu.taltech.ee/et/item/c7793b11-1ea1-437f-be2b-e5518f6044d4>.
- [36] A. Hussain, N. Kamboj, V. Podgurski, M. Antonov, and D. Goliandin, "Circular economy approach to recycling technologies of post-consumer textile waste in Estonia: a review," *Proc. Est. Acad. Sci.*, vol. 70, no. 1, p. 80, 2021, doi: 10.3176/proc.2021.1.07.
- [37] M. Jõgi and J. Raamets, Reuse textile waste and applying circular economy in Estonian textile and clothing industry. Tekstiiljäätmete taaskasutamine ja ringmajanduse kontseptsiooni rakendamine Eesti tekstiil- ja rõivatööstuses. 2019. <http://digikogu.taltech.ee/et/item/a6c45bfb-8790-4aca-85f5-8b4db529e686>.
- [38] T. Lelumees and T. Plamus, Tekstiiljäätmete mehaanilise ja keemilise ümbertöötlemise võimalused, ümbertöödeldud materjalide omadused ja sobivus uuteks rakendusteks Eesti kaitsevaelase individuaalvarustuse näitel. 2019. <http://digikogu.taltech.ee/et/item/6ab39740-cfaa-4abc-8a06-4d9bea2657f3>.
- [39] L. M. Da Rocha Meneses, T. Kikas, K. Orupõld, and Eesti Maaülikool. Tehnikainstituut, Second-generation bioethanol production: strategies for sidestreams valorisation in a sustainable circular economy a thesis for applying for the degree of Doctor of Philosophy in engineering sciences = Teise põlvkonna bioetanooli tootmine: kõrvalvoogude valoriseerimine jätkusuutliku ringmajanduse kontseptsioonis: väitekirj filosoofiadoktori kraadi taotlemiseks tehnikateaduste erialal. Tartu: Eesti Maaülikool, 2020. ISBN : 9789949698325.

- [40] J. Merisaar and K. Piirimäe, Enhancing circular economy in local municipalities of Estonia - their role, main barriers and best practices. Ringmajanduse edendamine Eestis kohaliku omavalitsuse tasandil - omavalitsuste roll, peamised takistused ja parimad praktikad. 2023. <http://digikogu.taltech.ee/et/item/ddaa0820-242a-400d-b3dc-8047884516d1>.
- [41] H. Moora, M. Vihma, M. Orav, Eesti Disainikeskus, and LooLoo, Ringdisaini audit : strateegiline tööriist ringettevõtluse arendamiseks : [käsiraamat]. Tallinn: Eesti Disainikeskus, 2019.
- [42] A. Kotov and W. D. Gerstlberger, Ringmajanduse kohandamise võimalused läbi avatud innovatsiooni Eesti väike- ja keskmise suurusega ettevõtetes Austria kogemuse näitel, 2023. <http://digikogu.taltech.ee/et/item/f79ba0f0-15b6-421c-92f0-f2c50794c6e8>.
- [43] Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv (EL) 2024/825, 28. veebruar 2024, millega muudetakse direktiive 2005/29/EÜ ja 2011/83/EL seoses tarbijate võimestamisega rohepöördel, tagades neile parema kaitse ebaausate tavade eest ja parema teabe esitamise.
- [44] R. Lõhmus and E. Pikas, Ehitustegevusest tekkiv süsiniku jalajälg ja selle teadlikus Eesti ehitusettevõtete seas. Construction process carbon footprint and knowledge about the carbon footprint among construction companies. 2023.
- [45] *EVS-EN 15978:2011 Ehitiste jätkusuutlikkus. Hoonete keskkonnatoimivuse hindamine. Arvutusmeetod.*
- [46] S. Talve and Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus, Keskkonnajuhtimine olulusringi hindamine. Põhimõtted ja raamistik = Environmental management : life cycle assessment. Principles and framework (ISO 14040:2006+ISO 14040:2006/Amd 1:2020). Tallinn]: Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus, 2021.
- [47] P. Madelat and F. de Luca, A parametric study using a simplified LCA methodology to assess the influence of building parameters on carbon footprint in the early stages of design. Hoone parameetrite mõju uurimine süsiniku jalajäljele planeerimise algetapis kasutades lihtsustatud olulusringi hindamise metoodikat. 2023.
- [48] E. Vogt and A. Kuusik, IOT-kontsepti rakendamine puit moodulmajade elutsükli hindamisel: viis ringmajanduse saavutamiseks. Implementation of IoT concept for Life Cycle Assessment of modular wooden houses: a way to achieve a circular economy. 2023.
- [49] J. Jonker, N. E. D. Faber, and T. Haaker, "Circular Business Models. A study to classify existing and emerging forms of value retention and creation. The Hague: Ministry of Economic Affairs and Climate Policy (the Netherlands)." 2022.

- [50] J. Jonker, *Organizing for Sustainability: A Guide to Developing New Business Models*. Cham: Springer International Publishing AG, 2021.
- [51] J. Lauten-Weiss and S. Ramesohl, "The Circular Business Framework for Building, Developing and Steering Businesses in the Circular Economy," *Sustainability*, vol. 13, no. 2, p. 963, Jan. 2021, doi: 10.3390/su13020963.
- [52] N. M. P. Bocken, P. Rana, and S. W. Short, "Value mapping for sustainable business thinking," *J. Ind. Prod. Eng.*, vol. 32, no. 1, pp. 67–81, Jan. 2015, doi: 10.1080/21681015.2014.1000399.
- [53] J. Martínez-Blanco, A. Inaba, and M. Finkbeiner, "Scoping organizational LCA—challenges and solutions," *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 20, no. 6, pp. 829–841, Jun. 2015, doi: 10.1007/s11367-015-0883-x.
- [54] M. Rimano, A. Simboli, R. Taddeo, and A. Raggi, "Life Cycle Approaches for the Environmental Impact Assessment of Organizations: Defining the State of the Art," *Adm. Sci.*, vol. 9, no. 4, p. 94, Dec. 2019, doi: 10.3390/admsci9040094.
- [55] T. Li, H. Zhang, Z. Liu, Q. Ke, and L. Alting, "A system boundary identification method for life cycle assessment," *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 19, no. 3, pp. 646–660, Mar. 2014, doi: 10.1007/s11367-013-0654-5.
- [56] S. Forin, N. Mikosch, M. Berger, and M. Finkbeiner, "Organizational water footprint: a methodological guidance," *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 25, no. 2, pp. 403–422, Feb. 2020, doi: 10.1007/s11367-019-01670-2.
- [57] J. Jonker, N. Faber and T. Haaker, *Circular Business Models: a study to classify existing and emerging forms of value retention and creation*. Ministry of Economic Affairs and Climate Policy, The Hague, The Netherlands, 2022.
- [58] *ISO/FDIS 59010: Final draft: Circular economy – Guidance on the transition of business models and value networks*.
- [59] J. Albertí, M. Roca, C. Brodhag, and P. Fullana-i-Palmer, "Allocation and system boundary in life cycle assessments of cities," *Habitat Int.*, vol. 83, pp. 41–54, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.habitatint.2018.11.003.
- [60] N. Romero-Castro, M. Ángeles López-Cabarcos, V. Miramontes-Viña, and D. Ribeiro-Soriano, "Sustainable energy transition and circular economy: The heterogeneity of potential investors in rural community renewable energy projects," *Environ. Dev. Sustain.*, Jan. 2023, doi: 10.1007/s10668-022-02898-z.
- [61] A. Bjørn *et al.*, "Life cycle assessment applying planetary and regional boundaries to the process level: a model case study," *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 25, no. 11, pp. 2241–2254, Nov. 2020, doi: 10.1007/s11367-020-01823-8.
- [62] L. Dreyer, M. Hauschild, and J. Schierbeck, "A Framework for Social Life Cycle Impact Assessment (10 pp)," *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 11, no. 2, pp. 88–97, Mar. 2006, doi: 10.1065/lca2005.08.223.

- [63] Loetud aadressil: <https://pacecircular.org>. Kasutatud 12.05.2025.
- [64] Corporate target-setting for the circular economy: Mobilizing measurable progress." Platform for Accelerating the Circular Economy (PACE), Nov. 2022. Loetud aadressil <https://pacecircular.org>. Kasutatud 12.05.2025
- [65] Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv (EL) 2022/2464, 14. detsember 2022, millega muudetakse määrust (EL) nr 537/2014, direktiivi 2004/109/EÜ, direktiivi 2006/43/EÜ ja direktiivi 2013/34/EL seoses äriühingute kestlikkusaruandlusega.
- [66] The Circular Transition Indicators V4.0 Metrics for business, by business. Developed by members of the Circular Transition Indicators project of WBCSD's. World Business Council for Sustainable Development, May 2023. Loetud aadressil <https://www.wbcsd.org/resources/circular-transition-indicators-v4/>. Kasutatud 12.05.2025.
- [67] The Circular Transition Indicators (CTI) Sector guidance - Electronic devices. Developed by members of the Circular Transition Indicators project of WBCSD's. World Business Council for Sustainable Development, Apr. 2024. Loetud aadressil <https://www.wbcsd.org/resources/circular-transition-indicators-v4/>. Kasutatud 12.05.2025.
- [68] Loetud aadressil: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/resources/circulytics/overview>. Kasutatud 12.05.2025.
- [69] European Commission. Directorate General for Research and Innovation., *Safe and sustainable by design chemicals and materials: a European assessment framework*. LU: Publications Office, 2022. Accessed: Mar. 25, 2025. [Online]. Available: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/86120>
- [70] Loetud aadressil: <https://www.parc-ssbd.eu>. Kasutatud 12.05.2025.
- [71] V. Ungureanu, L. Bragança, C. Baniotopoulos, and K. M. Abdalla, Eds., *4th International Conference "Coordinating Engineering for Sustainability and Resilience" & Midterm Conference of CircularB "Implementation of Circular Economy in the Built Environment,"* vol. 489. in Lecture Notes in Civil Engineering, vol. 489. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. doi: 10.1007/978-3-031-57800-7.
- [72] C. Jacob, A. Nandra, and J. Gupta, "Strategic Concepts, Challenges, and Life-cycle Assessment for Sustainable Construction and Building Circularity in the real Estate Sector," *Circ. Econ. Sustain.*, Dec. 2024, doi: 10.1007/s43615-024-00466-3.
- [73] M. Haase, H. Bernegger, and M. Meslec, "Stakeholder Mapping for Value Creation of New Circular Business Models," in *4th International Conference "Coordinating Engineering for Sustainability and Resilience" & Midterm Conference of CircularB "Implementation of Circular Economy in the Built Environment,"* vol. 489, V.

- Ungureanu, L. Bragança, C. Baniotopoulos, and K. M. Abdalla, Eds., in *Lecture Notes in Civil Engineering*, vol. 489. , Cham: Springer Nature Switzerland, 2024, pp. 325–334. doi: 10.1007/978-3-031-57800-7_30.
- [74] M. Meslec and M. Haase, "Multi-scalar Business Models for Advancing Circular Economy in Real Estate Development," in *4th International Conference Coordinating Engineering for Sustainability and Resilience and Midterm Conference of CircularB Implementation of Circular Economy in the Built Environment*, edited by Viorel Ungureanu, et al., Springer, 2024. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/tuee/detail.action?docID=31361015>., pp. 471–481.
- [75] A. Gupta and P. Tiwari, Eds., "Circular economy in the real estate sector," in *A research agenda for real estate*, in Elgar research agendas. , Cheltenham, UK ; Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, 2022, pp. 121–138.
- [76] J. Peirani and N. Cochard, "The Obstacles of Circular Economy in the Real Estate Sector," in *Organizing Smart Buildings and Cities*, vol. 36, E. Magnaghi, V. Flambard, D. Mancini, J. Jacques, and N. Gouvy, Eds., in *Lecture Notes in Information Systems and Organisation*, vol. 36. , Cham: Springer International Publishing, 2021, pp. 159–175. doi: 10.1007/978-3-030-60607-7_10.
- [77] Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv (EL) 2024/1760, 13. juuni 2024, mis käsitleb äriühingute kestlikkusalaast hoolsuskohustust ning millega muudetakse direktiivi (EL) 2019/1937 ja määrust (EL) 2023/2859.
- [78] Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus (EL) 2020/852, 18. juuni 2020, millega kehtestatakse kestlike investeeringute hõlbustamise raamistik ja muudetakse määrust (EL) 2019/2088.
- [79] C. Falkenberg, C. Schneeberger, and S. Pöchtrager, "Is Sustainability Reporting Promoting a Circular Economy? Analysis of Companies' Sustainability Reports in the Agri-Food Sector in the Scope of Corporate Sustainability Reporting Directive and EU Taxonomy Regulation," *Sustainability*, vol. 15, no. 9, p. 7498, May 2023, doi: 10.3390/su15097498.
- [80] D. A. D. J. Pacheco, I. S. Rampasso, G. S. Michels, S. M. Ali, and J. D. Hunt, "From linear to circular economy: The role of BS 8001:2017 for green transition in small business in developing economies," *J. Clean. Prod.*, vol. 439, p. 140787, Feb. 2024, doi: 10.1016/j.jclepro.2024.140787.
- [81] G. Arana-Landin, W. Sigüenza, B. Landeta-Manzano, and I. Laskurain-Iturbe, "Circular economy: On the road to ISO 59000 family of standards," *Corp. Soc. Responsib. Environ. Manag.*, p. csr.2665, Nov. 2023, doi: 10.1002/csr.2665.
- [82] S. Pauliuk, "Critical appraisal of the circular economy standard BS 8001:2017 and a dashboard of quantitative system indicators for its implementation in

- organizations," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 129, pp. 81–92, Feb. 2018, doi: 10.1016/j.resconrec.2017.10.019.
- [83] GRI 301: Materials 2016, Global Reporting Initiative (2021), 'GRI sustainability and reporting standards', loetud aadressil: www.globalreporting.org/how-to-use-the-gri-standards/gri-standards-english-language/. Kasutatud 12.05.2025.
- [84] European Commission. Directorate General for Research and Innovation., *Categorisation system for the circular economy: a sector agnostic categorisation system for activities substantially contributing to the circular economy*. LU: Publications Office, 2020. Accessed: Mar. 26, 2025. [Online]. Available: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/172128>
- [85] Corporate manual for setting science-based targets for nature." Science Based Targets Network (2024). Corporate Manual, available <https://sciencebasedtargetsnetwork.org/wp-content/uploads/2024/07/Corporate-manual-for-setting-SBT-for-Nature.pdf>.
- [86] Komisjoni otsus, 3. mai 2000, millega asendatakse otsus 94/3/EÜ (millega kehtestatakse jäätmeid käsitleva nõukogu direktiivi 75/442/EMÜ artikli 1 punkti a kohaselt jäätmete nimistu) ja nõukogu otsus 94/904/EÜ (millega kehtestatakse ohtlike jäätmeid käsitleva nõukogu direktiivi 91/689/EMÜ artikli 1 lõike 4 kohaselt ohtlike jäätmete nimistu).
- [87] Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2008/98/EÜ, 19. november 2008, mis käsitleb jäätmeid ja millega tunnistatakse kehtetuks teatud direktiivid.
- [88] Eesti Vabariigi jäätmeseadus. Vastu võetud 28.01.2004. RT I, 31.12.2024, 7. Kasutatud 25.03.2025.
- [89] Komisjoni teatis Euroopa Parlamendile, Euroopa Ülemkogule, Nõukogule, Euroopa Majandus- ja sotsiaalkomiteele ning Regioonide komiteele rohelse kokkuleppe tööstuskava kliimaneutraalsuse ajastuks, Brüssel, 1.2.2023.
- [90] Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus (EL) 2025/40, 19. detsember 2024, mis käsitleb pakendeid ja pakendijäätmeid ning millega muudetakse määrust (EL) 2019/1020 ja direktiivi (EL) 2019/904 ning tunnistatakse kehtetuks direktiiv 94/62/EÜ.
- [91] I. Munteanu, L. Ionescu-Fekeaga, and B. S. Ionescu, "Financial Strategies for Sustainability: Examining the Circular Economy Perspective," *Sustain. Switz.*, vol. 16, no. 20, p. Article number 8942, Oct. 2024, doi: 10.3390/su16208942.
- [92] B. et al Corona, "Towards sustainable development through the circular economy—A review and critical assessment on current circularity metrics," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 151, p. Article number 104498, Dec. 2019, doi: 10.1016/j.resconrec.2019.104498.

- [93] V. Basile, N. Petacca, and Vana, "Measuring Circularity in Life Cycle Management: A Literature Review," *Glob. J. Flex. Syst. Manag.*, vol. 25, pp. 419–443, Sep. 2024, doi: 10.1007/s40171-024-00402-2.
- [94] O. Pilipenets, F. Kin Peng Hui, T. Gunawardena, P. Mendis, and L. Aye, "New circularity indicator for decision making in the stockpile management of construction and demolition waste: Perspectives of Australian practitioners," *Jpurnal Environ. Manag.*, vol. 363, p. Article number 121345, Jul. 2024, doi: 10.1016/j.jenvman.2024.121345.
- [95] R. Kazmi and M. Chakraborty, "Identification of parameters and indicators for implementing circularity in the construction industry," *J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 70, no. 1, p. Article number 77, 2023, doi: 10.1186/s44147-023-00251-3.
- [96] E. Dufrasnes, L. Eich, and F. Angyal, "Development of a Circularity Assessment Tool with Local Stakeholders from Strasbourg," *Lect. Notes Civ. Eng.*, vol. 489 LNCE, no. 4th International Conference on Coordinating Engineering for Sustainability and Resilience and the Midterm Conference of the COST Action CircularB on Implementation of Circular Economy in the Built Environment, CESARE 2024, pp. 436–445, 2024, doi: 10.1007/978-3-031-57800-7_40.
- [97] G. Pristera, E. Sanye-Mengual, P. Wierzgala, and S. Sala, "Testing circularity measures: Lifespan and end-of-life modelling influence on the environmental impact of the EU residential building stock," *Sustain. Prod. Consum.*, vol. 56, pp. 207–220, Jun. 2025, doi: 10.1016/j.spc.2025.03.014.
- [98] G. C. R. Hasibuan and et al, "Integrating circular economy into construction and demolition waste management: A bibliometric review of sustainable engineering practices in the built environment," *Case Stud. Chem. Environ. Eng.*, vol. 11, no. 101159, 2025, doi: 10.1016/j.cscee.2025.101159.
- [99] B. Purvis, T. Calzolari, and A. Genovese, "Consensus and contestation: Reflections on the development of an indicator framework for a just transition to a circular economy," *Ecol. Econ.*, vol. 230, p. Article number 108476, Apr. 2025, doi: 10.1016/j.ecolecon.2024.108476.
- [100] N. Khadim, R. Agliata, M. J. Thaheem, and L. Mallo, "Whole building circularity indicator: A circular economy assessment framework for promoting circularity and sustainability in buildings and construction," *Build. Environ.*, vol. 241, no. Article number 110498, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.buildenv.2023.110498.
- [101] J. Brändström and M. Saidani, "Comparison between circularity metrics and LCA: A case study on circular economy strategies," *J. Clean. Prod.*, vol. 371, no. Article number 133537, Oct. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.133537.

- [102] J. Wu, X. Ye, and Cui, "Recycled Materials in Construction: Trends, Status, and Future of Research," *Sustain. Switz.*, vol. 17, no. 6, p. Article number 2636, Mar. 2025, doi: 10.3390/su17062636.
- [103] PACE Corporate target-setting for the circular economy: Mobilizing measurable progress, loetud aadressil <https://pacecircular.org/corporate-circular-target-setting>. Kasutatud 12.05.2025.
- [104] *EN 15978:2011 Ehitiste jätkusuutlikkus. Hoonete keskkonnatoimivuse hindamine.*
- [105] Loetud aadressil: <https://platformcb23.nl>. Kasutatud 12.05.2025.
- [106] Level(s). European framework for sustainable buildings, loetud aadressil: https://green-forum.ec.europa.eu/levels_en. Kasutatud 12.05.2025.
- [107] A. Oviir, K.-A. Kertsmik, V. Voronova, and S. Vares, "Hoone olulusringi süsinikujalajälje arvutamise meetoodika. Eesti riiklikku süsinikujalajälje arvutamise meetoodikat kirjeldav tehniline dokument. LIFE IP Build EST, Tallinn 2024.
- [108] T. Häkkinen and M. Kuittinen, *Madalsüsinikuehituse suunas. Hindamise ja projekteerimise käsiraamat*. ET Infokeskuse AS, 2021.
- [109] A. Oviir, K.-A. Kertsmik, V. Voronova, and S. Vares, "Hoone CO2 jalajälje arvutuse meetod. Eesti riiklikku CO2 jalajälje arvutamise meetodit kirjeldav tehniline dokument." Life IP BuildEST programmi rahastusleping nr Life 20 IPC/EE/00001, 2023.
- [110] Loetud aadressil: <https://kliimaministeerium.ee/elukeskkond-ringmajandus/energiatohusus-ja-keskkonnasaast/hoone-susini-kujalajalg>. Kasutatud 24.03.2025.

LISAD

Lisa 1. Ringsuse indikaatorid mudelis

Ringsuse mõõtmine vastavalt standardile 59020

Ülevaates on toodud ainult need standardis [31] toodud indikaatorid, mida on kasutatud ringse küla mudelis, vaata ka joonis 4.5.

A 2 Ressursside sissevoog

Kategooria arvestab kõigi materjalide sissevoogu (v.a. vesi ja energia, mida arvestatakse eraldi kategoorias) ning seda mõõdetakse neljas sisukategoorias:

- korduskasutatud materjal;
- ringlussevõetud materjal;
- esmane taastuvmaterjal;
- esmane mittetaastuv materjal.

Need sisukategooriad on vastastikku välistavad ning kõik kokku moodustavad 100% ressursside sissevoost. Esimest 3 tüüpi (korduskasutatud, ringlussevõetud ja esmane taastuvmaterjal) loetakse ringseteks sisenditeks, mistõttu lineaarse sissevoo saab arvutada kogu sissevoo ja ringse sissevoo vahena. Juhul kui ressursside sissevoo indikaator ei ole relevantne, võib selle väärtuseks võtta 0. Erinevat tüüpi või erineva taaskasutatud materjali sisaldusega ressursside sissevoogu tuleb mõõta eraldi või agregeeritult vastavalt standardile ISO 22095. Kaetud peava olema kõik eesmärgi ning skoobi seisukohalt olulised ressursid.



Indikaator A 2.2 Sissevoo (X) korduskasutatud materjali keskmine määr - iseloomustab korduskasutatud materiaalse ressursside keskmist osakaalu sissevoos. Korduskasutatuks loetakse materjal või komponent, mis on juba kasutuses olnud. Esmaseks toormeks töödeldud materjal ei ole korduskasutatud materjal.

Arvutatakse valemiga:

Korduskasutatud materjali keskmine osakaal sissevoos X (%) = (korduskasutatud komponentide ja toodete mass sissevoos (kg/t) / kogu materjali mass sissevoos X (kg/t)) x 100

Indikaator A 2.3 Sissevoo (X) ringlussevõetud materjali keskmine määr - iseloomustab ringlussevõetud materiaalsete ressursside keskmist osakaalu sissevoos. Materjal loetakse ringlussevõetud materjaliks juhul kui see vastab standardi ISO 14021 vastavale II tüüpi keskkonnamärgistamise spetsifikatsioonile. Ringlussevõetuks loetakse nii tarbimiseelne kui tarbimisjärgne materjal. Tööstuslikus protsessis tekkinud ja samas protsessis uuesti kasutatud materjal ei ole ringlussevõetud materjal.

Arvutatakse valemiga:

Ringlussevõetud materjali keskmine osakaal sissevoos X (%) = ringlussevõetud materjali mass sissevoos X (kg/t) / kogu materjali mass sissevoos X (kg/t)) x 100

Indikaator A 2.4 Sissevoo taastuva materjali keskmine määr - iseloomustab taastuvate materiaalsete ressursside keskmist osakaalu sissevoos. Taastuvatest ressurssidest saadud materjal on primaarne biomass, mis vastab järgnevatele tingimustele:

- taastub sama või suurema kiirusega mis kulub ammendamisele;
- hangitakse jätkusuutlikult;
- toodetud regeneratiivsel vm jätkusuutlikul meetodil nii, et tagatud on kättesaadavus ka tulevikus.

Regeneratiivne tootmine kasutab praktikaid, mis toetavad bioloogilist mitmekesisust ning ökosüsteemi teenuste jätkuvust, eriti muldade viljakuse, veepuhtuse ning süsiniku sidumise osas. Taastuvate materjalide puhul peab arvutusele olema lisatud hindamisel kasutatav kriteerium või verifitseerimise meetod.

Arvutatakse valemiga:

Taastuva materjali keskmine osakaal sissevoos X (%) = taastuva materjali mass sissevoos X (kg/t) / kogu materjali mass sissevoos X (kg/t)) x 100

A 3 Ressursside väljavoog

Kategooria arvestab kõigi materjalide väljavoogu (v.a. vesi ja energia, mida arvestatakse eraldi kategoorias) ning seda mõõdetakse kolmes sisukategoorias:

- korduskasutatud tooted ja komponendid;
- ringlussevõetud materjali osakaal väljavoos;
- Ringlusesse suunatavad taastuvmaterjalid.

Ülejäänud väljavoo loetakse lineaarseks ning materjalideks, mis ei panusta ringmajandusse. Lineaarse (mitte-ringse) väljavoo saab arvutada lahutades 100%-st ringse väljavoo. Juhul kui ressursside väljavoo indikaator ei ole relevantne, võib selle väärtuseks võtta 0. Erinevat tüüpi või erineva taaskasutatud materjali sisaldusega ressursside väljavoo tuleb mõõta eraldi, sh arvestades tahkete jäätmetega, heitmetega, kadudega ja mittetaastuvate toodetega.



Indikaator A 3.3 Väljavoo (X) saadud tegelikult korduskasutatud sisu - iseloomustab väljavoo seda osa, mis oli taastatud või mis on taastatav peale väljavoo (olelusringi lõpus) tulevikus, nt uue kasutusviisi andmisega, parandamisega või hooldusega. Indikaator näitab realistlikke eeldusi tegelikult korduskasutusele ning selle hindamiseks tuleks ajalooliste korduskasutuse andmete pealt prognoosida ootused tulevikus. Energiavõrku ühendatavate toodete puhul tuleb saab arvestada standardiga EN 45554.

Arvutatakse valemiga:

Tegelikult korduskasutatud toodete ja komponentide osakaal väljavoos X (%) = väljavoo mass (X), mida on korduskasutatud (kg/t) / kogu väljavoo X mass (kg/t)) $\times$ 100

Indikaator A 3.4 Väljavoo (X) tegelik ringlussevõtu määr - iseloomustab kogumise ning käitlemise tulemusena saadud materjalide taastamise tõhususe taset ning selle mõõtmiseks leitakse ringlussevõetud materjali osakaal väljavoos. Juhul kui ringlussevõtt toimub tulevikus, võib ringlussevõetud materjali kogust prognoosida, kasutades sarnaste materjalide tööstusharu keskmist võrreldavates regioonides. Arvestada tuleb nii taastuvate kui mittetaastuvate materjalidega. Indikaatori eesmärk on anda kvantitatiivne ning kontrollitav mõõt selle materjali osakaalule, mis saadakse peale kogumist ja ringlussevõtmist ning mida saab kasutada uute toodete saamisel. See näitab ühest tsüklis teise minevate materjalide tegelikku kogust.

Arvutatakse valemiga:

Tegelikult ringlussevõetud materjalide osakaal väljavoos X (%) = ringlussevõetavate materjalide mass (kg/t) väljavoo massis (X) / kogu väljavoo X mass (kg/t)) x 100

Indikaator A 3.5 Tegelikult toimuva bioloogilise tsükli määr väljavoos (X) - iseloomustab seda osa väljavoost, mida on elutsükli lõpus retsirkuleeritud eesmärgiga tagastada biosfääri (biodegradatsioon) ning mis sobivad retsirkulatsiooni, st kompostimiseks või anaeroobseks kääritamiseks. Indikaator näitab täielikult biosfääri tagastatud materjalide osa. Organisatsioonid saavad kasutada standardeid ISO 15270, ISO 17088 või ASTM D6400. Ressursivoogude ringsust arvestades tuleks eelistada kompostitavaid bioloogilisi materjale. Põhiline eeltingimus on, et need materjalid oleksid vee- ja mullakeskkonna ning bioloogilise mitmekesisuse seisukohast ohutud.

Arvutatakse valemiga:

Tegelikult retsirkuleeritud materjalide osakaal väljavoos X (%) = väljavoo massis (X) taastuva retsirkulatsiooni mass (kg/t) / kogu väljavoo X mass (kg/t)) x 100

A 4 Energia

Energia ringsuse indikaatorid iseloomustavad taastuenergia osa süsteemis kasutatavast koguenergiast. See ringluse indikaatori arvestab ka teise organisatsiooni poolt taastatud energia (nt veeaur) ning kaasnevatest toodetest saadud energiaga. Antud protsessi või süsteemi jaoks relevantset energiad on:

- taastuvatest energiaressurssidest saadav energia;
- esmastest mitteuuenevatest ressurssidest (nt fossiilkütused) või taastuvatest materjalidest saadav energia, mida ei arvestata indikaatoris 2.4;
- mitte-taastuvatest allikatest saadav jääenergia.

Indikaator A 4.2 Kasutatud taastuenergia keskmine määr - iseloomustab kasutatud taastuenergia osa. Indikaator hõlmab taastuenergia osa kogu energiakasutusest, st nii energia sisse- kui väljavoos, adresseerides seeläbi ka süsteemis toodetud ning välja müüdud taastuenergia voogu. Mõõtmisel tuleks kasutada ühikut, mis sobib kõigile energialiikidele (MJ, kWh).

Arvutatakse valemiga:

Kasutatud taastuenergia keskmine osakaal (%) kogu energiasisalduses X (%) =
(taastuenergia (X) sissevool (MJ, kWh) – taastuenergia väljavool (X) (MJ, kWh)) /
(kogu energia (X) sissevool (MJ, kWh) – kogu energia (X) väljavool (MJ, kWh)) x 100

A 5 Vee ringsuse indikaatorid

Vee ringsuse indikaatorid hõlmavad vee sissevoolu, vee väljavoolu, sisemise veekasutuse ning vee kvaliteedi. Tegemist on lokaalse indikaatoriga, mis väljendab arenduse piire kohaliku ökosüsteemi taluvuse suhtes. Veekasutuse ringsust saab tagada järgmiste tegevustega:

- vee vähendamine: veekasutuse minimeerimine ja reoveeteki juhtimine;
- vee korduskasutus: hõlmab ilma täiendava töötlemiseta korduskasutatavat vett;
- vee käitlemine kohapeal: kui vee edasiseks kasutamiseks või ringlusesse suunamiseks on vajalik täiendav käitlemine kohapeal;
- vee käitlemine mujal: kui alternatiivina tööstusliku heitvee ärajuhtimisele saab kasutada täiendavat käitlemist mujal.

Veekasutuse ringsuse hindamisel ja veeringuse indikaatorite arvutamisel võib kasutada ISO 14046 kohast vee jalajälje hindamist.

Indikaator A 5.2 Ringsetest allikatest saadud veekasutuse määr - väljendab aastast veevajadust ringsetest allikatest. Ringseteks loetakse allikad, mis vastavad kõigile järgmistele kriteeriumidele:

- eelnev kasutamine või loomulik taastuvus: mitte-primaarsetest allikatest saadud vesi (sh korduskasutatud või ringlussevõetud vesi, uuenevatest allikatest saadud vesi (pinnavesi, pinnasevesi, kogutud vihmavesi jms). Peale kasutamist tagastatakse ringne vesi peale nõutavat töötlust kohalikku valgalasse;
- veekasutuse juhtimise plaan eesmärgiga minimeerida mõjusid kohalikele keskkonnale.

Arvutatakse valemiga:

Ringse veekasutuse keskmine osakaal (%) = (ringse vee sissevool m³/aastas / vee sissevool kõigist allikatest m³/aastas) x 100

Indikaator A 5.3 Kanalisatsiooni suunatud kvaliteetse vee määr - väljendab veekasutuse loaga piirkonnas kehtestatud nõuetele vastava või nendest kõrgema

kvaliteediga veekasutuse osakaalu kogu veekasutusest. Tavalised vee kvaliteedi parameetrid on bioloogiline hapnikutarve (BHT), pH ja temperatuur. Hindamisel võib kasutada standardeid ISO 22447 ja ISO 14046. Kadusid nagu leke, heitveed ja aurustumine, mille tõttu vett kohalikku ökosüsteemi ei tagastata, ei käsitleta ringse veena. Kogu veekasutus saadakse kadude, toodetes kasutatud ning ringse veekasutuse summana.

Arvutatakse valemiga:

Keskmine ringse vee heide (%) = (ringse veekasutuse maht m³/aastas / vee sissevoog kõigist allikatest m³/aastas) x 100

Indikaator A 5.4 Vee korduskasutuse määr - mõõdab vee ringsust üksuses aruandlusperioodil. See näitab kõigis protsessides ja tegevustes kasutatava veemahu osakaalu kasutatava vee kogumahust.

Arvutatakse valemiga:

Vee korduskasutuse määr = (kogu tarbitud või protsessi sisenenud vee kogus m³/aastas / kõigist välistest allikatest saadud vee kogus m³/aastas) x 100

A 6 Majandus

Majandusliku tasuvusega seotud ringsuse indikaatorite eesmärk on läbipaistvalt näidata, et valitud ringsuse strateegia on ka majanduslikult tasuv. Enamus organisatsioone kasutab lineaarseid majanduslikke indikaatorid (kasum, kulud, väärtus, tulem, tasuvus jt). Tootesüsteemi tasemel organisatsioonid saavad kasutada olulusringimaksumuse (LCC) lähenemist, mis määrab süsteemi kõigi osade, operatsioonide ja olulusringi tsüklite kulud. Organisatsioonid võivad kasutada järgmisi kaalutlusi:

- kulu: innovatsiooniks vajaliku transformatsiooni kulud, nt inimressursid, teadlikkuse kasvatamine, strateegia rakendamise kulud, ringsete meetmete skaleerimise kulud, toote elueaga seotud täiendavad kvaliteedi- ja materjalikulud;
- kasu: ringsest strateegiast saadav oodatav või realiseerunud majanduslik kasu, suurenev käive, tulu ühiku kohta või ROI, ressursikasutuse efektiivsus, turuosa, toetused ja maksuvabastused.

Arvutamisel võib kasutada standardit ISO 14007.

Indikaator A 6.2 Materjali tootlikkus (ringse materjali tootlikkus) - on organisatsiooni või toote ringsusest saadav tulu suhtena lineaarsete ressursside (mitte-ringsete) sissevoo kasutamisest saadavasse tulusse. Indikaator näitab tulude genereerimise efektiivsust tingimusel, et samaaegselt on vähendatud ka lineaarsete ressursside kasutamist. Indikaatorit võib teha täpsemaks, seades fookuse konkreetsele ressursile nagu plastik, metall, keraamika jne.

Arvutatakse valemiga:

Materjali tootlikkus rahalises väärtuses kg kohta = kogutulu rahaline väärtus / lineaarsete ressursside kogu sissevoog massiühikus (kg/tonn)

Indikaator A 6.3 Ressursikasutuse intensiivsus (lahtisidumise indeks) - on ressursikasutuse muutuse määr suhtena SKP muutuse määra valitud ajaperioodil. Kasutatakse peamiselt regionaalsete alasüsteemide tasemel, kuid võib muudetud kujul kasutada ka organisatsioonide loodud lisandväärtuse hindamisel.

Arvutatakse valemiga:

Ressursikasutuse intensiivsuse suhe = kasutatavate ressursside (mass) variatsiooni määr ajaperioodil / SKP variatsiooni määr ajaperioodil

Lisa 2. ESG indikaatorid mudelis

Ressursikasutuse ning ringmajandusega seotud riskid, mis võivad mõjutada võla- ja finantskohustusi

ESRS 2 IRO-1 Protsesside kirjeldus eesmärgiga identifitseerida ja hinnata materjalikasutus ning ringmajandusega seotud mõjusid, riske ja võimalusi	
11 Protsessi kirjeldav info:	(a) meetodid, eeldused ning vahendid mida on kasutatud oma tegevuste tegelike ja potentsiaalsete riskide hindamisel (b) mõjudest ja sõltuvustest tulenevad seosed riskide ning võimaluste vahel (c) konsulteerimise protsess, eriti mõjutatud kogukondadega
ESRS E5-1 Ressursikasutuse ja ringmajandusega seotud poliitika	
15 Info poliitika kohta mis:	(a) toetavad eemaldumist esmastest mitte-uuenevatest ressurssidest (b) panustavad taastuvate ressursside regeneratiivsesse tootmisesse ning ökosüsteemide regeneratsiooni
ESRS E5-2 Ressursikasutuse ja ringmajandusega seotud tegevused (vorm ESRS 2 DC-A)	
20 Info tegevuste kohta nii et:	(a) kas ja kuidas on seotud jäätmehierarhia tasemetega (b) detailsem ringmajanduse strateegia läbi toote väärtusahela <i>Refuse, Rethink, Reduce, Reuse, Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose</i> tegevused ning ringsuse mõõdikud, mis toetavad jäätmetekke vältimist ühingu üles- ja allavoolu tarneahelas
21 Avalikustama peab ka	tegevused mis on seotud tekitatud jäätmete materiaalsuse mõjude juhtimisega
ESRS E5-3 Ressursikasutuse ja ringmajanduse eesmärgid (vorm ESRS 2 DC-T)	
25 Sisse- ja väljavoo eesmärgid mis on:	(a) ringse disaini suurendamine (b) ringse materjalikasutuse suurendamine (c) esmaste mitte-taastuvate toormete kasutamise minimeerimine, võimalikud eesmärgid nii esmaste taastuvate kui mitte-taastuvate toormete osas (d) taastuvate ressursside varude ammendumise tagasipööramine (e) jäätmekäitlus, sh ettevalmistus ümbertöötlemiseks (f) muud eesmärgid
27 Lisaks tõendama et:	(a) kas kohalikud ökoloogilised lävendid identifitseeriti ning milliste meetoditega seda tehti (b) kas lävendid on olemispetsiifilised (entity-specific) ja kuidas see määrati (c) kuidas jagatakse ühingu vastutust identifitseeritud ökoloogiliste lävendite kaitsmise osas
ESRS E5-4 Ressursside sissevoo kirjeldus, st	
ühingu enda tegevuses läbi väärtusahela kasutatavad materjalid, varad, seadmed	
eris ringmajanduse tegevuskavas loetletud ühisustele, kelle sissevoos on materjalid mis kuuluvad võtme väärtusahelatesse: 3.6. Ehitus ja hooned	
ESRS E5-5 Ressursside väljavoo kirjeldus, st	
kuidas ühing panustab ringmajandusse läbi materjalikasutuse toodete disaini ja materjalide ning jäätmete käitluse peale esimest kasutamist	
ühingu jäätmekäitluse strateegia ning teadlikkus oma jäätmete kasutamisest oma tegevustes	
ESRS E5-6 Ressursikasutuse ja ringmajandusega seotud mõjude, riskide ning võimaluste hindamine (vorm ESRS 1 Appnedix C)	
43 Topeltmateriaalsuse hindamine:	potentsiaalsed finantsriskid mis tulenevad ressursikasutuse ja ringmajandusega seotud riskidest potentsiaalsed finantsriskid mis tulenevad ressursikasutuse ja ringmajandusega seotud võimalustest

Lisa 3. Raport

Hoone Kivikirve tee 3, Manniva küla, Jõelähtme vald, Harju maakond, süsinikujalajälje hindamise tulemused

Hoone süsinikujalajälge hinnatakse kehastunud süsiniku (GWP_{summa}) alusel, kasutades Eesti riiklikku CO₂ jalajälje arvutuse meetodit. Etappide A1-A3 hindamise eesmärk on hinnata hoones kasutatavate materjalide eriheitegurite mõju GWP_{summa} väärtusele ning süsinikujalajälge hinnatakse kahe stsenaariumi alusel:

Stsenaarium 1: kasutatakse Eesti ehitusmaterjalide kliimamõjude andmebaasis EHEA toodud üldised eriheitegurid (Soome ja Eesti tootjate keskmine);

Stsenaarium 2: kasutatakse taastuvenergia kättesaadavuselt sarnase riigi (Saksamaa) turu eriheitegurid.

Informatsioon hindamise kohta

Hindamise eesmärk	Hoone süsinikujalajälje arvutamine Eesti metoodikat kasutades
Hindamise tellija	Elamumess ja Lasita Aken AS
Hindaja nimi ja kvalifikatsioon	Anu Kull, tööstusökoloogia magistriõppe lõputöö
Hindamiseks kasutatud tarkvara ja tarkvara versioon	A1-A4 Microsoft Excel – tabelarvutus erinevate stsenaariumide võrdlemiseks etappides C1-C4 Hoone CO ₂ jalajälje arvutuse meetod, Lisa 3 – Süsinikujalajälje kalkulaator [109]
Stsenaariumis 1 kasutatav andmebaas	Eesti HEitegurite Andmebaas (EHEA)
Stsenaariumis 2 kasutatav andmebaas	ÖKOBAUDAT vastavalt EN 15804+A2, põhineb GaBi baasandmetel. Valitud on materjalile kõige lähem vaste, olenemata tootja asukohast
Etappides C1-C4 kasutatav andmebaas	Hoone CO ₂ jalajälje arvutuse meetod, Lisa 3 – Süsinikujalajälje kalkulaator [109]
Hindamispunkt hoone eluringis	Uusehitis
Hindamise kuupäev	18.04.2025

Tabel 1: Baasinformatsioon hindamise kohta.

Üldine teave hindamisobjekti kohta

Aadress	Kivikirve tee 3, Manniva küla, Jõelähtme vald, Harjumaa
Hoone kasutustüüp	11101 Üksikelamu
Kasutuselevõtmise aasta	2025
Hoone konstruktsioonitüüp	Puit
Põhiteave hoone kuju ja suuruse kohta:	
ehitisealune pindala (m ²)	149,7
korruste arv	2
kõrgus (m)	7,4
pikkus (m)	16
laius (m)	9,1
maht (m ³)	885
suletud brutopind (m ²)	245,8
kõetav pind (m ²)	192
Projekteeritud hoone tüüpiline kasutajate arv	4
Projekteeritud hoone maksimaalne lubatav kasutajate arv	n/a
Kütte-, jahutus- ja ventilatsioonisüsteem ning sooja vee varustussüsteem. Lokaalne energiatootmise süsteem	Soojuskandja: õhk-vesi soojuspump, võimsus 12 kW Põrandaküte: võimsus 9,43 kW, tmp.graafik 40°C/35°C Ventilatsioon: mehaaniline sissepuhke- väljatõmbesüst.

Tabel 2: Hinnatava objekti kirjeldus.

Andmeallikad

Materjalide koondtabel MS.xls formaadis on toodud lisas 4. Selles on eluringi etappide/moodulite lõikes toodud materjali nimetus, materjali klassifikatsioon vastavalt tabeli 3 sisule, materjali kogus, koguse ühik, süsinikujalajäle väärtus vastavalt stsenaariumile 1 ning stsenaariumile 2 koos andmeallikaga ning märkega, kas tegemist on tootjaspetsiifiliste EPD-de või keskmiste andmetega.

Alused ja vundamendid	
12, 22	Hoone alus, pinnas, vundament, täitematerjalid, vertikaalplaneerimine hoone vahetus läheduses
23	Esimese korruse põrand
Kandetarindid	
31	Kandekonstruktsioonid (kandseinad, talad, fermid, postid, plaadid, jäigastuselemendid jms)
33	Vahelaed (kõik funktsionaalsed kihid, v.a. pinnaviimistlus)
Välisseinad ja fassaadid	
32	Välissein ja sokkel (kandev osa, soojustus, välisviimistlus)
46	Rõdud, lodžad, terrassid, varjestus
Katusetarindid	
33, 48	Katused ja katuslaed (kandev osa, soojustus, pinnakate)
Avatäited	
41,42,43	Välisavatäited (sh plekid)
52	Siseavatäited (uksed, aknad)
Ruumitarindid ja pinnakatted	
51	Vaheseinad
54	Ripplagi
53,54,56	Sisepinnakatted (põrand, sein, lagi)
Trepid ja pandused	
34,47,55	Trepid, pandus, piirded ja käsipuud
Seadmed ja tehnosüsteemid	
7	Hoone tehnosüsteemid (nt sadeveerenn ja -torud, saun, korsten) - m ² vaikeväärtus
74	Hoonet teenindav taastuenergiatsüsteemid

Tabel 3: Hoone süsinikujalajälje arvutusse haaratavad ehitustööd (EVS 885 ehitustööde süsteemi põhine liigitus).

Pinnakatete ja viimistlusmaterjalide puhul on arvutustesse kaasatud materjalid, mida arvestatakse millimeeter (mm) skaalas. Viimistlusmaterjalid on ulatusest väljas, sest ei moodusta olulist osa (osakaal <1%) A moodulist. Elutsükli hindamisest jäetakse välja tabelis 4 toodud osad.

1	Välisrajatised
6	Sisustus, inventar ja seadmed

8	Ehitusplatsi korralduskulud
---	-----------------------------

Tabel 4: Hoone süsinikujalajälje arvutusest välja jäetavad ehitustööd (EVS 885 ehitustööde süsteemi põhine liigitus).

Kõigi materjalide ja toodete kvantifitseerimine määratakse hindamisobjekti projektikirjelduse ja hindamisobjekti eluringi iga mooduli stsenaariumide alusel (EN 15978 standardist). Välistamise kriteeriumid, vaikeväärtustena kaasatud materjalide kogused ja arvutusmeetod vastavalt Eesti riiklikku CO₂ jalajälje arvutamise meetodit kirjeldavale tehnilisele dokumendile Hoone olelusringi süsinikujalajälje arvutamise metoodika [107].

Tulemused

Elutsükli hindamise tulemused materjalide tootmise mõjude (A1-A3) kohta on esitatud tabelites 5 (stsenaarium 1) ja tabelis 6 (stsenaarium 2). Süsinikujalajälge elutsükli etappide kaupa käesolevas raportis ei arvutata, sest eesmärgiks on analüüsida A1-A3 mõjude tulemuste sõltuvust arvutamisel kasutatud eriheiteteguritest.

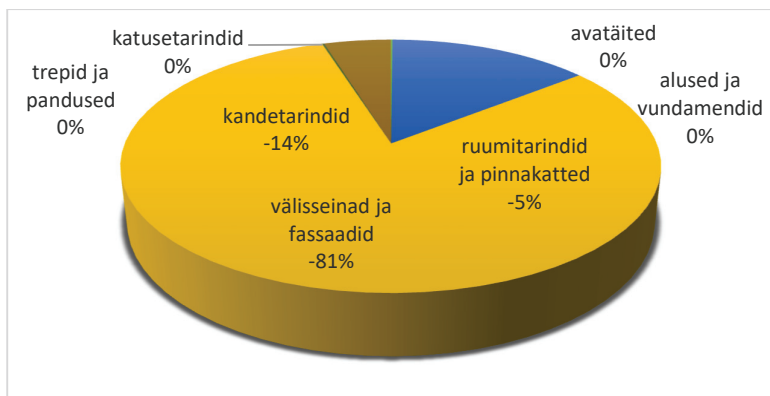
Ehitustööd	Süsiniku jalajalg C tCO ₂ e	Spetsiifiline süsiniku jalajalg c kgCO ₂ e (m ² /a)
Alused ja vundamendid	5.0	1.08
Kandetarindid	-720.04	-1.82
Välisseinad ja fassaadid	-4062.30	-5.76
Katusetarindid	-6.93	-1.40
Avatäited	0.25	0.16
Ruumitarindid ja pinnakatted	-239.06	48.59
Trepid ja pandused	-1.12	-1.80
Seadmed ja tehnosüsteemid	Ei arvesta, sest on mõlemas stsenaariumis sama	Ei arvesta, sest on mõlemas stsenaariumis sama
Kokku	-5025	-11

Tabel 5: Süsinikujalajalg ehitustööde kaupa, stsenaarium 1.

Ehitustööd	Süsiniku jalajälg C tCO ₂ e	Spetsiifiline süsiniku jalajälg c kgCO ₂ e (m ² /a)
Alused ja vundamendid	73.39	15.80
Kandetarindid	-8 956.14	-20.20
Välisseinad ja fassaadid	-171 532.98	-134.35
Katusetarindid	-57.07	-11.52
Avatäited	8.74	1.86
Ruumitarindid ja pinnakatted	-9847.44	-80.43
Trepid ja pandused	-6.29	-10.11
Seadmed ja tehnosüsteemid	Ei arvesta, sest on mõlemas stsenaariumis sama	Ei arvesta, sest on mõlemas stsenaariumis sama
Kokku	-190 318	-134

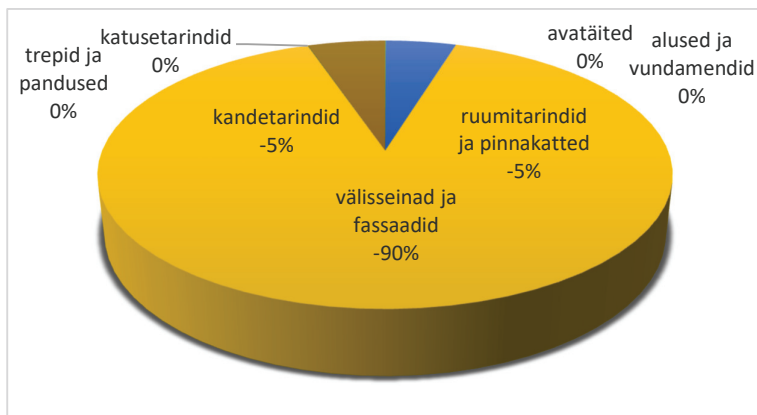
Tabel 6: Süsinikujalajälg ehitustööde kaupa, stsenaarium 2.

Eesti ehitusmaterjalide andmebaasi keskmiste andmete alusel otsustades on tegemist väga väikese süsinikujalajäljega ehitisega kuid see jalajälg on siiski olemas, vaata ka joonis 1.



Joonis 1: Hoone süsiniku jalajälg arvatuna Eesti ehitusmaterjalide andmebaasi eriheitetegureid kasutades (tCO₂e).

Saksamaa turule mõeldud andmebaasis olevate EPD-de alusel otsustades on hoone süsiniku jalajälg aga negatiivne, st hoone seob süsinikku, vaata ka joonis 2.

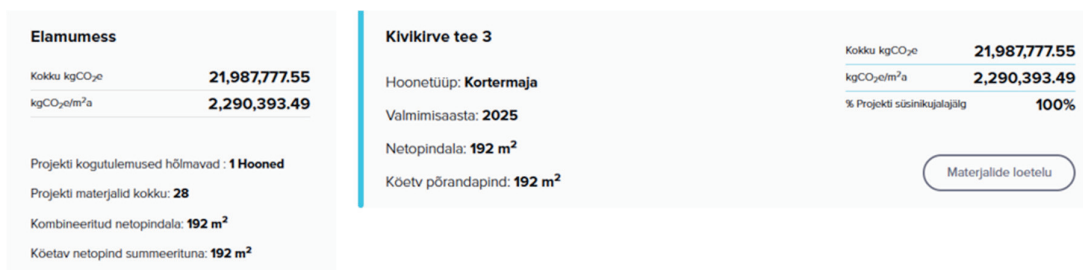


Joonis 2: Hoone süsiniku jalajälg arvutatuna Saksamaa turu andmebaasi OEKOBAUDAT eriheitetegureid kasutades (tCO_{2e}).

Tulemusi kontrollisime Tallinna Tehnikaülikooli teadlaste poolt ehitussektori kasvuhoonegaaside hindamise tarbeks loodud avatud koodiga tööriista SARV abil [11]. See kasutab sama heitekoefitsientide andmebaasi mis stsenaarium 1 ning pakub kahte alternatiivset arvutusmeetodit:

- Eesti meetod, mille puhul kasutatakse $GWP_{\text{fossiilne}}$ arvutamiseks hällist kuni väravani (moodulid A1-A3);
- Level(s) meetod, mille puhul kasutatakse GWP_{summa} väärtusi arvutamiseks hällist kuni väravani.

Eesti meetod on välja töötatud eesmärgiga lihtsustada süsinikujalajälje arvutamist. Lähtuvalt direktiivist (EL) 2024/1275 [4] koostab riik 2027.aastaks riikliku süsinikujälje piirmäärade tegevuskava, alates 01.01.2028 arvutatakse hoone olusringi süsinikujalajälg püstitavatele hoonetele, mille kasulik põrandapind on üle 1000 m²; alates 01.01.2030 kõigile püstitavatele hoonetele ning ning alates 01.01.2030 seatakse sisse hoone süsinikujalajälje piirväärtused [110]. Kivikirve tee 3 hoone süsinikujalajälg on mõlemas stsenaariumis arvutatud GWP_{summa} alusel, millest tulenevalt kasutasime ka SARV abil arvutusi kontrollides Level(s) meetodit, vaata ka joonis 3.



Joonis 3: Hoone süsinikujalajälg arvutatuna SARV tööriistaga Level(s) meetodit kasutades.

Tulemuste kontroll SARV tööriista abil näitas, et riiklikult planeeritud meetodit ja arvutuste lihtsustamiseks loodud tööriista kasutades on hoone süsinikujalajälg 21 988 tCO₂ ehk hoone emiteerib süsinikku. Samas kui võrreldava stsenaarium 1 kohaselt on hoone süsinikujalajälg -5025 tCO₂ ehk hoone seob süsinikku. Tulemuste erinevus on seletatav asjaoluga, et EHEA poolt pakutav ehitusmaterjalide valik on väga piiratud ning kohati korrektseid valikuid puuduvad. Kui valdava osa materjalide puhul leidsime andmebaasist siiski võrreldavad eriheitetegurid, siis puitkarkassi puhul võrreldavad eriheitetegured puuduvad, mistõttu kasutasime ka stsenaariumis 1 EHEA asemel võrreldava materjali Soome tootja EPD andmeid. SARV kasutab samuti EHEA andmebaasi kuid tööriist ei võimalda eriheitetegureid muuta.

Kasutatud materjalid

Analüüsi aluseks on eelprojekti alusel koostatud materjalide nimekirjad. Stsenaariumide 1 ja 2 jaoks koostati Excel formaadis andmetabel ning SARV jaoks samade andmete alusel tööriista poolt nõutavas vormis materjalide andmetabel. Tabelis 7 on toodud projekteerija andmed, mida hoone süsinikujalajälje arvutamisel on kasutatud.

Element	Pindala, m ²	Materjalid	Paksus, mm
Põrand pinnasel PP-01	92,93	Siseviimistlus	20
		Raudbetoon põrandakütte-torustikuga, aurutõkkemembraan	100
		Soojustus (koormusttaluv)	300
		Radoonitõkketile	
		Tihendatud liivaalus, tihendatud pinnas	
		<i>Kokku</i>	<i>280 mm</i>
Karkass- Sein SS-03*	1810	Kipsplaat*	50
		Metallkarkass**	45
		<i>Kokku</i>	<i>95 mm</i>
Karkass-sein ja saunasein SS-05+SS-S	3551	Haavalaudis, horisontaalne	15
		Vertikaalne roovitus	25
		Saunaisolatsiooni plaat fooliumkatttega	30
		Metallkarkass**	45
		Kipsplaat	25

		<i>Kokku</i>	140 mm
Välissein U=0,17 W/m²K VS-01	69 152	2 x kipsplaat	25
		Ristkihtliimpuit (CLT)	100
		Mineraalvillast kombineeritud soojustus- ja tuuletõkkeplaat	180
		Tuulutusvahe, vert.puitroovitus	32
		Horisontaalne puitroovitus	25
		Vert.täispunn-fassaadilaudis	23
		<i>Kokku</i>	390 mm
Kandev Sisesein SS-01	6457	Kipsplaat, tulekindel	50
		Ristkihtliimpuit (CLT)	120
		<i>Kokku</i>	170 mm
Kandev Sisesein SS-02	11 504	Kipsplaat	50
		Ristkihtliimpuit (CLT)	120
		<i>Kokku</i>	150 mm
Karkass-sein SS-03	2245	Kipsplaat	50
		Metallkarkass**	45
		<i>Kokku</i>	95 mm
Karkass-sein ja saunasein SS-05	628	Haavalaudis, horisontaalne	15
		Roovitus, vertikaalne	25
		<i>Kokku</i>	40 mm
Karkass-sein ja saunasein SS-S	524	Saunaisolatsiooniplaat fooliumkattega	30
		Kipsplaat	25
		Metallkarkass**	45
		<i>Kokku</i>	100 mm
Karkass-sein SS-06	1986	Kipsplaat	50
		Metallkarkass**	45
		<i>Kokku</i>	95 mm
Vahelagi VL-01	99,05	Siseviimistlus	20
		Raudbetoon põrandakütte-torustikuga, aurutõkkemembraan	70
		Sammumüraisolatsioon	30
		CLT vahelagi, ripplagi	160
		<i>Kokku</i>	280 mm
Katuslagi, U=0,1	99,05	2xSBS-katusekate ülekattega	25

W/m ² K, KL-01		Klaaskiudvillaplaadid Heavy TOP/U või OL-TOP/U	30
		OL-P (koormustaluvus 30 kPa) aurutõke	50
		OL-LAM (koormustaluvus 50 kPa) veeaurutõke	350
		CLT-paneel, ripplagi	160
		<i>Kokku</i>	<i>590 mm</i>
Varjualuse lagi KL-02	11,52	2xSBS-katusekate ülekattega	25
		Veekindel vineer	20
		Roovitus kallete andmiseks, 50 – 150 mm	130
		CLT paneel	160
		Roovitus	45
		Komposiitplaat	4
		<i>Kokku</i>	<i>359 mm</i>
Trepp, sees	12,44	Ristkihtliimpuit (CLT)	
		Puitparkett viimistlus	
Avatäited	91,45	Puit-alumiiniumaknad süsteemis alumiiniumprofiilist päikesevarjestusega, U=0,8	
		Turvaklaas, g=0,3	
		Soojustatud metalluks U=1,1	

*) märgruumides niiskuskindel kipsplaat + hüdroisolatsioonisüsteem

**) ehitamisel asendatud puitkarkassiga

Tabel 7: Hoone süsinikujalajälje arvutamise aluseks olevad eelprojekti andmed.

Projekteerija andmete alusel arvutatud stsenaariumi 1 tulemusi on kontrollitud SARV tööriista abil ning selleks koostatud Elamumess / Kivikirve tee 3 hoone EHEA mall on toodid tabelis 8.

Materjal	Maht (m³)	Ehitustöö	Asukoht	Konstruksioonitüüp
põrandakattematerjal, parkett 14 mm	2	alused ja vundamendid	Sees	PP-01
betonisegu C30/37	9	alused ja vundamendid	Sees	PP-01
niiskustõkkekile, PE 0.2 mm	0	alused ja vundamendid	Sees	PP-01
EPS soojustus	28	alused ja vundamendid	Sees	PP-01
sisevärv, akrüül	92	kandetarindid	Sees	SS-01, SS-02, VL-01
kipsplaat, sise	898	kandetarindid	Sees	SS-01, SS-02, VL-01
CLT ristkihtpuut	1941	kandetarindid	Sees	SS-01, SS-02, VL-01
põrandakattematerjal vaip 5 mm	3	kandetarindid	Sees	SS-01, SS-02, VL-01
sisevärv, akrüül	346	välisseinad ja fassaadid	Väljas	VS-01, KL-02
kipsplaat, sise	1729	välisseinad ja fassaadid	Väljas	VS-01, KL-02
CLT ristkihtpuut	6917	välisseinad ja fassaadid	Väljas	VS-01, KL-02
saematerjal okaspuit	3944	välisseinad ja fassaadid	Väljas	VS-01, KL-02
höövelmaterjal, okaspuit	1590	välisseinad ja fassaadid	Väljas	VS-01, KL-02
kipsplaat, sise	12447	välisseinad ja fassaadid	Väljas	VS-01, KL-02
bituumen membraan katusele	0	katusetarindid	Väljas	KL-01
tselluloosvillast soojustusplaat	3	katusetarindid	Väljas	KL-01
Kivivill 63 kg/m³	40	katusetarindid	Väljas	KL-01
niiskustõkkekile, PE 0.2 mm	0	katusetarindid	Väljas	KL-01
CLT ristkihtpuut	16	katusetarindid	Väljas	KL-01
aken, puit-Al, 3x	3	avatäited	Sees	
uks, sise, kerge, sile	1	avatäited	Sees	
uks, sise, kerge, sile	0	avatäited	Sees	
sisevärv, akrüül	51	ruumitarindid ja pinnakatted	Sees	SS-03, SS-03*, SS-06, SS-05, SS-S
kipsplaat, sise	404	ruumitarindid ja pinnakatted	Sees	SS-03, SS-03*, SS-06, SS-05, SS-S
tsingitud kerprofiil terasest	456	ruumitarindid ja pinnakatted	Sees	SS-03, SS-03*, SS-06, SS-05, SS-S
saematerjal okaspuit	167	ruumitarindid ja pinnakatted	Sees	SS-03, SS-03*, SS-06, SS-05, SS-S
tselluloosvillast soojustusplaat	123	ruumitarindid ja pinnakatted	Sees	SS-03, SS-03*, SS-06, SS-05, SS-S
niiskustõkkekile, PE 0.2 mm	1	ruumitarindid ja pinnakatted	Sees	SS-03, SS-03*, SS-06, SS-05, SS-S

Tabel 8: Tööriistas SARV kasutatud materjalide nimekiri EHEA mallil.

Analüüsi aluseks on eelprojekti alusel koostatud Excel formaadis andmetabel. Selle lehel 'Eriheitetegurid' on ülevaade kasutatud andmetest, lehel 'Arvutus 1' on toodud stsenaarium 1 arvutused, mille alusel on saadud tulemus Eesti ehitusmaterjalide andmebaasi alusel. Lehel 'Arvutus 2' on toodud stsenaarium 2 arvutused, mille alusel on saadud tulemus Saksamaa ehitussektoris kasutatava andmebaasi alusel.

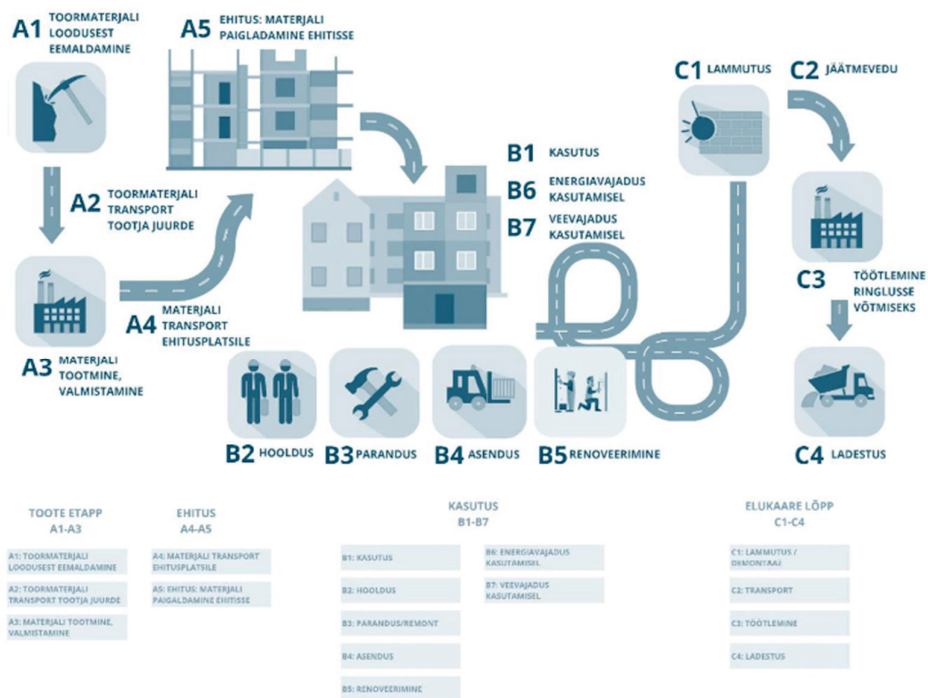
Etappide A1-A3 kokkuvõte

Nii stsenaarium 1 kui stsenaarium 2 puhul kasutatavad eriheitetegurite andmebaasid põhinevad EPD-del, millest tulenevalt on eelduste kohaselt ehitusmaterjalide tootmistehnoloogiad sarnased ning tulemuste väärtused erineva taastuv- või tuumaenergia kättesaadavusega riikides sarnased. Seega ei leidnud kinnitust väide, et hoone süsinikuemissioonide arvutamisel tuleb arvestada tootmise asukoha energiabilanssi. Küll aga näitas analüüs, et oluline erinevus tulemustes tuleneb kohustusest kasutada ainult EHEA andmebaasi. Hoone Kivikirve tee 3, Manniva küla,

Harjumaa projekteerimisel on tehtud teadlikult keskkonnasõbralikke valikuid ning ei ole kasutatud metalli, sh metallkarkassi. Seetõttu on saadud hoone, mis seob süsinikku. Eesti andmebaas ei võimalda aga projekteerimisel tehtud keskkonnasõbralike valikutega arvestada, mistõttu tulemuseks on süsinikujalajälg ka juhul kui hoone tegelikult seob süsinikku.

Etapid A4, A5, B4, C3 ja C4

Ehitusmaterjalide tootjad soovivad näha, kuidas nende toode mõjutab iga individuaalse hoone jalajälge, et teha sellest lähtuvalt paremaid valikuid toormete ning tootmisprotsesside valikul. Tootmisetapi A1-A3 mõju analüüs näitas, et tulemus võib olulisel määral olla sõltuv kasutatavatest eriheiteteguritest, millest tulenevalt on oluline viia Kivikirve tee 3 olelusringi analüüs lõpuni, vaata ka joonis 4.



Joonis 4: Hoone olelusringi süsinikujalajälje hindamise raamistik vastavalt standardile EVS-EN 15804 ning Eesti riikliku süsinikjalajälje arvutamise metoodikale.

Ainult metoodikakohase hindamise alusel on võimalik mõista, kas ka hoone tervikuna seob süsinikku. Hindamise tulemus aitab lõpp-kasutajatel mõista hoone keskkonnamõju

ja teha kestlikkusest lähtuvaid valikuid. Raportiga tõendatakse keskkonnaväide Kivikirve tee 3, Manniva küla, Jõelähtme vald, Harjumaa, Eesti eluhoone seob süsinikku.

Kokkuvõtte Eesti hoonete süsinikujalajälje arvutusse kaasatud hoone olelusringi etappidest on toodud tabelis 9.

Etapp	Sisaldub arvutuses	Selgitus
Tootmine (A1-A3)	Jah	Tehasest väljastatud materjalide/toodete süsinikujalajälje, mis sisaldab toormaterjalide tarnimise ja transpordi ning valmistusprotsessi mõju.
Transport ehitusele (A4)	Jah	Materjalitootja tehasest ehitusobjektile transportimise mõju.
Ehitamine (A5)	Jah	Materjalide ja toodete kaod (ülejäädgid) ehitusobjektile, nende materjalide transpordi, ümbertöötamise ja ladestamise mõju; ehitusplatsi energiakasutuse mõju.
Kasutamine (B1)	Ei	Keskkonda eralduvad või keskkonnast seotud heitmed paigaldatud toodete kasutamisest nende tavapärase (eeldatava) kasutamise ajal.
Hooldus (B2)	Ei	Hoone ja selle osade hooldus.
Remont (B3)	Ei	Hoone ja selle osade remont.
Asendamine (B4)	Jah	Ehitustoodete asendamine.
Rekonstrueerimine (B5)	Ei	Plaaniline hoone rekonstrueerimine. Olulisel rekonstrueerimisel rakenduvad MTM määruse nr 63 nõuded ja tehakse sama arvutus nagu uue hoone rajamisel.
Kasutusaegne energia (B6)	Jah	Tarnitud energia, mille hulk arvutatakse MTM määruse nr 63 nõuete kohaselt.
Kasutusaegne vesi (B7)	Ei	Tarbevee tootmise ja transpordi heide, v.a tarbevee kütmisega seotud mõju, mida arvestatakse B6 etapis.
Lõppkäitlus (C1-C4)	Jah	C1 lammutamine, C2 transport jäätmekäitlusjaama, C3 jäätmetöötlemine ja C4 lõplik kõrvaldamine.

Tabel 9: Eesti hoonete süsinikujalajälje arvutusse kaasatud hoone olelusringi etapid [107].

Juhul kui etappides A1-A3 kasutatakse mõne spetsiifilise tootja keskkonnadeklaratsiooni andmeid, siis metoodikakohaselt tuleb A4, A5, B4, C3 ja C4 stsenaariumides rakendada siiski vaikeväärtusi, mis kehtivad ligilähedasemale materjalile Eesti eriheitetegurite andmebaasist, juhul kui ei ole teada tõendatav projektipõhine stsenaarium. Vastavalt kasutati hindamisel:

- A4 etapi mõju arvutati kasutades Eesti meetodis esitatud transpordi valemeid, kus transpordi distants asendatakse distantstiga tootja väravast projekti asukohta (ehitusplatsile), nn "kaevust rattani" (*Well to Wheel*) põhimõttel. Nende materjalide puhul, mille transpordidistantsid on teada, kasutatakse projektipõhist lähenemist;
- muudes etappides kasutatakse nii Eesti meetodi lähenemist kui võrdlusena ka projektipõhist lähenemist (keskkonnadeklaratsioonil esitatud info) vastavalt igale etapile
 - A5 installatsiooni mõjud;
 - B4 materjali väljavahetuse periood;
 - C3 ja C4 lõppkäitluse stsenaarium.

Etapi A1-A3 tulemusele (ehitustööd, stsenaarium 2) tuleb lisada ka hoone tehnosüsteemide A1-A3 mõju. Kõik hoone tehnosüsteemide (A1-A3) eriheitetegurid Eesti andmebaasis on võetud Soome andmebaasist CO2data.fi ning kasutasime sama andmebaasi väikemaja eriheitetegurit (42 kg CO₂/m²). Tootmisetapi A1-A3 hindamise tulemus kokku on toodud tabelis 6 ja täiendatuna tabelis 10.

Ehitustööd	Süsiniku jalajälg C tCO ₂ e	Spetsiifiline süsiniku jalajälg c kgCO ₂ e (m ² /a)
Alused ja vundamendid	73.39	15.80
Kandetarindid	-8 956.14	-20.20
Välisseinad ja fassaadid	-171 532.98	-134.35
Katusetarindid	-57.07	-11.52
Avatäited	8.74	1.86
Ruumitarindid ja pinnakatted	-9847.44	-80.43
Trepid ja pandused	-6.29	-10.11
Seadmed ja tehnosüsteemid	0.042	0.0044
Kokku	-190 318	- 134

Tabel 10: Tootmisetapi A1-A3 kogumõju.

Ehitusmaterjalide transport (etapp A4) hindab mõjusid, mis on seotud ehitusel kasutatud materjalide transpordiga ehitusplatsile. Transport ehitusplatsile ja tagasi arvutatakse eraldi nin summeeritakse. Kasutatakse valemeid:

$GWP_{A4 \text{ ehitusplatsile}} = \sum m_{\text{materjal } i} \times (DIS_{\text{maantee } A4 \text{ km}} \times EF_{\text{maantee sõit}} + DIS_{\text{linn } A4 \text{ km}} \times EF_{\text{linnasõit}})$. Ühik - 1 kg CO₂e kui on transporditud 1 tonn toodet 1 km kaugusele

$GWP_{\text{Atagasi}} = \sum \text{tühisõitude arv} \times (DIS_{\text{maantee tagasi } A4 \text{ km}} \times EF_{\text{maantee sõit } 0\%} + DIS_{\text{linn tagasi } A4 \text{ km}} \times EF_{\text{linnasõit } 0\%})$. Ühik - 1 kg CO₂e, kui veok on sõitnud ilma koormata 1 km

kus

- M on materjali mass (kg)
- DIS on tootekohane transpordi distantssi pikkus (km)
- EF on transpordi heitetegur Eesti andmebaasist, valitakse vastavalt andmebaasis esitatud tootekohase mahtuvuse koormuse A4 järgi. Need on esitatud 40-tonnisele poolhaagisega veoautole kandevõimega 20,30,40,50,80 ja 100% (kandevõime 100% tähendab koormat 25 tonni).

Eesti andmebaas pakub kõigile materjalidele, mida ei toodeta Eestis, transpordivahemaaks DIS_{maantee} 1530 km, DIS_{linn} 170 km, DIS_{maantee tagasi} 459 km ja DIS_{linn tagasi} 51 km. Nende Kivikirve tee 3 kasutatud materjalide osas, mille kohta on teada üksikasjalik toodete transporditeave, on kasutatud tootepõhiseid transpordivahemaid ning hindamine on tehtud ainult ühe suuna transpordi kohta kuid saadud süsinikujalajälg on korrutatud koefitsiendiga 1.4, mis näitab, et kaubanduslikult tasuvate edasi-tagasi sõitude osa puudub.

Tootepõhiseid transpordivahemaid on kasutatud järgmiselt:

- kipsplaat – Saint-Gobain tehas Kirkkonummi, Soome, 410 km maantee (sh DIS_{maantee} 369 km ja DIS_{linn} 41 km) ja 82 km laev;
- CLT ristkihtpuit – Arcwood tootmine Pölvas, 227 km (sh DIS_{maantee} 204 km ja DIS_{linn} 23 km);
- kivivill 63 kg/m³ (lähim materjal Eesti andmebaasis) asemel Isover OL-P/OL TOP toomiskoht Saint-Gobain tehas Hyvinkää, Soome, 646 km maantee (sh DIS_{maantee} 581 km ja DIS_{linn} 61 km) ja 82 km laev;
- spoonliimpuit (lähem materjal Eesti andmebaasis) asemel Kertopuu (LVL) tootmine VMG Lignum, Leedu, 457 km (sh DIS_{maantee} 411 km ja DIS_{linn} 46 km).

Meretranspordi heitekoefitsient on EF_{muud,tkm} 0.014 kgCO₂e/tkm ning tagasisõitu ei ole arvesse võetud, sest laevadel on tagasisõidul alati koorem peal. Korduskasutatud materjalide transpordidistantsi tuleb arvutada projektipõhiselt kuid neid Kivikirve tee 3 hoones kasutatud ei ole.

Ehitusmaterjalide transpordi (A4 etapp) süsinikujalajälg on 382 tonni CO₂.

Oluline on seejuures võrdlusena välja tuua, et juhul kui arvutustes oleks kasutanud mitte tootepõhiseid vaid andmebaasis toodud vaikumisi transpordidistantse, siis oleks süsinikujalajälg 5 korda suurem (1930 tonni CO₂e). Arvutusmudel SARV annab tulemuseks 1,449,976.52 kg CO₂e, mis on võrreldav vaikumisi arvutusega eeldusel, et SARV kasutab metoodika vanemat versiooni, milles ei arvutata eraldi GWP_{Atagasi} vaid kasutatakse koefitsienti 1.4. Kõige suurema osakaaluga on kipsplaat (83%) ning suure osakaaluga (10%) on CLT ristkihtpuit; sae- ja höövelmaterjali osakaal on 4% ning kõigi ülejäänud materjaligruppide osakaalud jäävad alla 1%.

Ehitustegevuse mõju (etapp A5) käsitleb hoonete ehitamisel ja paigaldamisel tekkivaid jäätmeid. Sellesse kuulub mõju, mis on seotud toodete ladustamisega

ehitusplatsil, ehitusplatsi taristu ja ehitatava hoone kütmise, jahutamise ja õhuniiskuse reguleerimisega ning materjalide ja seadmete transpordiga ehitusplatsil. Samuti arvestatakse A5 etapis ehitus- ja paigaldusprotsessis vajaminevate materjalide ning seejuures tekkivate jäätmetega. Kasutatakse valemit:

$$GWP_{A5} = GWP_{EP} \times A_{neto} + \sum (GWP_{A1-A4_{mat\ i}}) + (GWP_{A4_{mat\ I}} + GWP_{C1-C4_{materjali}}) \times w\%_{mat\ i}$$

kus

- W% on materjali ülekulutegur, milleks eelprojekti faasis võib arvestada 10%, st tegur on 1.1
- GWP_{EP} on ehitusplatsil tehtavate tööde mõju vaikeväärtus suletud netopindala kohta
- A_{neto} on hoone suletud netopind m^2 .

Kasutatakse Eesti ehitusmaterjalide andmebaasis antud vaikeväärtusi. Kui paigaldustehnikat ja sellega seotud raiskamist on võimalik täpselt kvantifitseerida, siis võib aga vaikeväärtusi kohandada. Eesti andmebaasi A5 etapi oletused toodete installatsioonis tekkivate lõikamise, paigaldamise ja jäätmete osakaalust (%) põhinevad puutoodete osas Woodhaus (Soome) kogemusele ning muus osas Soome SYKE andmebaasile (CO2data).

GWP_{A5} hindamisel tuleb kasutada OneClick LCA andmebaasi vaikeväärtusi. Arvutamisel kasutasime Eesti meetodi arvutuse mudeli kalkulaatori lehe A5 valemeid (vaata ka tabel 11).

	Paigaldus- jäätmete määr	A1-A3 mõjud tCO ₂ e	A5 etapi tulemus tCO ₂ e
betonisegu C30/37	4%	33.61	1 344.77
kivivill 63 kg/m ³	5%	1.20	59.97
soojustus	4%	57.66	2 306.65
tselluloosvill soojustus	8%	34.96	2 796.99
bituumenmembraan	10%	0.18	18.12
saematerjal	7%	-106 695.24	- 7468 665.11
höövelmaterjal	7%	-40 159.95	- 2811 195.48
CLT ristkihtpuit	7%	-44 134.90	- 3089 438.87
spoonliimpuit/LVL	7%	-3863.18	- 270 417.01
vineer	9%	-26.26	- 2363.80
kipsplaat	13%	4336.70	563 802.77

põrandakate, parkett	6%	-0.63	- 37.91
põrandakate, vaip	10%	31.05	3105.78
aknad	0%	9.25	0
uksed	0%	-0.51	0
sisevärv	n.a.	n.a.	n.a.
niiskustõkkekile	n.a.	n.a.	n.a.
Kokku			- 13 068 683.12

Tabel 11: A5 etapi mõjud materjaliliikide lõikes.

Ehitustegevuse (A5 etapp) süsinikujalajälg on – 13 068 683.12 t CO₂ ning sellest hoone süsinikku siduv mõju tuleneb puidupõhiste materjalide kasutamisest.

Ehitusmaterjalide väljavahetus hoone olelusringi jooksul (etapp B4) on oluline süsinikuheitmete allikas. Materjalide andmebaas annab iga ehitusmaterjali jaoks materjali kasutusaja vaikeväärtuse. Kasutusiga määrab, kui kaua on toode enne selle väljavahetamist kasutusel. Kui mõne toote kasutusiga on lühem kui hoone hindamisperiood (50 aastat), tuleb toode igal kasutusaja lõppemisel asendada, kuni saavutatakse vähemalt hoone täielik hindamisperiood. Kõik asendustooted arvutatakse sama süsinikujalajälje alusel kui algselt paigaldatud toode, v.a. taaskasutatud tooted. Juhul kui materjali ei ole andmebaasis, võib kasutada tootjate tehnilist dokumentatsiooni ja EPD-sid. Kasutatakse valemit:

$$GWP_{B4} = \sum (GWP A1-A4_{mat\ i} + GWP A4_{mat\ i} + GWP A5_{mat\ i} + GWP C1-C4_{mat\ i}) \times i_{mat\ i}$$
 kus

- $i_{mat\ i}$ materjal on materjali/toote asenduse intervall, mis on arvutatud vastavalt valemile $i = (50/\text{toote kasutusiga}) - 1$.

Arvutamisel kasutasime Eesti meetodi arvutuse mudeli kalkulaatori lehel B4 vaikimisi antud kasutusiga ning arvutatud B4 tulemust (vaata ka tabel 12).

	Kasutusiga, a	B4 tulemus tCO ₂ e
betoonisegu C30/37	80	0
kivivill 63 kg/m ³	80	0
soojustus	80	0
tselluloosvill soojustus	80	0

bituumenmembraan	20	1.118
saematerjal	80	0
höövelmaterjal	80	0
CLT ristkihtpuit	80	0
spoonliimpuit/LVL	80	0
kipsplaat	80	0
põrandakate, parkett	80	0
põrandakate, vaip	15	6.142
aknad	80	0
uksed	80	0
Kokku		7.26

Tabel 12: B4 etapi mõjud materjaliliikide lõikes.

Ehitusmaterjalide väljavahetuse (B4 etapp) süsinikujalajälg on 7.26 tCO₂ ning see tuleb vaipkatte ja SBS-katusekatte (bituumenmembraan) arvelt, mida peab hindamisperioodi jooksul vahetama vastavalt 5 ja 3 korda.

Hoone kasutusaegne energia (B6 etapp) mõju arvutatakse lähtuvalt hoonesse tarnitud energia tootmismõjust. Kasutatakse valemit:

$$GBP_{B6} = \sum EF_{energia\ I} \times E_{aasta\ I} \times 50$$

kus

- $EF_{energia\ I}$ on energiakandja I eriheitetegur Eesti eriheitetegurite andmebaasist
- $E_{aasta\ I}$ on energiakandja I aastane tarnitud energia, kWh.

Metoodika kohaselt tuleb võrguelekttri ja kaugkütte puhul kasutada Eesti eriheitetegurite andmebaasis www.kasvuhoonegaasid.ee avaldatud prognooside eriheitetegureid. Hoones Kivikirve tee 3 ei kasutata kaugküttelahendust ning tarbitavale energiale on kogumahu ulatuses (800MWh) omandatud taastuenergia sertifikaat. Projekteeritud on päritolutunnistusega taastuvelektri kasutamine. Tegemist on väärtuspõhisest otsusest tulenevalt ainult kestlikke ja jätkusuutlikke lahendusi kasutava hoonega, mistõttu on kohane eeldada, et projekteerimisjärgset päritolutunnistusega taastuvelektri kasutamist jätkatakse kogu olelusringi jooksul. Vastavalt Eesti KHG jalajälje arvutusmodelile on päritolutunnistusega taastuenergia eriheitetegur 0, mistõttu **B6 etapi mõju on 0.**

Lõppkäitluse etappi (C1 – C 4 etapp) kuuluvad:

- hoone lammutus (C1)

- lammutatud materjali transport (C2)
- lammutatud materjali töötlus (C3)
- lammutatud materjali kõrvaldamine (C4).

Hoone lammutamisel (C1 etapp) hinnatakse mõju, mis tuleneb hoone lammutusest ja materjalide demonteerimisest, sh materjalide liigiti kogumisest. Kasutatakse valemit:

$$GWP_{C1} = A_{neto} \times EF_{lammutus}$$

kus

- A_{neto} on hoone suletud netopind
- $EF_{lammutus}$ on lammutuse heitetegur Eesti andmebaasist

Lammutatud materjali transpordi mõju (C2 etapp) arvutatakse kasutades vaikimisi keskmist vahemaad 50 km. Kasutatakse valemit:

$$GWP_{C2} = \sum m_{mat\ i} \times EF_{linnasõit_30\%} \times 50\ km + 50\ km \times 0.3 \times EF_{linnasõit_0\%}$$

kus

- m on lammutatud materjali mass
- EF on transpordi heitetegur Eesti andmebaasist
- 0.3 on koefitsient, mis võtab arvesse 30% tühisõidu mõju.

Lammutatud materjali töötlusel (C3 etapp) hinnatakse lammutatud materjali jäätmekäitluse mõju selle materjali korduskasutuseks ettevalmistamisel, ringlussevõtul või taaskasutusel. See arvutatakse materjali massi, jäätmekäitlusklassi ja ringlussevõtu määra alusel, kasutades valemit:

$$GWP_{C3} = \sum m_{materjal\ i} \times EFR_{materjal\ i} \times R_{materjal\ i}$$

kus

- m on lammutatud materjali mass, kg
- EFR on materjali jäätmekäitluse mõju heitetegur, mis põhineb materjali jäätmekäitlusklassil
- R on materjali ringlussevõtu määr Eesti andmebaasist (väärtus 1, 0.75 või 0).

Lammutatud materjali kõrvaldamise (C4 etapp) mõju näitab ladestamise mõju, st füüsilise eeltöötlemise ja prügila haldamisega seotud mõju. See arvutatakse materjali massi, materjali kõrvaldamise mõju heiteteguri ja materjali kõrvaldamise määra alusel, kasutades valemit:

$$GWP_{C4} = \sum m_{\text{materjal}} \times EFD_{\text{materjal}} \times K_{\text{materjal}}$$

kus

- m_{materjal} on lammutatud materjali mass, kg
- EFD_{materjal} on materjali kõrvaldamise mõju heitetegur Eesti andmebaasist
- K_{materjal} on materjali kõrvaldamise määr.

Kivikirve tee 3 hoone lõpp-käitluse mõjude hindamisel kasutasime Eesti meetodi arvutuse mudeli kalkulaatori lehel B4 vaikumisi valemite alusel saadud tulemusi (vaata ka tabel 13).

	Mass (kg)	C2 tulemus tCO ₂ e	C3 tulemus tCO ₂ e	C4 tulemus tCO ₂ e
betonisegu C30/37	38781	0.022	0.175	n.a.
kivivill 63 kg/m ³	1466	0.001	n.a.	0.084
tselluloosvill soojustus	10,018	0.006	n.a.	0.571
Soojustus	26452	0.015	n.a.	n.a.
bituumenmembraan	42	0.000	n.a.	n.a.
niiskustõkkekile	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
saematerjal, okaspuit	1886876	1.094	28.303	26.888
höövelmaterjal	819424	0.475	12.291	11.677
CLT ristkihtpuit	3,817,935	2.214	57.269	54.406
spoonliimpuit/LVL	232162	0.135	3.482	3.308
kipsplaat	16,748,812	9.714	75.370	238.671
põrandakate, parkett	651	0.000	n.a.	0.037
põrandakate, vaip	94098	0.055	n.a.	5.364
sisevärv	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
aknad	3585	0.002	0.016	0.051
uksed	1130	0.001	0.017	0.016
Kokku		13.735	176.923	343.134

Tabel 13: C2, C3 ja C4 etappide mõjud materjaliliikide lõikes.

Ülekaalukalt valdava osa C2 etapi süsinikujalajäljest moodustavad kipsplaat ning CLT ristkihtpuit.

Etapi C3 süsinikujalajäljest moodustavad põhiosa kipsplaat, CLT ristkihtpuit ja saematerjal. Märkimisväärne on, et C3 etapi tulemus sõltub materjali ringlussevõtu määrast Eesti andmebaasis, mille väärtus metalli puhul on 1 ning puidu ja mineraalide puhul on 0.75. Ülejäänud materjalide puhul on väärtus 0 ehk C3 klass ei ole antud. Seega annab Eesti andmebaas C3 etapi jaoks ainult kolm vaikumisi väärtust, milleks on:

- metall 0.002 kgCO₂e/kg

- puit 0.02 kgCO₂e/kg
- mineraal 0.006 kgCO₂e/kg.

Etapi C4 süsinikujalajäljest moodustavad põhiosa kipsplaat, CLT ristkihtpuit ning puitmaterjalid (roovitus, laudis). Selle etapi tulemus sõltub materjali kõrvaldamise vaikumisi määrast, millele ning Eesti andmebaas annab kolm vaikumisi väärtust, milleks on:

- metall 0
- puit 0.25
- mineraal 1.

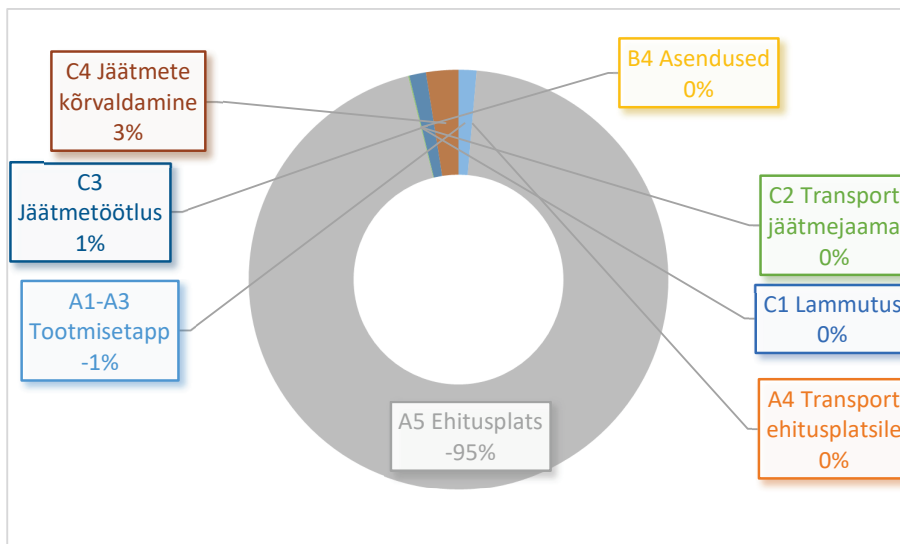
Hindamise tulemused

Hindamise tulemuseks saime, et hoone aadressil Kivikirve tee 3, Manniva küla, Jõelähtme vald, Harjumaa süsinikujalajälg on negatiivne, st hoone seob süsinikku kogu oma olelusringi jooksul, vaata ka tabel 14:

Elutsükli etapp	C, tCO ₂ e/hoone	c, kgCO ₂ e/(m ² /a)
A1 – A3 Tootmine	-190 318	- 134
A4 Transport ehitusele	382	39.79
A5 Ehitamine	- 13 068 863	- 1361.32
B4 Asendamine	7.26	0.756
B6 Kasutusaegne energia	0	0
C1 Hoone lammutus	1	0.104
C2 Lammutatud materjali transport	13 735	1430.73
C3 Lammutatud materjali töötlus	176.923	18 429.48
C4 Lammutatud materjali kõrvaldamine	343.134	35.743
Kokku (A+B+C)	- 12 724 999	- 1 305 830
D Täiendav teave väljaspool elutsükli	- 2 866.60	-298.60

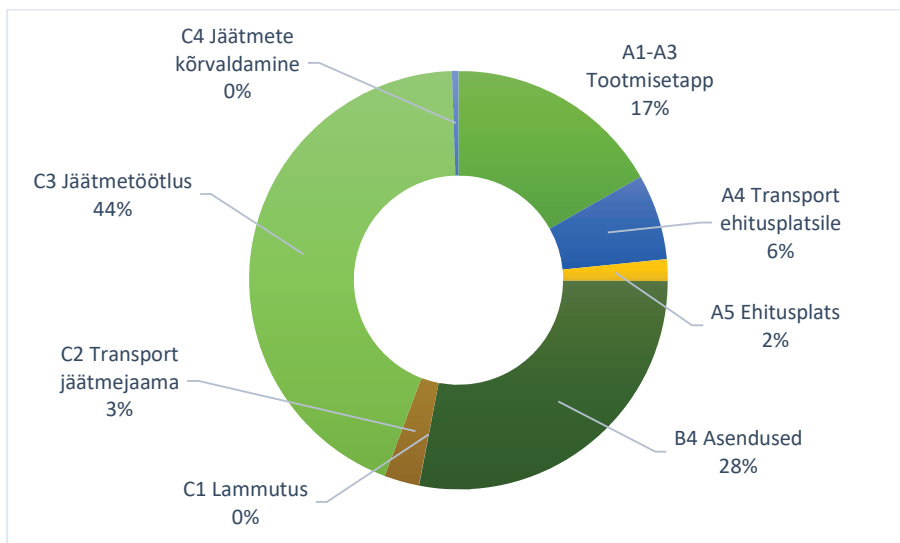
Tabel 14 Kivikirve tee 3 elumaja kasvuhoonegaaside heitkogused elutsükli jooksul.

Moodulite lõikes on kõige suurema mõjuga (-95%) hoone ehitustegevuse (A5 etapp), vaata ka joonis 4.



Joonis 4 Kivikirve tee 3 elumaja kasvuhoonegaaside heitkogused moodulite lõikes.

Eesti ehitusmaterjalide süsinikujalajälje meetodi projektipõhise arvutuste tulemused erinevad kõigi moodulite lõikes SARV tööriista kasutamisel saadud tulemustest, vaata ka joonis 5.



Joonis 5 SARV tööriistaga arvatatud Kivikirve tee 3 elumaja kasvuhoonegaaside heitkogused moodulite lõikes.

Erinevuste peamiseks põhjuseks on moodulid A5 ning C3, mis on otseselt ringmajandusega seotud moodulid.

Hindamise järeldused

Eesti ehitusmaterjalide andmebaasis suurendatakse materjalide arvestuslikku kaalu etapis A5 nende raiskamise % vaikeväärtustega ning etapis C3 materjal jäätmekäitlusklassil põhineva mõju heiteteguri vaikeväärtustega. Materjalide raiskatismäärad põhinevad ehitusprojektide senistel jäätmearuannetel kuigi peaksid toimivas ringmajanduses tegelikult olema kasutajate jaoks mõeldud suunised, mida saab vastavalt konkreetsele projektile ning tehnoloogiale kohandada. Materjalide jäätmekäitlusklasse on Eesti andmebaasis aga ainult 3:

- metall – C3 klass 1.00, vähimisi väärtus 0.002 kgCO₂/kg;
- puit – C3 klass 0.75, vähimisi väärtus 0.02 kgCO₂/kg;
- mineraal – C3 klass 0.75, vähimisi väärtus 0.006 kgCO₂/kg.

Üldine probleem Eesti majanduskeskkonnas on see, et EL regulatsioonidest tulenevalt survestatakse ettevõtteid kasutusele võtma ringmajanduse ärimudeleid. Teisalt valitseb aga arusaamine, et ringmajandus on üks keskkonnamõjude juhtimise valdkond. Eesti on küll üle võtnud ISO ringmajanduse standardid kuid arusaamine, et ringmajandus ei tegele mitte keskkonnamõjude juhtimisega vaid ressursside ringlusega, ei ole veel kuigi juurdunud. Konkreetselt väljendub see raskuses positsioneerida toimingud, millega jäätmed muudetakse ressursiks, sest seadusandlik kontekst näeb praegu ette, et ressursside turule toomine on reguleeritud maavarade taotlusele esitatavate nõuetega (sh keskkonnaluba ning ressursikasutuse tasud) ning jäätmete taaskasutustoimingud on reguleeritud jäätmete taotlusele esitatavate nõuetega (sh jäätmeluba ning jäätmekäitlustasud). **Jäätmetest saadud materjalide ringlusesse andmine peaks tegelikult toimiva ringmajanduse korral olema reguleeritud ringmajanduse standarditega kõigis toote oleringis etappides.** Eestis ringmajandusega seotud regulatsioonid puuduvad, millest tulenevalt tuleb arvestada keskkonnalubade ning jäätmelubadega seonduvate regulatsioonidega.

Jääde on defineeritud Jäätmeseaduse §2 lõikes 1 kui mis tahes vallasasi, mille valdaja on ära visanud, kavatseb seda teha või on kohustatud seda tegema. Vastavalt saab teha ainult jäätmete taaskasutustoiminguid, milleks ehitusjäätmete puhul on:

- jäätmete korduskasutus (toimingukoodid R3k, R5k) – jäätmeteks muutunud orgaanilisest ja anorgaanilisest materjalist koosnevate toodete või nende komponentide korduskasutuseks ettevalmistamine;
- jäätmete ringlussevõtt (toimingukoodid R3m, R5f, R5t) – jäätmematerjali taaskasutamine selle keemilist struktuuri muutmata, ringlussevõtt toormevaruna ning jäätmete kasutamine tagasitäitena.

Lähtuvalt ehitustoodete määrusest lisanduvad tulevikus ehitisele esitatavatele põhinõuetele kaks uut nõuet:

- heitmete sattumine ehitisest väliskeskkonda;
- loodusvarade säästev kasutamine ehitises.

Mõlemal juhul tuleb piirväärtustes püsimist tõendada toimivus- ja vastavusdeklaratsioonis. Lisaks on nõutav digitaalne tootepass, millega tõendatakse vastavust tootenõuetele. Seejuures tuleb tõendada harmoniseeritud standarditega (CE-märgise aluseks olevad EN-standardid) kehtestatud tehnilistes spetsifikatsioonides sätestatud toimivusklasse (piirväärtuste alusel) järgmiste tootepõhiste keskkonnaaspektide osas:

- vastupidavus;
- võimalikult väike KHG heide olelusringi jooksul;
- võimalikult suur korduskasutatud ja ringlussevõetud materjalide ja kõrvalsaaduste sisaldus;
- ohutute, kestlikuks kavandatud ja keskkonnasäästlike ainete valik;
- energiakasutus ja tõhusus;
- ressursitõhusus;
- modulaarsus;
- korduskasutatavus;
- uuendatavus;
- parandatavus;
- hoolduse ja renoveerimise lihtsus;
- ringlussevõetavuse ja taastootmise suutlikkus;
- eri materjalide eraldatavus;
- kestlik hankimine;
- võimalikult väike pakend;
- jäätmete kogused.

Eelnevast saame järeldada, et ehitustoodete määrusest tulenevalt suureneb surve üle vaadata Eesti senine jäätme keskne lähenemine ringmajandusele. Sellega seoses saab täpsustada ka Eesti ehitusmaterjalide andmebaasi vaikeväärtusi, mis ringmajanduse seisukohalt on eriti oluline etappides A5 ja C3 kasutatavate vaikeväärtuste osas.

Lisa 4. Raporti arvutused A1-A3

EHEA andmebaas

Konstruktioonitüüp	Ehitustöö	Paksus, mm	Materjal	Lähim vaste Eesti andmebaasis	Tihedus (kg/m³)	Kaal (kg/m²)	A1-A3 (kgCO ₂ e/kg)
põrand, plaatvundament PP-01	alused ja vundamendid	0.2	aurutõke, aurutõkkemembraan	niiskustõkkekile, PE 0.2 mm / water vapour barrier, I	925		2.10
välissein VS-01	välisseinad ja fassaadid	100	CLT paneel	CLT ristkihtpuit / cross-laminated timber	460		-1.22
sisesein, kande SS-01	kandetarindid	120	CLT paneel	CLT ristkihtpuit / cross-laminated timber	460		-1.22
sisesein, kande SS-02	kandetarindid	100	CLT paneel	CLT ristkihtpuit / cross-laminated timber	460		-1.22
vahelagi VL-01	kandetarindid	160	CLT paneel	CLT ristkihtpuit / cross-laminated timber	460		-1.22
katuslagi KL-01	välisseinad ja fassaadid	160	CLT paneel	CLT ristkihtpuit / cross-laminated timber	460		-1.22
varjualuse lagi KL-02	välisseinad ja fassaadid	160	CLT paneel	CLT ristkihtpuit / cross-laminated timber	460		-1.22
välissein VS-01	välisseinad ja fassaadid	25	kipsplaat	kipsplaat, sise / gypsum board, interior use	670		0.26
sisesein, kande SS-01	kandetarindid	50	kipsplaat	kipsplaat, sise / gypsum board, interior use	670		0.26
sisesein, kande SS-02	kandetarindid	50	kipsplaat	kipsplaat, sise / gypsum board, interior use	670		0.26
sisesein, mittekand SS-03	ruumitarindid ja pinnakatted	50	kipsplaat	kipsplaat, sise / gypsum board, interior use	670		0.26
sisesein, mittekand SS-03*	ruumitarindid ja pinnakatted	50	kipsplaat	kipsplaat, sise / gypsum board, interior use	670		0.26
sisesein, mittekand SS-05 + SS-S	ruumitarindid ja pinnakatted	25	kipsplaat	kipsplaat, sise / gypsum board, interior use	670		0.26
sisesein, mittekand SS-S	ruumitarindid ja pinnakatted	25	kipsplaat	kipsplaat, sise / gypsum board, interior use	670		0.26
sisesein, mittekand SS-06	ruumitarindid ja pinnakatted	50	kipsplaat	kipsplaat, sise / gypsum board, interior use	670		0.26
välissein VS-01	välisseinad ja fassaadid	180	mineraalvillast kombineeritud soojustus-	kipsplaat, tuuletõke / gypsum board, windshield	745		0.29
välissein VS-01	välisseinad ja fassaadid	32	roovitus + tuulutusvahe	saematerjal okaspuit / sawn timber coniferous	472		-1.57
välissein VS-01	välisseinad ja fassaadid	25	roovitus horisontaalne	saematerjal okaspuit / sawn timber coniferous	472		-1.57
sisesein, mittekand SS-05 + SS-S	ruumitarindid ja pinnakatted	25	roovitus vertikaalne	saematerjal okaspuit / sawn timber coniferous	472		-1.57
sisesein, mittekand SS-05	ruumitarindid ja pinnakatted	25	roovitus vertikaalne	saematerjal okaspuit / sawn timber coniferous	472		-1.57
varjualuse lagi KL-02	katusetarindid	130	roovitus kallele andmiseks	saematerjal okaspuit / sawn timber coniferous	472		-1.57
varjualuse lagi KL-02	katusetarindid	45	roovitus	saematerjal okaspuit / sawn timber coniferous	472		-1.57
avatäited	avatäited	23	täispunn-fassaadilaudis	hõõvelmaterjal, okaspuit / planed timber coniferous	459		-1.42
sisesein, mittekand SS-03	ruumitarindid ja pinnakatted	45	spoonliimpuit, siseinad	spoonliimpuit / laminated veneer lumber (LVL)	510		-1.30
sisesein, mittekand SS-03*	ruumitarindid ja pinnakatted	45	spoonliimpuit, siseinad	spoonliimpuit / laminated veneer lumber (LVL)	510		-1.30
sisesein, mittekand SS-05 + SS-S	ruumitarindid ja pinnakatted	45	spoonliimpuit, siseinad	spoonliimpuit / laminated veneer lumber (LVL)	510		-1.30
sisesein, mittekand SS-S	ruumitarindid ja pinnakatted	45	spoonliimpuit, siseinad	spoonliimpuit / laminated veneer lumber (LVL)	510		-1.30
sisesein, mittekand SS-06	ruumitarindid ja pinnakatted	45	spoonliimpuit, siseinad	spoonliimpuit / laminated veneer lumber (LVL)	510		-1.30
sisesein, mittekand SS-05 + SS-S	ruumitarindid ja pinnakatted	15	haavalaudis (saematerjal, lehtpuu)	saematerjal okaspuit / sawn timber coniferous	472		-1.57
sisesein, mittekand SS-05	ruumitarindid ja pinnakatted	15	haavalaudis (saematerjal, lehtpuu)	saematerjal okaspuit / sawn timber coniferous	472		-1.57
sisesein, mittekand SS-S	ruumitarindid ja pinnakatted	30	saunaisolatsiooni plaat fooliumkattega	tselluloosvillast soojustusplaat / cellulose board	60		-0.25
põrand, plaatvundament PP-01	alused ja vundamendid	20	siseviimistlus	sisevärv, akrüül / paint, acrylic, interior	1200		1.90
vahelagi VL-01	kandetarindid	20	siseviimistlus	sisevärv, akrüül / paint, acrylic, interior	1200		1.90
sisesein, mittekand	ruumitarindid ja pinnakatted	5	siseviimistlus	sisevärv, akrüül / paint, acrylic, interior	1200		1.90
põrand, plaatvundament PP-01	alused ja vundamendid	20	siseviimistlus - puitparkett	põrandakattematerjal, parkett 14 mm / flooring, parquett		10	0.78
põrand, plaatvundament PP-01	alused ja vundamendid	100	raudbetoon p/k torustikuga	betoonisegu C30/37 / ready mixed concrete C30/37	2350		0.12
vahelagi VL-01	kandetarindid	70	raudbetoon p/k torustikuga	betoonisegu C30/37 / ready mixed concrete C30/37	2350		0.12
põrand, plaatvundament PP-01	alused ja vundamendid	300	koormustaluv soojustus, 3x	EPS soojustus / EPS	16		3.58
vahelagi VL-01	kandetarindid	30	sammumürasolatsioon	põrandakattematerjal vaip 5 mm / flooring polyamide textile 5	2.95		5.40
katuslagi KL-01	välisseinad ja fassaadid	30	laaskiudvillaplaadid tuulustuskanaliga	Ht tselluloosvillast soojustusplaat / cellulose board	60		-0.25
katuslagi KL-01	välisseinad ja fassaadid	50	OL-P koormustaluvus 30kPa	Kiivivill 63 kg/m³ / stone wool 63 kg/m³	63		1.32
katuslagi KL-01	välisseinad ja fassaadid	70	OL-LAM koormustaluvus 50kPa	Kiivivill 63 kg/m³ / stone wool 63 kg/m³	63		1.32
varjualuse lagi KL-02	katusetarindid	10	veekindel vineer	vineer, pealstatud, kasevineer / plywood, coated, b	680		-1.16
katuslagi KL-01	välisseinad ja fassaadid	25	SBS-katusekate	bituumen membraan katusele / bitumen waterproof	1379		0.53
varjualuse lagi KL-02	katusetarindid	25	SBS-katusekate	bituumen membraan katusele / bitumen waterproof	1379		0.53
avatäited	avatäited	40	puit-alumiiniumaknad U=0,8	aken, puit-Al, 3x / window, wood-Al, triple-glazed		45.8	1.65
avatäited	avatäited	40	siseuks	uks, sise, kerge, sile / door, indoor, light		14.7	1.51
avatäited	avatäited	78	välisuks U=1,1	uks, välis, puu-Al-raamiga / door, outdoor, wooden with Al fran		47.7	1.12

OEKOBAUDAT andmebaas

Konstruktioonitüüp	Ehitustöö	OEKOBAU või tootja EPD vaste	kaal kg/m²	paksus m	tiheus kg/m³	OEKOBAU arvutatud GWP _{summa} A1-A3 (kgCO ₂ e)	arvutatud GWP _{summa} A1-A3 (kgCO ₂ e/kg)	Owner	Location
põrand, plaatvundament PP-01	alused ja vundamendid	DuPont AirGuard Air and Vapour Control Lay	0.17	0.00020	857.5	1.179	6.87	DuPont de Nemours s.a.r.l.	LU
välissein VS-01	välisseinad ja fassaadid	best wood CLT	43.00	0.10000	430.0	-505.400	-11.75	Holzwerk Gebr.Schneider GmbH	DE
sisesein, kande SS-01	kandetarindid	best wood CLT	51.60	0.12000	430.0	-505.400	-9.79	Holzwerk Gebr.Schneider GmbH	DE
sisesein, kande SS-02	kandetarindid	best wood CLT	43.00	0.10000	430.0	-505.400	-11.75	Holzwerk Gebr.Schneider GmbH	DE
vahelagi VL-01	kandetarindid	best wood CLT	68.80	0.16000	430.0	-505.400	-7.35	Holzwerk Gebr.Schneider GmbH	DE
katuslagi KL-01	välisseinad ja fassaadid	best wood CLT	68.80	0.16000	430.0	-505.400	-7.35	Holzwerk Gebr.Schneider GmbH	DE
varjualuse lagi KL-02	välisseinad ja fassaadid	best wood CLT	68.80	0.16000	430.0	-505.400	-7.35	Holzwerk Gebr.Schneider GmbH	DE
välissein VS-01	välisseinad ja fassaadid	Gypsum plaster board (perforated, 12.5 mm	8.50	0.02500	340.0	1.572	0.18	Sphera Solutions GmbH	DE
sisesein, kande SS-01	kandetarindid	Gypsum plaster board (perforated, 12.5 mm	8.50	0.05000	170.0	1.572	0.18	Sphera Solutions GmbH	DE
sisesein, kande SS-02	kandetarindid	Gypsum plaster board (perforated, 12.5 mm	8.50	0.05000	170.0	1.572	0.18	Sphera Solutions GmbH	DE
sisesein, mittekand SS-03	ruumitarindid ja pinnakatted	Gypsum plaster board (perforated, 12.5 mm	8.50	0.05000	170.0	1.572	0.18	Sphera Solutions GmbH	DE
sisesein, mittekand SS-03*	ruumitarindid ja pinnakatted	Gypsum plaster board (perforated, 12.5 mm	8.50	0.05000	170.0	1.572	0.18	Sphera Solutions GmbH	DE
sisesein, mittekand SS-05 + SS-S	ruumitarindid ja pinnakatted	Gypsum plaster board (perforated, 12.5 mm	8.50	0.02500	340.0	1.572	0.18	Sphera Solutions GmbH	DE
sisesein, mittekand SS-S	ruumitarindid ja pinnakatted	Gypsum plaster board (perforated, 12.5 mm	8.50	0.02500	340.0	1.572	0.18	Sphera Solutions GmbH	DE
välissein VS-01	välisseinad ja fassaadid	Gypsum fibre board	8.50	0.05000	170.0	1.572	0.18	Sphera Solutions GmbH	DE
välissein VS-01	välisseinad ja fassaadid	Rubner Sawn Timber	14.75		1180.0	4.027	0.27	James Hardie Europe GmbH	DE
välissein VS-01	välisseinad ja fassaadid	Rubner Sawn Timber	14.69	0.03200	459.0	-727.400	-49.52	Rubner Holding AG	AT
välissein VS-01	välisseinad ja fassaadid	Rubner Sawn Timber	11.48	0.02500	459.0	-727.400	-63.39	Rubner Holding AG	AT
sisesein, mittekand SS-05 + SS-S	ruumitarindid ja pinnakatted	Rubner Sawn Timber	11.48	0.02500	459.0	-727.400	-63.39	Rubner Holding AG	AT
sisesein, mittekand SS-05	ruumitarindid ja pinnakatted	Rubner Sawn Timber	11.48	0.02500	459.0	-727.400	-63.39	Rubner Holding AG	AT
varjualuse lagi KL-02	katusetarindid	Rubner Sawn Timber	59.67	0.13000	459.0	-727.400	-12.19	Rubner Holding AG	AT
varjualuse lagi KL-02	katusetarindid	Rubner Sawn Timber	20.66	0.04500	459.0	-727.400	-35.22	Rubner Holding AG	AT
avatäited	avatäited	Laminated timber planks coniferous wood	11.85	0.02300	515.2	-580.800	-49.01	Sphera Solutions GmbH	DE
sisesein, mittekand SS-03	ruumitarindid ja pinnakatted	Kerto LVL	22.95	0.04500	510.0	-382.000	-16.64	Metsäliitto Cooperative, Metsä WFI	FI
sisesein, mittekand SS-03*	ruumitarindid ja pinnakatted	Kerto LVL	22.95	0.04500	510.0	-382.000	-16.64	Metsäliitto Cooperative, Metsä WFI	FI
sisesein, mittekand SS-05 + SS-S	ruumitarindid ja pinnakatted	Kerto LVL	22.95	0.04500	510.0	-382.000	-16.64	Metsäliitto Cooperative, Metsä WFI	FI
sisesein, mittekand SS-S	ruumitarindid ja pinnakatted	Kerto LVL	22.95	0.04500	510.0	-382.000	-16.64	Metsäliitto Cooperative, Metsä WFI	FI
sisesein, mittekand SS-06	ruumitarindid ja pinnakatted	Kerto LVL	22.95	0.04500	510.0	-382.000	-16.64	Metsäliitto Cooperative, Metsä WFI	FI
sisesein, mittekand SS-05 + SS-S	ruumitarindid ja pinnakatted	Rubner Sawn Timber	6.89	0.01500	459.0	-727.400	-105.65	Rubner Holding AG	AT
sisesein, mittekand SS-05	ruumitarindid ja pinnakatted	Rubner Sawn Timber	6.89	0.01500	459.0	-727.400	-105.65	Rubner Holding AG	AT
sisesein, mittekand SS-S	ruumitarindid ja pinnakatted	Cellulose fibre board 80 kg/m³	2.40	0.03000	80.0	8.384	3.49	Sphera Solutions GmbH	DE
põrand, plaatvundament PP-01	alused ja vundamendid	Application paint emulsion, interior, 1 kt	1.00	0.02000	50.0	2.627	2.63	Sphera Solutions GmbH	DE

vahelagi VL-01	kandetarindid	Application paint emulsion, interior, 1 kg	1.00	0.02000	50.0	2.627	2.63 Sphera Solutions GmbH	DE
sisesein, mittekandev	ruumitarindid ja pinnakatted	Application paint emulsion, interior, 1 kg	1.00	0.00500	200.0	2.627	2.63 Sphera Solutions GmbH	DE
põrand, plaatvundament PP-01	alused ja vundamendid	Multi-layered engineered wood flooring	7.01	0.02000	539.0	-6.803	-0.97 Parador GmbH	RER
põrand, plaatvundament PP-01	alused ja vundamendid	concrete 30/37 (element, mitte transpordib	239.00	0.10000	2390.0	175.200	0.73 Firmengruppe Max Bögl	DE
vahelagi VL-01	kandetarindid	concrete 30/37 (element, mitte transpordib	167.30	0.07000	2390.0	175.200	1.05 Firmengruppe Max Bögl	DE
põrand, plaatvundament PP-01	alused ja vundamendid	Load bearing thermal insulation elements	11.86	0.30000	39.5	25.880	2.18 Sphera Solutions GmbH	DE
vahelagi VL-01	kandetarindid	Vinyl design flooring with HDF core board	8.72	0.03000	950.0	2.846	0.33 Parador GmbH	RER
katuslagi KL-01	välisseinad ja fassaadid	Cellulose fibre board 80 kg/m³	2.40	0.03000	80.0	8.384	3.49 Sphera Solutions GmbH	DE
katuslagi KL-01	välisseinad ja fassaadid	Isover OL-P	2.41	0.05000	48.1	1.770	0.74 Saint-Gobain Finland Oy	Fi and Bal
katuslagi KL-01	välisseinad ja fassaadid	Isover OL-LAM 50	2.07	0.07000	29.5	1.690	0.82 Saint-Gobain Finland Oy	Fi and Bal
varjuuluse lagi KL-02	katusetarindid	Veneer plywood (German average)	8.24	0.01000	823.9	-1140.000	-136.36 Thünen-Institut für Holzforschung	DE
katuslagi KL-01	välisseinad ja fassaadid	Bitumen-compatible polyisobutylene (PIB) :	2.14	0.02500	85.6	9.265	4.33 Sphera Solutions GmbH	DE
varjuuluse lagi KL-02	katusetarindid	Bitumen-compatible polyisobutylene (PIB) :	2.14	0.02500	85.6	9.265	4.33 Sphera Solutions GmbH	DE
avatäited	avatäited	VELUX wooden roof windows (triple glazing)	47.64	0.04000	1191.0	122.944	2.58 VELUX Group	RER
avatäited	avatäited	Wood interior door	53.95	0.04000	1348.8	-24.700	-0.46 Rubner Türen GmbH	DE
avatäited	avatäited	Wood front door	18.36	0.07800	235.4	-4.140	-0.23 Rubner Türen GmbH	DE

Lisa 5. Raporti alusandmed alates etapist A4

			C - kg CO ₂ e GWP total	c - kgCO ₂ e/m ² /a A1-A3
Alused ja vundamendid	materjal	kasutatud waste		
PP-01	siseviimistlus	põrandakattematerjal, parkett 14 mm	-631.90	-0.14
põrand 1.k.	raudbetoon	betoonisegu C30/37 / ready mixed	16,213.50	3.49
	aurutõkkekembraan	niiskustõkkekile, PE 0.2 mm / waste	145.98	0.03
	soojustus	EPS soojustus / EPS	57,664.48	12.41
	tihendatud liivaalus ja pinnas			
	Kokku		73,392	15.80
Ruumitarindid ja pinnakatted	siseviimistlus	sisevärv, akrüül / paint, acrylic, int	3,177.57	0.01
SS-05 + SS-05* + SS-06	kipsplaat	kipsplaat, sise / gypsum board, int	36,970.92	0.12
karkass-sein	spoonliimpuitkarkass	spoonliimpuit / laminated veneer l	-2,306,985.41	-7.64
	Kokku		-2,266,837	-7.50
Ruumitarindid ja pinnakatted	siseviimistlus	sisevärv, akrüül / paint, acrylic, int	1,867.83	0.01
SS-05+SS-S	haavalaudis	saematerjal okaspuit / sawn timbe	-2,582,998.29	-14.55
karkass-sein ja saunasein	vertikaalne roovitus	saematerjal okaspuit / sawn timbe	-2,582,998.29	-14.55
	saunaisolatsiooni plaat	tselluloosvillast soojustusplaat / c	29,743.18	0.17
	niiskustõkkekile	niiskustõkkekile, PE 0.2 mm / waste	5,578.25	0.03
	spoonliimpuitkarkass	spoonliimpuit / laminated veneer l	-1,356,084.29	-7.64
	kipsplaat	kipsplaat, sise / gypsum board, int	10,866.06	0.06
	Kokku		-6,474,026	-36.46
Ruumitarindid ja pinnakatted	siseviimistlus	sisevärv, akrüül / paint, acrylic, int	330.33	0.01
SS-05	haavalaudis	saematerjal okaspuit / sawn timbe	-456,807.36	-14.55
karkassein	vertikaalne roovitus	saematerjal okaspuit / sawn timbe	-456,807.36	-14.55
	Kokku		-913,284	-29.09
Ruumitarindid ja pinnakatted	saunaisolatsiooni plaat	tselluloosvillast soojustusplaat / c	4,389.02	0.17
SS-S	niiskustõkkekile	niiskustõkkekile, PE 0.2 mm / waste	823.15	0.03
saunasein	spoonliimpuitkarkass	spoonliimpuit / laminated veneer l	-200,109.31	-7.64
	kipsplaat	kipsplaat, sise / gypsum board, int	1,603.44	0.06
	Kokku		-193,294	-7.38
Kandetarindid	siseviimistlus	sisevärv, akrüül / paint, acrylic, int	3,395.38	0.01
SS-01	kipsplaat	kipsplaat, sise / gypsum board, int	39,516.84	0.12
kandev sisesein	ristkihtliimpuit	CLT ristkihtliimpuit / cross-laminated t	-3,261,843.95	-10.10
	Kokku		-3,218,931	-9.97
Kandetarindid	siseviimistlus	sisevärv, akrüül / paint, acrylic, int	6,051.10	0.01
SS-02	kipsplaat	kipsplaat, sise / gypsum board, int	70,404.48	0.12
kandev sisesein	ristkihtliimpuit	CLT ristkihtliimpuit / cross-laminated t	-5,812,396.00	-10.11
	Kokku		-5,735,940	-9.97
Kandetarindid	siseviimistlus	sisevärv, akrüül / paint, acrylic, int	208.40	0.04
VL-01	raudbetoon	betoonisegu C30/37 / ready mixed	17,399.62	3.51
vahelagi ja põrand 2.k.	aurutõkkekembraan	niiskustõkkekile, PE 0.2 mm / waste	155.60	0.03
	sammumürasolatsioon	põrandakattematerjal vaip 5 mm /	31,052.18	6.27
	CLT-vahelagi	CLT ristkihtliimpuit / cross-laminated t	-50,087.60	-10.11
	Kokku		-1,272	-0.26
Katusetarindid	SBS-katusekate	bituumen membraan katusele / bit	146.85	0.03
KL-01	klaaskiudvillaplaadid tuulutuskan	tselluloosvillast soojustusplaat / c	829.64	0.17
katuse lagi	OL-P koormustaluvus 30kPa	Kivivill 63 kg/m ³ / stone wool 63 kg	25.29	0.01
	OL-LAM koormustaluvus 50kPa	Kivivill 63 kg/m ³ / stone wool 63 kg	1,174.05	0.24
	aurutõke	niiskustõkkekile, PE 0.2 mm / waste	155.60	0.03
	CLT paneel-riiplagi	CLT ristkihtliimpuit / cross-laminated t	-59,406.23	-12.00
	Kokku		-57,075	-11.52

Välisseinad ja fassaadid	SBS-katusekate, 2x	bituumen membraan katusele / bit	34.16	0.06
KL-02	veekindel vineer	vineer, pealistatud, kasevineer / pl	-26,264.40	-45.60
varjualuse lagi	roovitus kallete andmiseks	saematerjal okaspuit / sawn timbe	-8,379.39	-14.55
	CLT paneel	CLT ristkihtpuit / cross-laminated t	-5,825.43	-10.11
	roovitus	saematerjal okaspuit / sawn timbe	-8,380.44	-14.55
	komposiitplaat			
	Kokku		-48,816	-84.75
Välissein	siseviimistlus	sisevärv, akrüül / paint, acrylic, int	36,373.95	0.01
VS-01	kipsplaat, 2x	kipsplaat, sise / gypsum board, int	211,605.12	0.06
CLT-välissein	CLT paneel	CLT ristkihtpuit / cross-laminated t	-34,939,048.00	-10.11
kipsplaat, tuuletõke	mineraalvillast kombineeritud soc	kipsplaat, tuuletõke / gypsum boar	3,965,728.90	1.15
	roovitus + tuulutusvahe	saematerjal okaspuit / sawn timbe	-50,297,690.60	-14.55
	roovitus, horisontaalne	saematerjal okaspuit / sawn timbe	-50,301,182.09	-14.55
	täispunn-fassaadilaudis	hõõvelmaterjal, okaspuit / planed t	-40,159,947.66	-11.61
	Kokku		-171,484,160	-49.60
Trepid ja pandused	CLT paneel	CLT ristkihtpuit / cross-laminated t	-6,290.66	-10.11
trepp sees	Kokku		-6,291	-10.11
Avatäited	aknad	aken, puit-Al, 3x / window, wood-A	9,250.16	2.56
A	Kokku		9,250	2.56
Avatäited	siseuksed	uks, sise, kerge, sile / door, indoor,	-491.37	-0.62
	Kokku		-491	-0.62
Avatäited	välisüksed	uks, välis, puu-Al-raamiga / door, c	-14.19	-0.08
VU	Kokku		-14	-0.08

Materjal	Mahtuvuse koormus A4 (%)	DIS _{MAINT} A4 (km)	DIS _{MAINT} tagasi A4 (km)	DIS _{MAINT} tagasi A4 (km)	Paigaldus- ja lõikamise A4 (m)	vileht		kasutatud		Koormus ehitusplatsile T'				Koormus tagasi Os.		EF sinna																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
						Materjali kaal, kg	materjali kaal, kg	C2 arvutamisel	materjali kaal, kg	materjali kaal, kg	tühisõnude arv tagasi	materjal	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	EF _{MAINT}		EF _{FIN}	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
																				A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)	A4 (km)

EF _{MAINT}	EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF _{muud} /km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e
kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e/km	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e

EF _{TKN}	EF<
-------------------	-----

spoonilimpuit, sisseinad	100%	411	46	0	0	7%	0	232162	232	9	spoonilimpuit / lam	0.05 0.81	0.086 1.25	4776.47	EF sinna 0.00 EF tagasi
saunaisolatsiooni plaat fcc	20%	1530	170	459	51	8%	1238								
saunaisolatsiooni plaat fcc	20%	1530	170	459	51	8%	8522			10	0 tselluloosvillast sok	0.18 0.81	0.285 1.25	2741.86	EF sinna 209.19 EF tagasi
siseviimistlus	100%	1530	170	459	51	10%	0			20	1 siseväriv, akrüül / pi	0.05 0.81	0.086 1.25	1508.81	EF sinna 354.42 EF tagasi
siseviimistlus	100%	1530	170	459	51	10%	79			1	0 põrandakattemater	0.05 0.81	0.086 1.25	3.79	EF sinna 4.32 EF tagasi
siseviimistlus	100%	1530	170	459	51	10%	1208			39	2 betoonisegu C30/3	0.05 0.81	0.086 1.25	87.69	EF sinna 62.79 EF tagasi
siseviimistlus	100%	1530	170	459	51	10%	710			26	1 EPS soojustus / EPS	0.18 0.81	0.285 1.25	431.37	EF sinna 26.88 EF tagasi
siseviimistlus	100%	1530	170	459	51	10%	126			94	4 põrandakattemater	0.05 0.81	0.086 1.25	7213.12	EF sinna 1463.14 EF tagasi
siseviimistlus	100%	1530	170	459	51	10%	1281			0	0 tselluloosvillast sok	0.18 0.81	0.285 1.25	114.00	EF sinna 67.29 EF tagasi
siseviimistlus	100%	1530	170	459	51	10%	2301			1	0 Kiivill 63 kg/m² / st	0.18 0.81	0.285 1.25	171.85	EF sinna 0.00 EF tagasi
siseviimistlus	100%	1530	170	459	51	10%	13830			0	0 vineer, pealstatud,	0.05 0.81	0.086 1.25	1.72	EF sinna 3.92 EF tagasi
siseviimistlus - puitparkett	100%	90	10	27	3	6%	651			0	0 bitumeen membrai	0.05 0.81	0.086 1.25	17.83	EF sinna 64.37 EF tagasi
raudbetoon p/k tonustikuga	100%	45	5	45	5	5%	22210			4	0 aken, puit-Al, 3x / w	0.05 0.81	0.086 1.25	0.00	EF sinna 0.00 EF tagasi
raudbetoon p/k tonustikuga	100%	45	5	45	5	5%	16571			1	0 uk, sise, kerge, silu	0.05 0.81	0.086 1.25	5.67	EF sinna 15.61 EF tagasi
koormustaluv soojustus, 3	20%	90	10	27	3	4%	26452			0	0 uk, välis, puit-Al-ra	0.05 0.81	0.086 1.25	1.14	EF sinna 12.68 EF tagasi
sammumürasolatsioon	100%	1530	170	459	51	10%	94088								
Kaaskivivillaplaadid tuulu	20%	1530	170	459	51	8%	238								
OL-P koormustaluvus 30kF	20%	581	61	0	0	5%	34								
OL-UAM koormustaluvus SI	20%	581	61	0	0	5%	1432			1	0 Kiivill 63 kg/m² / st	0.18 0.81	0.285 1.25	171.85	EF sinna 0.00 EF tagasi
veekindel vineer	100%	90	10	27	3	9%	190			0	0 vineer, pealstatud,	0.05 0.81	0.086 1.25	1.72	EF sinna 3.92 EF tagasi
SBS-katusekat	100%	1530	170	459	51	10%	34								
SBS-katusekat	100%	1530	170	459	51	10%	8			0	0 bitumeen membrai	0.05 0.81	0.086 1.25	17.83	EF sinna 64.37 EF tagasi
puit-alumiiniumaknad U=0	100%	90	10	90	10	0%	3585			4	0 aken, puit-Al, 3x / w	0.05 0.81	0.086 1.25	0.00	EF sinna 0.00 EF tagasi
siseuks	100%	90	10	90	10	0%	1088			1	0 uk, sise, kerge, silu	0.05 0.81	0.086 1.25	5.67	EF sinna 15.61 EF tagasi
välisüks U=1.1	100%	90	10	90	10	0%	62			0	0 uk, välis, puit-Al-ra	0.05 0.81	0.086 1.25	1.14	EF sinna 12.68 EF tagasi