LISA 2

Uuring ehituse süsinikujalajälje hindamisprintsiipide rakendamiseks Eestis

Meetodi kirjeldus

31. detsember 2021

Kalamees, Targo
Kertsmik, Kadri-Ann
Kurnitski, Jarek
Lylykangas, Kimmo
Oviir, Anni
Pasanen, Panu
Tikka, Sara

Euroopa Liit
Euroopa
Regionaalarengu Fond

Eesti
tuleviku heaks

Lühendid

AR5	IPCC viies hindamisaruanne
CCI-EE	Eesti ehituse klassifitseerimissüsteem
CO_2	Süsinikdioksiid
KHG	Kasvuhoonegaas
GWP	Globaalne soojenemispotentsiaal
EN 15804+A2:2019	Ehitustööde jätkusuutlikkus. Toodete keskkonnadeklaratsioonid. Ehitustoodete tootekategooria põhieeskirjad.
EN 15978:2011	Ehitustööde jätkusuutlikkus - Ehitiste keskkonnamõju hindamine - Arvutusmeetod
EN 16258:2012	Transporditeenuste (kauba- ja reisijateveo) energiatarbimise ja kasvuhoonegaaside heitkoguste arvutamise ja deklareerimise metoodika
EPD	Keskkonnatoodete deklaratsioon
IEA	Rahvusvaheline Energiaagentuur
KeM	Keskkonnaministeerium
KUK	Keskkonnauuringute Keskus
LCA	Elutsükli hindamine
MKM	Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium
NECP 2030	Eesti riiklik energia- ja kliimakava
RITA	Euroopa Regionaalarengu Fondi toetatud programm, mille eesmärk on suurendada riigi rolli teadusuuringute strateegilises juhtimises ning teadus- ja arendusasutuste võimekust ühiskondlikult oluliste teadusuuringute läbiviimisel
RT	Riigi Teataja, Eesti Justiitsministeeriumi väljaanne

Sisu

Lühendid 2
1. SISSEJUHATUS 4
2. HINDAMISE OBJEKT 6
SIHTOTSTARBELISED EHITUSTÖÖD 6
HINDAMISE ULATUS 6
VÄLJAARVAMISED JA KATKESTAMISE EESKIRJAD 7
3. SÜSTEEMI PIIRID 7
EESTI ENERGIASÜSTEEM NING ENERGIA- JA KLIIMAKAVA 7
SÜSTEEMI PIIR 8
HINDAMISPERIOOD 9
HOONETÜÜBID JA ERANDID 9
4. KESKKONNAANDMED HINDAMISEKS 9
EHITUSTOODETE HINDAMISEL KASUTATAVAD KESKKONNAANDMED 9
TEGEVUSKOHA TOIMINGUTEKS KASUTATAVAD KESKKONNAANDMED 10
TRANSPORDIKS KASUTATAVAD KESKKONNAANDMED 10
KÜLMUTUSAINETE HINDAMISEL KASUTATAVAD KESKKONNAANDMED 10
ENERGIAVARUSTUSE HINDAMISEL KASUTATAVAD KESKKONNAANDMED 11
MOODULI D HINDAMISEL KASUTATUD KESKKONNAANDMED 11
5. ARVUTUSMETOODIKA 11
ARVESTATUD KESKKONNAMÕJU 11
EHITUSMATERJALIDE SÜSINIKUJALAJÄLJE ARVUTAMINE 12
ARUANNE 19
VIITED 21

1. SISSEJUHATUS

Süsinikujalajälje arvutamise metoodika kasutuselevõtu eesmärk on vähendada Eesti hoonestuse kasvuhoonegaaside heitkoguseid, suurendada teadlikkust ehitatud keskkonna kliimamõjudest ja toetada Eesti ehitussektori konkurentsivõimet toodete keskkonnamõju arendamise kaudu. Metoodika on rakendatav kõikidele hoonetüüpidele. Seda saab väikeste kohandustega rakendada ka renoveerimis- ja ehitustöödel.

Käesoleva ettepaneku eesmärk on luua esialgne metoodika, mida saab Eesti ehitussektoris kasutusele võtta, katsetada ja edasi arendada. Väljapakutud arvutusmeetodid on lihtsad ja neis kasutatakse lihtsustatud vaikeväärtusi.

Selle ettepaneku põhjendus on, et juba meetodi esialgses versioonis sisaldub suur hulk mooduleid, et anda täielik ülevaade Eesti hoonete heiteallikatest ja kliimamõjudest. Lisaks võib moodulite hilisem hindamisraamistikku lisamine tekitada segadust. Seetõttu võiks selle metoodika edasine arendamine põhineda kavandatud ulatusel, kuid võiks ajakohastada arvutusmeetodeid ja vaikeväärtusi ning arendada edasi ehitusmaterjalide andmebaasi, kuna protsesside ja toodete kohta on saadaval rohkem teavet. Esimeseks prioriteediks on ajakohastada energiakandjate, eelkõige võrguelektri CO_2e heitekoefitsientide stsenaariumid, kuna need mõjutavad oluliselt arvutustulemust. Jälgida tuleks käimasolevaid algatusi, mille eesmärk on Põhjamaade ja EL-i liikmesriikide vaheline ühtlustamine, samuti tasandite raamistiku, taksonoomia määruse ja ehitiste energiatõhususe direktiivi arenguid ning vajaduse korral reageerida meetodi arendamisel.

Meetodi oluline osa on Eesti ehitusmaterjalide CO_2e heitekoefitsientide andmebaas. Kuna Eesti toodete keskkonnadeklaratsioonide arv on veel väga piiratud, lokaliseeriti üldised CO_2e heitekoefitsiendid selles etapis välismaiste andmebaaside väärtustest, peamiselt Soome *CO2data.fi* andmebaasist, kuna toodete ja ehitusmaterjalide valik on Eesti ja Soome ehitistes väga sarnane. Uuendusi on vaja teha siis, kui Eesti elektrivõrk on järk-järgult dekarboniseeritud ja Eesti ehitusmaterjalide ja -toodete kohta on saadaval rohkem teavet.

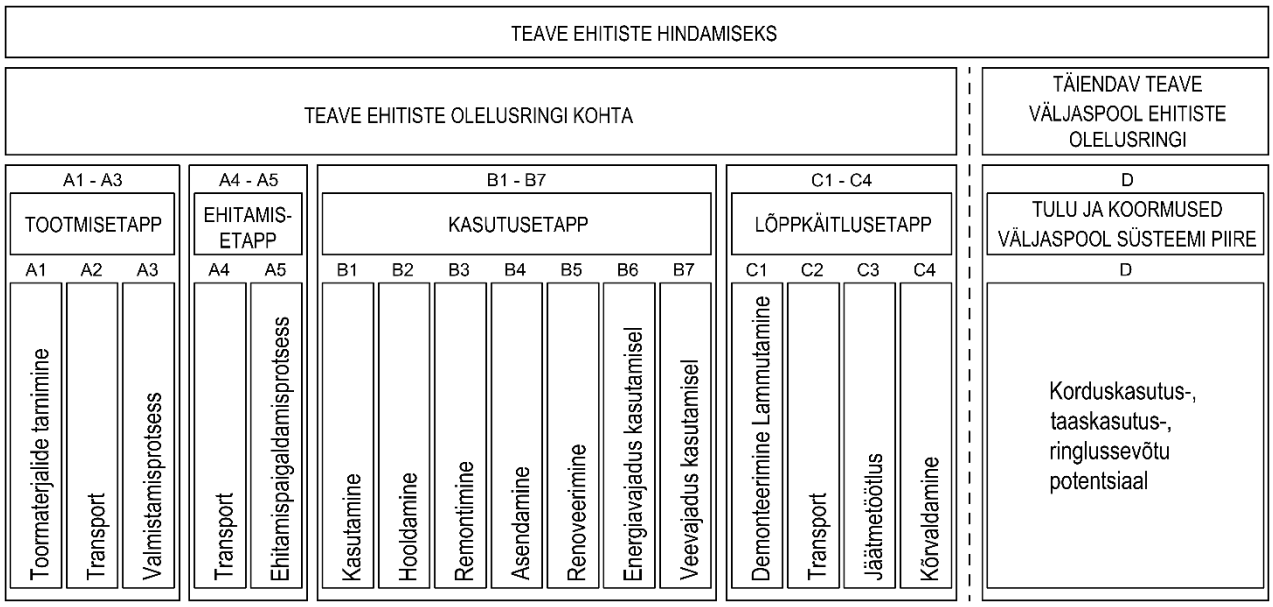
Enne mis tahes piirväärtuste kaalumist tuleb meetodit katsetada ja koguda piisav arv arvutustulemusi kõigi hoonetüüpide kohta. Kõik toetusmehhanismid, mis toovad Eesti toodete kohta välja rohkem keskkonnaalaseid tootedeklaratsioone, oleksid teretulnud, sest need annavad ka rohkem teavet, mille põhjal saab üldised heitekoefitsiendid koostada.

Süsinikujalajälje metoodika põhineb ISO 14040 kohasel elutsükli hindamisel (LCA), nagu on näidatud joonisel 1. Meetod on kooskõlas Euroopa standarditega EN 15804+A2:2019 ja EN 15978, Euroopa Level(s) raamistikuga ja rahvusvaheliste parimate tavadega. Lisaks võetakse metoodikas arvesse 12. juulil 2020 jõustunud Euroopa taksonoomia määrust.

Olulised erandid vastavatest Euroopa standarditest on järgmised:

- meetodiga kohaldatakse energiakandjate CO_2e heitkoguste stsenaariumi;[1]
- seadmete elekter (pistikupesa elekter) sisaldub tarnitud energiasisalduses.[2][3]

See meetodi ettepanek on loodud TalTechi teadlaste ja One Click LCA ekspertide poolt Eesti Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi poolt rahastatud ja RITA programmist kaasrahastatud projektis "*Uuring ehituse süsinikujalajälje hindamisprintsiipide rakendamiseks Eestis"* 2021. aastal.



Joonis 1. Elutsükli hindamise raamistik ehitustööde süsinikujalajälje hindamiseks. Allikas: EN 15804+A2:2019.

[1] Vastavalt hoonete energiatõhususe direktiivile ja standardile EN 15978 on iga energiakandja CO_2e heitekoefitsient hindamisperioodi jooksul konstantne.

[2] Vastavalt hoonete energiatõhususe direktiivile ja standardile EN 15978 ei kuulu seadmete elekter tarnitud energia hulka.

2. HINDAMISE OBJEKT

SIHTOTSTARBELISED EHITUSTÖÖD

See metoodika on mõeldud uute hoonete ehitamiseks ja suuremate renoveerimistööde tegemiseks.

HINDAMISE ULATUS

Võrreldavuse huvides tuleb arvestada allpool kirjeldatud ehituselementide minimaalset ulatust ja hindamine peaks hõlmama kõiki allpool esitatud tabelis loetletud ehituselemente, kasutades Eesti ehituse klassifitseerimissüsteemi CCI.

Reguleerimisala järgib MKM-i määrust nr 63 (RT I, 13.12.2018, 14), nii et uued nõuded saab lisada MKM-i nr 63 uue paragrahvina.

Hindamisala täpsustatakse MKM-i määruses nr 58 (RT I, 09.06.2015, 21) uue paragrahvina.

Hindamisse kaasatavate ehituselementide minimaalne ulatus on järgmine:

- Alused ja vundamendid
- Kandetarindid (talad, postid, plaadid, seinad)
- Katuslaed
- Välisseinad
- Rõdud ja terrassid
- Vaheseinad ja uksed
- Trepid ja pandused
- Fassaadikatted ja varjestused
- Avatäited
- Katus
- Ripplaed
- Seina- ja laeviimistlus
- Põrandakatted ja -viimistlus
- Hoone tehnosüsteemid.

Metoodika hõlmab seinte, põrandate ja lagede viimistlust, kuna need elemendid on hoones lühikese elueaga ja seetõttu on nende sagedase väljavahetamise tõttu olulised hoone taseme hindamisel.

VÄLJAARVAMISED JA KATKESTAMISE EESKIRJAD

Hindamisest jäetakse alati välja järgmised ehitustööde elemendid:

- Välisalad.
- Eraldi naelad, kruvid, liim ja muud sideained, mis ei ole nende toodete osad, mille paigaldamiseks neid kasutatakse.
- Kõik ajutised ehitised.
- Kõik tööriistad, masinad, seadmed, tellingud ja süsteemid, mida kasutatakse ehitusprojektis, kuid mis ei ole hoonesse püsivalt paigaldatud.
- Kogu mööbel ja seadmed, olenemata sellest, kas need on püsivalt paigaldatud või teisaldatavad.

Täiendavalt on lubatud välja jätta ebaolulisi materjale kokku kuni 2% ulatuses ehitustööde kogumassist. Mis tahes väljajäetud materjali mass võib olla kuni 0,5% ehitustööde kogumassist. Seda võib kasutada ainult ebaoluliste materjalide täielikuks väljajätmiseks, mitte hinnatud materjalide koguse vähendamiseks. Selle soodustuse eesmärk on vähendada hindajate andmekogumise koormust.

Hinnangu kohaldamisalast on välja jäetud HVAC-süsteemide külmutusagendid ja kõik välisalade (krundi) materjalidega seotud kasvuhoonegaaside heitkogused (A- ja C-moodulid). Selliste elementide kaasamine ei aita oluliselt kaasa hoone üldise elutsükli mõju hindamisele, kvantitatiivseid materjaliandmeid oleks projekti varases etapis raske või võimatu saada ning materjalide heitkoguste andmed peaksid põhinema vaikeväärtustel, mis ei näita mõju täpselt.

3. SÜSTEEMI PIIRID

EESTI ENERGIASÜSTEEM NING ENERGIA- JA KLIIMAKAVA

Eestis on IEA riikide seas üks kõige süsinikdioksiidimahukamaid energiavõrke, mis on tingitud põlevkivi domineerivast rollist energiasektoris (IEA 2019). Seega ei saa Eesti kontekstis soovitada LCA metoodikat ilma kasutusaegse energiata. Eelnevat arvesse võttes rakendatakse meetodis Eesti elektrisüsteemi heitekoefitsiendi stsenaariumi, võttes arvesse heitkoguste intensiivsuse vähenemist hoone hindamise käigus. Olemasolevaid stsenaariumeid (tabel 1) tuleb ajakohastada, sest olemasolevad teguri andmed ei ole täielikud ega põhine 2050. aasta kliimaneutraalsuse eesmärgil.

Tabel 1. Eesti elektrienergia ja kaugkütte CO_2e heitekoefitsiendi stsenaarium (Mändmets & Štõkov 2021).

tCO_2e/MWh	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060	2065	2070
Elektrivõrk	0.717	0.637	0.509	0.425	0.359	0.344	0.32	0.27	0.22	0.17	0.11
Kaugküte	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11

SÜSTEEMI PIIR

Süsteemi piir on määratud **toormest väravani koos valikuvõimalustega vastavalt** standardile EN 15804+A2:2019. Selgitused kavandatud hindamisulatuse kohta on esitatud tabeli 2 viimases veerus paremal. Mooduli D "Teave väljaspool olelusringi" heitkoguseid ei summeerita koos muude mõjudega.

Tabel 2. Hindamise ulatus (hindamisse kaasatud elutsükli etapid).

Etapp	Reguleerimisala	Määratlus	Selgitus
A1–A3 Tootmine	X	Tootmises kasutatud materjalidest ja teenustest "toormest väravani" tulenevad heitkogused.	Peamine heiteallikas
A4 Transport ehitusele	X	Ehitusmaterjalide transpordist ehitusplatsile tulenevad heitkogused.	Võimaldab eristada tarneallikaid
A5 Ehitamine	X	Materjali raiskamine ehitusplatsil.	Materjalide andmebaasi vaikeväärtused.
B1 Kasutamine[4]	-	Hoone kasutamine.	Väike mõju. Kui see sisaldub, on see tavaliselt nõutav külmutusainete puhul.
B2 Hooldus	-	Ehitustoodete hooldus.	Tavaliselt ainult vaikeväärtuste kaudu > väike mõju
B3 Remont	-	Ehitustoodete remont.	
B4 Asendamine	X	Ehitusmaterjalide asendamine	Oluline allikas
B5 Renoveeri-mine[5]	-	Hoones kavandatud renoveerimistööd.	Hindamisperioodi jooksul ei ole oodata suuremaid renoveerimisi.
B6 Kasutusaegne energia	X	Hoone tehnosüsteemide poolt kasutatud ostetud energiatarbimine.	Peamine heiteallikas
B7 Kasutusaegne vesi	-	Kasutatud vesi ja selle töötlemine.	Väga väike mõju
C1–C4 Eluea lõpp	X	Lammutamine, vedu jäätmekäitlusse, jäätmetöötlus ja lõplik kõrvaldamine.	Tavaliselt ainult vaikeväärtuste kaudu > väike mõju
D Teave väljas-pool olelus-ringi	X	Keskkonnale loodav kasu või koormus ringlussevõtust, korduvkasutamisest ja energia taaskasutamisest.	Toetab ringlusstrateegiaid ja korduvkasutust

[4] B1, mis jäetakse välja, kuna selle mõju on väike ja seda on raske hinnata.

[5] Renoveerimistöid (B5) analüüsitakse LIFE IP BUILDEST projektis.

HINDAMISPERIOOD

Hindamisperiood on ajavahemik, mille jooksul hindamine toimub. Hindamine viiakse läbi kõigi hoonetüüpide puhul 50-aastase võrdluseluea jooksul.

HOONETÜÜBID JA ERANDID

Seda meetodit ei kohaldata ajutiste või teisaldatavate ehitiste suhtes, mille lubatud kasutusiga on alla 5 aasta. Praktikas on sisendandmed kättesaadavad kõikide projektide kohta, mis vajavad energiamärgist. Meetodit võib kohaldada suuremate renoveerimiste puhul vastavalt ehitusseadustikule.

Selle ettepaneku kohaselt rakendataks uus Eesti määrus hoonete süsinikujalajälje kohta olemasoleva hoonete energiatõhususe määruse laiendusena. Seega kohaldataks energiatõhususe määruse erandeid ka süsinikujalajälje nõuete suhtes. Seega ei kehtestataks piirväärtusi üksikelamutele ega hoonetüüpidele, mis on välja jäetud MKM-i määruses nr 63 (RT I, 13.12.2018, 14).

4. KESKKONNAANDMED HINDAMISEKS

EHITUSTOODETE HINDAMISEL KASUTATAVAD KESKKONNAANDMED

Hindamisel kasutatavate andmete spetsiifilisuse tase on erinev sõltuvalt projekti etapist. Andmete kvaliteet peab vastama standardile EN 15804+A2:2019. Hindamisel järgitakse järgmist hierarhiat:

1) **Tootespetsiifilised andmed**: tootespetsiifilised kolmanda osapoole poolt kontrollitud EPD-d, mis vastavad EN 15804+A2:2019 ja ISO 14025 nõuetele. Ainult siis, kui toode on ette nähtud kasutamiseks ehitusprojektis. (See teave on projekti varases etapis siiski harva kättesaadav.)
2) **Tarnijakohased andmed**: tarnijaspetsiifilised kolmanda osapoole poolt kontrollitud EPD-d, mis vastavad EN 15804+A2:2019 ja ISO 14025 nõuetele. Ainult siis, kui ehitusprojektis on ette nähtud kasutada tarnija EPD-ga hõlmatud toodet.
3) **Tootekategooria keskmised andmed**: kolmanda osapoole poolt kontrollitud EPD-d, mis vastavad EN 15804+A2:2019 ja ISO 14025 nõuetele ja esindavad kasutatavaid tooteid ja tarnijaid.
4) **Üldised andmed**: Eesti keskmine andmebaas. Neid andmeid saab alati kasutada, kui tarnijat või konkreetset toodet ei ole valitud.
5) **Muud üldised andmed**: Kui üheski eelpool nimetatud kategoorias ei leidu sobivaid andmeid, on lubatud kasutada ainult järgmiste riiklike andmebaaside konservatiivseid üldisi väärtusi: *Boverkets*

klimatdatabas[6] (Rootsi), *www. CO2data.fi* [7](Soome) ja *Ökobaudat*[8] (Saksamaa). Kõik need riiklikud andmebaasid pakuvad konservatiivseid üldväärtusi, sealhulgas heitkoguste lisategurit, mis kajastab keskmistatud andmepunkti ebakindlust. Tuleb kasutada väärtusi koos lisateguritega.

Muid andmeallikaid ei aktsepteerita. Väikeses koguses kasutatavate toodete puhul võivad projektid kasutada piirnormi, et jätta väga spetsiifilised väikeses koguses materjalid hindamisest välja (vt "Väljaarvamised ja piirnormid" peatükis 2).

TEGEVUSKOHA TOIMINGUTEKS KASUTATAVAD KESKKONNAANDMED

CO_2e heitkoguseid, mis on seotud masinatööde, seadmete, kütte ja veekasutusega kohapeal, ei ole hindamisel arvesse võetud. Arvesse võetakse ainult materjali raiskamine, mis toimub vastavalt eelpool ehitusmaterjalide kohta sätestatud eeskirjadele.

TRANSPORDIKS KASUTATAVAD KESKKONNAANDMED

Kõik transpordiga seotud keskkonnaandmed kasutavad käesolevas dokumendis sätestatud vaikeväärtusi.

KÜLMUTUSAINETE HINDAMISEL KASUTATAVAD KESKKONNAANDMED

Külmutusaine lekkeid hoone kasutamise ajal ei ole praegu meetodi puhul arvesse võetud. Kui see tulevikus lisatakse, võetakse arvesse ainult lekete põhjustatud GWP-d (külmutusaine tootmine on välistatud). Külmutusainete puhul kasutatakse IPCC viiendas hindamisaruandes (AR5) avaldatud GWP väärtusi. Külmutusainete puhul, mille kohta ei ole AR5-s esitatud tegurit, võib kasutada Euroopa Komisjoni avaldatud tegurit.

[6] https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/klimatdatabas/

[7] www.CO2data.fi

[8] https://www.oekobaudat.de/

ENERGIAVARUSTUSE HINDAMISEL KASUTATAVAD KESKKONNAANDMED

Kõik kasutatavad keskkonnaandmed energiavarustuse kohta, mis tahes kujul, kasutavad Eesti andmebaasi keskmisi väärtusi. Erandiks on võrgupõhised väärtused, millel on kolmanda osapoole poolt kontrollitud ja kehtiv toodete keskkonnadeklaratsioon vastavalt ISO 14025 ja EN 15804+A2:2019 nõuetele.

Praktikas tuleb MKM-i määruses nr 63 (RT I, 13.12.2018, 14) täpsustatud energiakandjate puhul esitada 5-aastase sammuga väärtused, mis tuleb vahepealsete aastate puhul interpoleerida lineaarselt.

MOODULI D HINDAMISEL KASUTATUD KESKKONNAANDMED

Eksporditud energia ning kõik muud kasud ja koormused väljaspool süsteemi piire kasutavad Eesti andmebaasi keskmisi väärtusi.

5. ARVUTUSMETOODIKA

ARVESTATUD KESKKONNAMÕJU

Hindamismetoodika keskendub kliimamuutuste keskkonnamõju kategooriale (süsinikujalajälg) vastavalt standardile EN 15804+A2:2019. Mõju kategooria, mida mõõdetakse, on fossiilne globaalse soojenemise potentsiaal (GWP-fossiilne) ja see järgib standardi EN 15804+A2:2019 määratlust. See näitaja kvantifitseerib hoone globaalse soojenemise potentsiaali panust ja võtab arvesse globaalse soojenemise potentsiaali, mis tuleneb fossiilsete kütuste või fossiilset süsinikku sisaldavate materjalide oksüdeerimisest või redutseerimisest.

Esialgses versioonis jäetakse arvutustest välja biogeense süsinikuheitkogused ja mõju ning maakasutuse ja selle muutuste mõju globaalse soojenemise potentsiaalile. Muid keskkonnamõjusid (nt osoonikihi kahanemine, hapestumine, eutrofeerumine jne) ei ole käesolevas hindamismetoodikas arvesse võetud.

EHITUSMATERJALIDE SÜSINIKUJALAJÄLJE ARVUTAMINE

Materjalide süsinikujalajälg koosneb soetatud materjalide tootmisest (A1–A3), transpordist ehitusele (A4) ja asendamisest hoone elutsükli jooksul (B4). Arvutused tuleks teha kindlaksmääratud ehitusdetailide kohta ja koguselise hindamise alusel.

Ehitusmaterjalide kogused saadakse materjalinimekirjas, mis põhineb hindamisse kaasatud ehitusdetailidel. Materjalide loetelu peab sisaldama ka eeldust materjali raiskamise kohta, mida hinnatakse moodulis A5. Eesti materjalide andmebaasis on iga ehitusmaterjali kohta vaikimisi määratud raiskamise protsent.

Laienduste või renoveerimiste arvutamisel võetakse arvutustes arvesse ainult uued ja lisatud materjalid. Kõik olemasolevad konstruktsioonid jäetakse välja. Olemasolevad osad, mida ei renoveerita, kuuluvad hoone varasemasse 50-aastasesse elutsüklisse ega suurenda seega renoveerimise heitkoguseid.

Kui mõned projektis kasutatavad materjalid või konstruktsioonid on otseselt taaskasutatud või päästetud ülejääkidena eelmisest samal alal asuvast hoonest või mõnest muust projektist, jäetakse nende materjalide tootmisest tulenevad heitkogused hindamisest välja, kuid kõik transpordimõjud (A4 etapp) tuleb siiski arvesse võtta.

A1–A3 Materjalide süsinikujalajälg

Ehitiste tootmise mõju (A1–A3 moodul) arvutatakse, korrutades materjali heitekoefitsiendi (GWP) materjali kogusega (mass).

(1) $GWP_{A1\text{-}A3} = GWP_{ehitusteenused} \times s + GWP_{materjal1} \times m_{materjal1} + GWP_{materjal2} \times m_{materjal2} + \ldots$

s on köetav põrandapind

m on materjali mass.

Hooneteenused on hoonetesse paigaldatud süsteemid, mis muudavad need mugavaks, funktsionaalseks, tõhusaks ja ohutuks, sealhulgas hoonete haldussüsteemid; energiatootmine, -jaotus ja -varustus; eskalaatorid ja liftid; fassaaditehnika; tuleohutus, tulekahju avastamine ja kaitse; küte, ventilatsioon ja kliimaseadmed (HVAC); info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) võrgud; valgustus; piksekaitse; jahutus; turva- ja häiresüsteemid; vesi, kanalisatsioon ja veevarustus.[9]

[9] Ehitusteenuste määratlus nagu https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Types_of_building_services.

Materjalide heitekoefitsiendid tuletatakse Eesti andmebaasist (lisa 6) või alternatiivselt kehtiva, kolmanda osapoole poolt kontrollitud EPD-st (vastavalt standarditele EN 15804, ISO 14025). EPD andmete kasutamisel tuleb esitada tõendid.

A4 Transport ehitusele

Transpordiga seotud kasvuhoonegaaside heitkogused arvutatakse “mahutist sõidukisse” heitkogustena. Eesti materjalide andmebaasi tabelis ei ole esitatud transpordikauguse väärtus, vaid materjali hankimise piirkond (kohalik/globaalne). Moodul A4 arvutatakse vaikimisi kauguse alusel 500 km kohaliku päritolu materjalide puhul ja 3000 km globaalselt hangitud materjalide puhul, korrutades transpordikauguse heitekoefitsiendiga.

(2) Kohalikest allikatest pärit materjalid: $GWP_{A4_lokaalne} = m_{material1} \times (450 \times EF_{maanteesõit} + 50 \times EF_{linnasõit})$.

(3) Globaalselt hangitud materjalid: $GWP_{A4_global} = m_{material1} \times (2950 \times EF_{maanteesõit} + 50 \times EF_{linnasõit})$.

$m_{material1}$ on materjali mass

$EF_{maanteesõit}$ on maanteetranspordi heitekoefitsient maanteel sõitmisel

$EF_{linnasõit}$ on maanteetranspordi heitekoefitsient linnasõidul.

(4) $GWP_{A4} = GWP_{A4_lokaalne} + GWP_{A4_globaalne}$

Heitekoefitsiendid pärinevad Soome LIPASTO andmebaasist. Meetodi esialgne versioon sisaldab lihtsustatud kaalutlusena ühte transpordivarianti (maanteetransport, 40-tonnine täislastiga veok). Kui metoodikat arendatakse edasi, saab siiski lisada alternatiivseid transpordiliike.

Kui konkreetne tarnija on teada, arvutatakse veos, kasutades transpordilõike (kasutades tegeliku sõiduki läbitud vahemaad) ja transporditava(te) toote(te) massi. Hindamine tehakse ainult ühe suuna transpordi kohta, kuid saadud süsinikujalajälg korrutatakse koefitsiendiga 1.4, mis näitab, et kaubanduslikult tasuvate edasi-tagasi sõitude osa puudub.

Üksikasjalikumad arvutamisjuhised on esitatud standardis EN 16258:2012 ja juhendis "Transpordi- ja logistikateenuste kasvuhoonegaaside heitkoguste arvutamine vastavalt standardile EN 16258. Terminid, meetodid, näited" (Schmied et al. 2012).

A5 Ehitusplats

Selle etapi arvutamisel kasutatakse materjali raiskamise tegurit, mis on seotud paigaldatud materjalide kogusega materjali kohta. Heitkogused arvutatakse lisaks paigaldatud kogustele, võttes aluseks paigaldatud koguse. Transpordi ja kasutusaja lõpu (moodul C1–C4) mõju arvutatakse ka raisku minevate koguste puhul.

(5) $GWP_{A5} = GWP_{A1–A3_materjal} \times w\%_{materjal} + GWP_{A4_materjal} \times w\%_{materjal} + GWP_{C1–C4_materjal} \times w\%_{materjal}$

w% on materjali raiskamise protsent

Vaikimisi pärineb raiskamistegur Eesti andmebaasist; seda võib siiski kohandada, kui paigaldustehnikat ja sellega seotud raiskamist on võimalik täpselt ja usaldusväärselt kvantifitseerida.

Vaikeväärtus on tuletatud vahendist One Click LCA[10], mis kasutab Euroopa süsinikujalajälje arvutamise parimaid tavasid. Raiskamine määratleb materjali ehitusplatsil tekkiva raiskamise. Jäätmete vaikeväärtused on määratud tüüpiliste jäätmete alusel, kuid need varieeruvad ehitusprotsessi, ehitise ja konstruktsiooni alusel. Raiskamise protsenti vähendab väga hea ettevalmistus.

B4 Asendused

Materjalide andmebaas annab iga ehitusmaterjali jaoks materjali kasutusaja väärtuse. 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. Arvesse tuleb võtta kõik hoonete materjalide asendamised hoone elutsükli jooksul. Asenduste puhul tuleb arvesse võtta kogu asendatavate materjalide mõju, sealhulgas uue toote transport ja eemaldatud toote kasutusaja lõpu mõju.

Kõik asendustooted arvutatakse sama süsinikujalajälje alusel kui algselt paigaldatud toode, välja arvatud taaskasutatud või päästetud tooted. Kui algselt korduvkasutatavad või päästetud tooted tuleb hoone elutsükli jooksul välja vahetada, ei saa sama eeldust korduvkasutatavate materjalide kohta laiendada ka asendustoodetele. Selle asemel tuleb asendamine arvutada keskmise mõjuga uue materjalina.

[10] https://www.oneclicklca.com

Tootjate tehnilist dokumentatsiooni ja EPD-sid võib kasutada juhul, kui materjali ei ole andmebaasis.

(6) $GWP_{B4} = GWP_{A1\text{-}A3_materjal} \times i_{materjal} + GWPA4_materjal \times i_{materjal} + GWP_{C1\text{-}C4_materjal} \times i_{materjal}$

i on ehitise 50-aastase kasutusea jooksul vajaliku materjali väljavahetamise arv.

GWP väärtus andmebaasis on saadud vahendist One Click LCA, kuna need väärtused on kohandatud reaalsete andmete põhjal. Kasutusiga on tuletatud Euroopa andmebaasidest materjalide kestvusaja[11] kohta. Selles suhtes võib aga kasutusea võtta ka Soome andmebaasist[12] ehitusdetailide kohta sõltuvalt hoone tüübist või anda sarnaseid juhiseid. Kasutusiga määrab, kui kaua on toode enne selle väljavahetamist kasutuses. Vundamente ei vahetata kunagi välja. Mõne toote puhul on vaikimisi kasutusaeg hoone kasutusiga, teiste puhul vahetatakse need hindamisperioodi täitmiseks välja nii sageli, kui vaja. Hindamisperioodi viimasel aastal asendusi ei tehta. Iga toote kasutusiga on võimalik kohandada.

B6 Kasutusaegse energia süsinikujalajälje arvutamine

Kasutusaegse energia arvestus on määratletud MKM-i määruses nr 63 (RT I, 13.12.2018, 14) ja MKM-i määruses nr 58 (RT I, 09.06.2015, 21). Muudatusi ei ole vaja teha: käitamisel tekkiva energia heitkoguste arvutamiseks kasutatakse tarnitud energia väärtusi (B6). Arvutatud energiakasutuse väärtus korrutatakse vastava energiakandja energiakasutuse heitekoefitsiendiga.

Energiakandjate CO_2-ekvivalentse heitekoefitsiendi konkreetsed stsenaariumid (loetletud MKM-i määruses nr 63 (RT I, 13.12.2018, 14)) tuleb ajakohastada.[13] Süsinikujalajälje hindamiseks peaksid stsenaariumid ulatuma praegusest kaugemale kui 50 aastat.

---

[11] Saksa BNB Nutzungsdauern von Bauteilen (https://www.nachhaltigesbauen.de/austausch/nutzungsdauern-von-bauteilen/); Soome juhenddokument Finnish Building Information Foundation (https://cer.rts.fi/wp-content/uploads/rts-pcr-versio-020616.pdf); Briti " Life Expectancy of Building Components. Surveyors' experiences of buildings in use A practical guide" (BCIS, 2006).

[12] https://CO2data.fi

[13] See küsimus vajab kooskõlastamist KeM-iga, sest olemasolevad tegurite andmed ei ole täielikud ega põhine 2050. aasta kliimaneutraalsuse eesmärgil.

Mõnes Eesti linnas on kasutusel ka omavalitsuse kaugkütteplaanid. Selliste seadmete puhul kohaldatakse riiklikku keskmist heitekoefitsienti. Teise võimalusena võivad jaamad esitada kehtiva, kolmanda osapoole poolt kontrollitud toodete keskkonnadeklaratsiooni, et võimaldada konkreetse heitekoefitsiendi kasutamist hindamisel.

Kasutatavast energiast tulenevad heitkogused on arvutatud kõigi hoonesse tarnitud energiakandjate põhjal, kusjuures konkreetsed CO_2e heitekoefitsiendid on esitatud tabelis 1.

(7) $$GWP_{B6} = \sum_{i} \sum_{j=1}^{50} E_{tar,j}^{i} GWP_{E,j}^{i}$$

$E_{tar,j}^{i}$ is delivered energy by energy carrier *i* in year *j* kWh
$GWP_{E,j}^{i}$ is specific emission factor of energy carrier *i* in year *j* $kgCO_2e/kWh$

C1 Lammutamine

Lammutamise mõju sõltub ehitusmaterjalidest, kuid ühe materjali mõju on hoone mastaabis äärmiselt raske hinnata. Ei soovitata kasutada materjaliressursiga seotud C1 mõjusid, vaid kasutada selle asemel üldisi väärtusi. Seetõttu ei sisalda materjalide andmebaas materiaalsetele ressurssidele omistatud C1 mõjusid. Selline lähenemisviis on valitud ka Soome süsteemis, andmebaasis *CO2data.fi*. Lammutamise mõju hinnatakse hoonetüübi neto m² kohta. Põrandapindalal (m²) põhinevad väärtused on tuletatud kirjanduse ülevaate põhjal, mis käsitleb 1 m² hoone lammutamise keskmist energiatarbimist (rahvusvahelised uuringud kogu Euroopast) ja Soome hoonetüüpide keskmist suurust. Eeldades, et hoonete suurused on Eestis ja Soomes võrreldavad, võib C1 väärtusi kasutada järgmiselt:

- Lammutamine, büroohoone -14 $kgCO_2e/m^2$
- Lammutamine, elamu -7 $kgCO_2e/m^2$
- Lammutamine, kool või lasteaed -9,8 $kgCO_2e/m^2$.

Tunnistatakse, et Eestis on hoonetüüpide liigitus ulatuslikum. Võttes arvesse käesoleva uuringu ulatust ja piiranguid, ei ole täiendavaid C1-heitkoguste väärtusi võimalik luua. Arvutusmeetodi omaksvõtmisel on see CO_2e arvutuse hindaja valikuvõimaluste põhjal kõige sobivam valik.

(8) GWP (C1) = hoone netopindala x heitekoefitsient

C2 Transport

Moodulit C2 saab arvutada, kasutades keskmist vahemaad 50 km ja LIPASTO heitekoefitsienti 0.0116 $kgCO_2e/tkm$[14] 50 %-lise koormusega veoauto puhul. Vaikimisi eeldatakse, et vahemaa on 50 km.

(9) $GWP_{C2} = m_{materjal} \times EF_{50\%\ koormatud\ veoauto} \times 50$

$m_{materjal}$ on materjali mass

$EF_{50\%\ koormatud\ veoauto}$ on 50 % koormatud raskeveokite heitekoefitsient.

C3 Jäätmekäitlus

Soome süsteemis hinnatakse mooduli C3 mõju materjaliklassi alusel. Eesti materjalide andmebaasi on laiendatud nii, et iga materjaliressursi kohta on üks kolmest järgmisest klassist. Materjaliklassil põhinevad vaikeväärtused on järgmised:

- mineraalsed materjalid 0.006 $kgCO_2e/kg$
- puitmaterjalid 0.02 $kgCO_2e/kg$
- metallmaterjalid 0.002 $kgCO_2e/kg$.

Moodul C3 arvutatakse materjali tüübi ringlussevõtu mõju heitekoefitsiendi, materjali ringlussevõtu määra ja materjali massi alusel.

(10) $GWP_{C3} = R_{materjal1} \times EFR_{materjal1} \times m_{materjal}$

R on materjali ringlussevõtu määr (1 või 0.75 või 0)

EFR on materjali ringlussevõtu mõju heitekoefitsient (põhineb materjali tüübil).

C4 Lõplik kõrvaldamine

Moodulit C4 hinnatakse ehitusaluse pindala keskmise väärtuse 0.06 $kgCO_2e/m^2$ alusel.

C4 arvutatakse materjali kõrvaldamise mõju heitekoefitsiendi, materjali kõrvaldamise määra ja materjali massi alusel.

(11) $GWP_{C4} = D_{materjal1} \times EFD_{materjal1} \times m_{materjal1}$

[14] http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikennee/tieliikennee/kajaksuurijakelue.htm

D on materjali kõrvaldamise määr (0 või 0.25 või 1)

EFD on materjali kõrvaldamise mõju heitekoefitsient (0.06 $kgCO_2e/m^2$ hoone netopõrandapinnast)

m on materjali mass.

Moodul D

Moodul D hõlmab kasu ja koormust väljaspool olelusringi, mida ilma ehitusprojektita ei tekiks, sealhulgas järgmist:

- komponentide korduvkasutamine ja materjalide ringlussevõtt;
- energiatootmine materjalivoogudest;
- eksporditud energia (võrku müüdud energia).

Moodul D ei ole tuletatud süsinikujalajäljest, vaid esitatakse eraldi tulemina. Arvutatakse vastavalt standardile EN 15978.

Iga materjaliressursi kohta on Eesti materjalide andmebaasis täpsustatud toote ringlussevõtu või taaskasutamise eelised pärast selle elutsüklit. Andmebaasi väärtused põhinevad suure hulga tegelike juhtumite andmetel, mida on hinnatud vahendiga One Click LCA.

MATERJALIDE KORDUVKASUTAMINE

Kõiki materjale, mida saab materjalina taaskasutada, võib hinnata nende algse mõjuga või selle materjali mõjuga, mida nad asendavad.

MATERJALIDE RINGLUSSEVÕTT

Kõiki ringlussevõetavaid materjale hinnatakse nende asendusmõju alusel lähteainele.

ENERGIA TAASKASUTAMINE PÕLETATUD MATERJALIDEST

Kõiki põletatud materjale hinnatakse keskmise energia alusel, mis eeldatavasti asendatakse.

EKSPORDITUD ENERGIA

Eksporditud energia kogust analüüsitakse aastases mahus. Kogu võrku eksporditud elektrienergia, jahutus- ja soojusenergia tuleb arvestada moodulis D.

ARUANNE

MKM-i määrusesse nr 58 (RT I, 09.06.2015, 21) tuleks lisada uue materjali kogus ja CO_2e andmetabel, mis ühendab sisend- ja väljundandmed. Need järgivad praeguste lisa 2[15] ja lisa 4[16] loogikat, mis esitavad andmed lühendatud ja kergesti loetavas vormis. See võib olla moodulite A, B, C ja D sisendite ja tulemuste maksimaalselt 2-leheküljeline jaotus.

MKM-i määrusesse nr 36 (RT I, 06.05.2015, 2) tuleks lisada uus aruande (sertifikaadi) leht. Sellel lehel esitatakse elutsükli hindamise tulemused iga hindamisse kaasatud elutsükli etapi kohta. Tulemused esitatakse kogu ehitise eluea kohta kogusummana tonnides (ilma kümnendkohtadeta) ja $kgCO_2e/(m^2a)$[17] ühe kümnendkoha täpsusega, kusjuures kogutulemus on aastapõhine hindamisperioodi ühe aasta kohta.

Aruandelehel peab sisalduma ka põhiteave ehitise, hindaja, kuupäeva ja muu asjakohane teave, mis on vajalik Eesti regulatiivses kontekstis sobivuse tagamiseks. Aruanne peab sisaldama tulemusi tabelina. Kavandatav vorming on esitatud allpool tabelis 3 ja tabelis 4.

Tabel 3. Kavandatud sisendandmete vorming.

Parameeter	Teave
Hoone tüüp	Büroohoone
Aadress	Suur-Ameerika 1, Tallinn, 10122
Põrandapindala	3500 m^2
Hindaja	hindaja Tom
Kuupäev	18. august 2021
Ehitusmass	4530 tonni
Vundamendi tüüp	Betoonist vaiad
Struktuuri tüüp	Valmisbetoon

[15] https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1220/8201/9005/MKM_11012019_m3_lisa2.pdf#

[16] https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1220/8201/9005/MKM_11012019_m3_lisa4.pdf#

[17] Köetav põrandapind

Tabel 4. Kavandatud väljundandmete vorming.

Elutsükli etapp	tCO_2e/hoone[18]	$kgCO_2e/(m^2a)$[19]
A1–A3 Ehitusmaterjalid	1575	9.0
A4 Transport	53	0.3
A5 Ehitusplats	63	0.4
B4 Asendamine	189	1.1
B6 Kasutusaegne energia	4725	27.0
C1 Lammutamine		
C2 Transport		
C3 Jäätmekäitlus		
C4 Lõplik kõrvaldamine		
Hoone kokku (A+B+C)	**6605**	**37.8**
D Teave väljaspool olelusringi	-284	-1.6

[18] Kasutusaja jooksul (50 aastat).

[19] Soojendatud põrandapind.

VIITED

Designing Buildings. The construction Wiki. https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Types_of_building_services (vaadatud 13. veebruaril 2022).

EN 15804+A2:2019 Ehitustööde jätkusuutlikkus - Toodete keskkonnadeklaratsioonid - Ehitustoodete tootekategooria põhireeglid.

EN 15978:2011 Ehitustööde jätkusuutlikkus - Hoonete keskkonnamõju hindamine - Arvutusmeetod.

EN 16258:2012 Transporditeenuste (kauba- ja reisijateveo) energiatarbimise ja kasvuhoonegaaside heitkoguste arvutamise ja deklareerimise metoodika.

IEA (2019). Estonia 2019 Review. https://iea.blob.core.windows.net/assets/21965e0d-c9a9-4617-b1ad-5b4539d91ad7/Estonia_2019_Review.pdf

ISO 14025:2006 Keskkonnamärgised ja -deklaratsioonid - III tüüpi keskkonnadeklaratsioonid - Põhimõtted ja menetlused.

Life Expectancy of Building Components: Surveyors' Experiences of Buildings in Use: a Practical Guide (2006), Building Cost Information Service BCIS, UK. ISBN: 9781904829393.

Mändmets, A & Štõkov, S (2021). Energiakandjate stsenaariumid Eestis. Kliimaüksus, Eesti Keskkonnauuringute Keskus (KUK), Keskkonnaministeerium.

Nutzungsdauern von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) (2017), Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung BBSR. https://www.nachhaltigesbauen.de/austausch/nutzungsdauern-von-bauteilen/ (vaadatud 13. veebruar 2022).

Pasanen, P & Tikka S (2021). Proposal for an Estonian calculation method for the carbon footprint of construction works. 18 August 2021, One Click LCA. Avaldamata.

Report pursuant to Article 39 of Regulation (EU) 2018/1999. Estonia 2021. Eesti Vabariik. Keskkonnaministeerium.

RTS PCR -menetelmäohje: Rakennustietosäätiö RTS:n väljaannete keskkonnöselosteet (2016), Building Information Foundation RTS SR, Soome. https://cer.rts.fi/wp-content/uploads/rts-pcr-versio-020616.pdf (vaadatud 13. veebruaril 2022).

Schmied, M, Knörr, W, Friedl, C (toim.) (2012). Calculating GHG emissions for freight forwarding and logistics services. European Association for Forwarding, Transport, Logistics and Customs Services (CLECAT).