

# **Būvizstrādājumu un būvniecības pakalpojumu ietekme uz klimatu**

Pētījuma pasūtītājs: AS Latvijas Valsts meži

Pētījums saskaņā pētniecības pakalpojumu līgumu (dokumenta nr.: 5-5.5.1\_0002\_101\_25\_5\_5)

Sagatavots, Rīgā, 24.01.2025.

Izpildītājs: SIA *Meža un koksnes produktu pētniecības un attīstības institūts*

Atbildīgais projekta vadītājs: Edvīns Grants

Iesniegšanas datums: 17.10.2025

## ANOTĀCIJA

Projekta “Būvizstrādājumu un būvniecības pakalpojumu ietekme uz klimatu” mērķis bija izstrādāt pamatu nacionālai metodikai būvju dzīves cikla siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju aprēķināšanai un datu integrācijai Būvniecības informācijas sistēmā (BIS). Projekts īstenots trīs etapos – datu vākšanā, LCA metodikas izmēģināšanā un datu kataloga modelēšanā.

Pirmajā etapā apkopoti nacionālie un ārvalstu būvizstrādājumu emisiju dati, salīdzinot Somijas, Zviedrijas un Vācijas katalogus. Konstatēts, ka Latvijā trūkst centralizētas datubāzes un nacionālo nominālo vērtību, kas nodrošinātu salīdzināmību ar citām valstīm. Otrajā etapā RTU veica aprēķinus Ekonomikas ministrijas tipveida dzīvojamās ēkas un Rīgas pašvaldības veloceļa projektiem, izmantojot būvprojekta apjomu specifikācijas un nacionālās vērtības moduļiem A1–A3. LVMI “Silava” demonstrēja koksnes produktu oglekļa piesaistes aprēķinus SEG inventarizācijā, secinot, ka būvniecībā izmantotā koksne nav izsekojama makrolīmenī. NOMAD uzsāka digitālās LCA integrācijas prototipa izstrādi BIM vidē, identificējot datu savietojamības problēmas.

Trešajā etapā izstrādāts mācību kurss par piesaistītā oglekļa aprēķināšanu būvkonstrukcijās un sagatavots Ministru kabineta noteikumu projekta melnraksts “Būvju dzīves cikla siltumnīcefekta gāzu emisiju aprēķina nacionālā metodika”. Projekta rezultāti radījuši pamatu nacionālās LCA sistēmas izveidei un kalpo kā priekšnoteikums Direktīvas (ES) 2023/1791 (recast) prasību izpildei, kas no 2026. gada nosaka obligātu būvju dzīves cikla emisiju uzskaiti visās dalībvalstīs.

## ABSTRACT

The project “Impact of Construction Products and Services on Climate” aimed to establish a foundation for a national methodology for calculating greenhouse gas (GHG) emissions over the life cycle of buildings and for integrating these data into the Building Information System (BIS). The project was implemented in three stages: data collection, testing of the Life Cycle Assessment (LCA) methodology, and modelling of the data catalogue.

In the first stage, national and international data on construction product emissions were compiled by comparing databases from Finland, Sweden, and Germany. It was found that Latvia lacks a centralised database and national reference values that would ensure comparability with other countries. In the second stage, Riga Technical University (RTU) carried out calculations for the Ministry of Economics’ standard residential building project and a Riga municipality cycling path project, using design specifications and national average emission values for modules A1–A3. The Latvian State Forest Research Institute “Silava” demonstrated carbon stock calculations for wood products in the national GHG inventory, concluding that timber used in construction is currently not traceable at the macro level. The architectural office NOMAD initiated the development of a digital LCA integration prototype in a BIM environment, identifying data compatibility challenges.

In the third stage, a training course on embodied carbon calculation in building structures was developed, and a draft Cabinet Regulation titled “National Methodology for Calculating Greenhouse Gas Emissions over the Life Cycle of Buildings” was prepared. The project results have laid the groundwork for establishing a national LCA system and serve as a prerequisite for implementing Directive (EU) 2023/1791 (recast), which requires all Member States to introduce mandatory reporting of whole-life carbon emissions from buildings starting in 2026.

## SATURS

IEVADS .....	6
1.1. Problēmas nostādne .....	6
1.2. Pētījuma mērķis un darba uzdevumi .....	7
1.3. Sagaidāmie rezultāti un pienesums nozares attīstībā .....	9
2. Literatūras un informācijas avotu apskats.....	10
2.1. Eiropas un nacionālā politikas konteksts .....	10
2.2. Būvizstrādājumu ietekmes uz klimatu pētījumu tendences .....	10
2.3. Būvizstrādājumu dzīves cikla katalogu piemēri (Somija, Zviedrija, Vācija) 12	
2.3.1. Īsumā par Somijas piemēru.....	12
2.3.2. Īsumā par Zviedrijas piemēru .....	12
2.3.3. Īsumā par Vācijas federatīvās republikas piemēru .....	13
3. Pētījuma metodika .....	15
3.1. Datu apkopošana un esošās situācijas analīze .....	15
3.1.1. Būvizstrādājumu grupu definēšana un partneru lomas.....	15
3.1.2. Datu vākšana no nacionālajiem katalogiem un citiem avotiem.....	15
3.1.3. Dzīves cikla scenāriju un metodisko pieeju salīdzinājums .....	16
3.1.4. Klimata mērķu integrācijas salīdzinājums .....	17
3.2. Datu kataloga modelēšana un ēku dzīves cikla analīzes.....	18
3.2.1. Dzīves cikla analīzes pielietojuma pieeja (E-II-1).....	18
3.2.2. Nacionālo scenāriju un datu integrācija (E-II-2 līdz E-II-4).....	19
3.2.3. Ilgtspējas kompetenču attīstība un integrācija izglītībā (E-III).....	20
4. Rezultāti .....	21
4.1. Ekonomikas ministrijas tipveida 103. sērijas dzīvojamās ēkas siltināšanas projekta analīze (RTU).....	21
4.1.1. Dzīves cikla inventarizācija (LCI) un novērtējums .....	21
4.1.2. SEG emisiju salīdzinājums ar energoefektivitātes pasākumu rezultātiem 27	
4.1.3. Salīdzinājums ar starptautiskiem datiem .....	28
4.1.4. Alternatīvie scenāriji un vietējo materiālu izmantošanas potenciāls .....	28
4.2. Inženierbūvju dzīves cikla aprēķina piemērs un emisiju koeficientu kataloga saturs piedāvājums (RTU) .....	30
4.2.1. Materiālu grupas .....	30
4.2.2. Apskatīto materiālu grupu pārklājums ceļiem un tiltiem.....	31
4.2.3. Apskatīto materiālu grupu esamība FIN, SWE un GER katalogos .....	32
4.2.4. Katalogā esošo materiālu SEG.....	33
4.2.5. Materiālu transporta SEG .....	39

4.2.6.	Būvniecības procesa SEG .....	40
4.2.7.	SEG emisiju aprēķins veloceļam .....	42
4.2.8.	Dzīves cikla inventarizācija (LCI) .....	44
4.2.9.	Dzīves cikla ietekmes novērtējums (LCA) .....	46
4.3.	Koksnes produktu oglekļa aprēķins SEG inventarizācijas sistēmā (LVMI “Silava”) .....	49
4.3.1.	Kategorijas apraksts SEG inventarizācijas sistēmā .....	49
4.3.2.	Metodoloģiskie aspekti .....	50
4.3.3.	Nenoteiktības un laika rindu konsekvence .....	55
4.3.4.	Kategorijai raksturīgā kvalitātes kontrole (QA/QC) un pārbaude .....	55
4.4.	Nacionālās būvju dzīves cikla emisiju aprēķina metodikas projekts .....	56
	Secinājumi .....	57
	Rekomendācijas .....	58
	Informācijas avoti .....	59
	Pielikumi .....	62
	Pielikums Nr. 1 .....	63
	Datu integrācijas Būvniecības informācijas (BIS) sistēmā priekšlikuma prezentācija BVKB .....	63
	Pielikums Nr. 2 .....	71
	MK noteikumu projekta melnraksts – pamatteksts .....	71
	Pielikums Nr. 3 .....	90
	Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi .....	90

# IEVADS

## 1.1. Problēmas nostādne

Balstoties uz Eiropas Vides aģentūras (European Environment Agency, 2024) makro datiem un arī balstoties uz Latvijas Enerģētikas stratēģiju (Klimata un enerģētikas ministrija, 2025), Latvijas enerģētikas un rūpniecības sektori kopā veido aptuveni 70 % no valsts siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisijām, kur galvenais emisiju slodzes iemesls ir ēku apkure un energoietilpīga materiālu ražošana (cementa, tērauda, stikla). Lai gan enerģētikas emisijas samazinās, būvniecības procesi un ēku ekspluatācija, domājams saglabā augstu emisiju intensitāti uz vienu iedzīvotāju.

Saskaņā ar Ekonomikas ministrijas “Būvniecības nozares stratēģiju 2025–2030” (I. Biukšāne; S. Reinerte, 2025) un pētījumu “Ēku būvniecības regulējuma pilnveidošana” (AC Konsultācijas, 2023), būvniecības nozare veido aptuveni 7 % no iekšzemes kopprodukta (IKP) un 8 % no nodarbinātības, taču nozares ietekme uz klimatu nav sistemātiski kvantificēta. IPCC AR6 (Bosetti et al., 2023; Calvin et al., 2023) ziņojumā uzsvērts, ka būvniecības sektora emisijas ES kontekstā pieaug, un līdzīga tendence saglabājas arī Latvijā.

Latvijā nav nacionāla līmeņa Dzīves cikla analīzes (*angļu val. – Life Cycle Assessment – LCA*) datu sistēmas, kas nodrošinātu būvizstrādājumu emisiju uzskaiti mikrolīmenī. Šobrīd dati par būvizstrādājumu ietekmi ir fragmentāri — daļa iegūstama no EPD deklarācijām, daļa no ārvalstu katalogiem ((Boverket, 2025; SYKE, 2025; Vācijas būvniecības un mājokļu ministrija, 2024)). Latvijas LCC (*angļu val. – Life cycle costing – LCC*) kalkulators (VARAM, 2018) sniedz ieskatu dzīves cikla izmaksās, taču neaptver būvju dzīves cikla vides indikatorus, tādus, kā emisiju Globālās sasilšanas potenciāls (*angļu val. – Global warming potential – GWP*, u.c.) Tādējādi konceptuāli nav iespējams:

- noteikt būvizstrādājumu emisiju intensitāti, būvju, kvartālu un pilsētu ietvarā,
- salīdzināt vietējo ražotāju un importa būvizstrādājumu ietekmi uz vietējo apbūvi,
- un novērtēt faktisko koksnes krājumu būvēs un potenciālo pienesumu Siltumnīcas efekta gāzu (SEG) inventarizācijas bilancē.

Latvijas būvniecības nozares stratēģija 2025 – 2030 gadam (I. Biukšāne; S. Reinerte, 2025) uzsver ilgtspēju un emisiju samazināšanu kā galveno attīstības virzienu, īpaši veicinot vietējo resursu izmantošanu un digitalizāciju. Tomēr bez būvizstrādājumu emisiju globālās sasilšanas potenciāla datu sistēmas, kas kā prasība ir nostiprināta Eiropas Parlamenta un Padomes direktīvā par Ēku energoefektivitāti EPBD (Eiropas Parlaments un Padome, 2024), šie mērķi nevar tikt īstenoti praktiski. Tas rada nepieciešamību pēc nacionāla emisiju kataloga, kurā būvizstrādājumi tiek vērtēti pēc Eiropā jau nostiprinātās dzīves cikla ietekmes uz vidi analīzes principa (CEN, 2012) un kas var kalpot par pamatu publiskā iepirkuma un klimata politikas kritērijiem.

Vienlaikus Latvijas valsts meži (LVM) kā valsts kapitālsabiedrība, kas pārvalda lielāko daļu Latvijas mežu resursu un nodrošina ievērojamu daļu vietējās koksnes piegādes, saskaras ar līdzīgu izaicinājumu — kvantitatīvi pierādīt koksnes produktu pienesumu klimata mērķu sasniegšanā.

LVM līdz šim emisiju ziņojumos galvenokārt uzrāda emisiju uzskaites makrodatus, jo tie ir vienīgais datu avots, kas uzņēmumam ir pieejams, tādēļ pilnu oglekļa aprites ciklu, kas

ietver oglekļa uzkrājumu mežā, pārvēršanu produktos un šo produktu izmantošanu būvniecībā modelē matemātiski, nevērtējot saikni ar koksnes produktu apjomu, kas faktiski tiek patērēts Latvijas teritorijā.

Dzīves cikla ietekmes analīzes nepiemērošana nacionālā līmenī radījusi informatīvo plaisu, kas neļauj novērtēt, cik lielā mērā koksnes izmantošana būvēs palīdz samazināt valsts kopējās emisijas, kā arī vai šo devumu var pārvērst par stratēģisku rādītāju Valsts klimata un bioekonomikas politikā.

Projekta ietvaros tieši šis jautājums tika izvirzīts kā viens no centrālajiem: vai, izmantojot dzīves cikla analīzes (LCA) metodiku un nacionālos datu avotus, iespējams noteikt mērījumu sistēmu, kas ļautu LVM un citām nozares organizācijām uzskaitīt un modelēt koksnes un citu būvizstrādājumu ietekmi uz SEG bilanci būvniecības kontekstā.

## 1.2. Pētījuma mērķis un darba uzdevumi

Projekta mērķis ir izstrādāt zinātniski un metodoloģiski pamatotu sistēmu būvizstrādājumu un būvniecības pakalpojumu ietekmes uz klimatu novērtēšanai Latvijā, balstoties uz dzīves cikla analīzes (LCA) principiem un sasaistot tos ar nacionālo SEG inventarizācijas sistēmu.

Projekta rezultātā paredzēts izveidot datu modeli, kas ļautu kvantificēt koksnes un citu būvizstrādājumu ietekmi uz SEG bilanci un nodrošinātu salīdzināmību ar citām Eiropas valstīm, kur šādas sistēmas jau darbojas (Somija, Zviedrija, Vācija).

Latvijas valsts meži (LVM), pārvaldot lielāko daļu Latvijas mežu resursu, ir būtisks nacionālās klimata politikas instruments. LVM ilgtspējas mērķos 2024–2030. gadam noteikts uzdevums palielināt dabas kapitāla vērtību un veicināt oglekļa piesaisti augošajā koksnē, vienlaikus sekmējot valsts klimatneitralitātes mērķu sasniegšanu ar inovatīviem un uz zinātnē balstītiem risinājumiem. LVM līdz šim emisiju uzskaitē izmanto makrodatus – valsts līmeņa rādītājus par oglekļa piesaisti un emisijām mežos, taču trūkst mikrolīmeņa informācijas par to, kā mežizstrādes produkti ietekmē SEG bilanci pēc to pārvēršanas būvizstrādājumos un to izmantošanas būvniecībā. Šī projekta mērķis ir radīt mērījumu un datu sistēmu, kas ļautu LVM un nozares partneriem pierādīt koksnes izmantošanas efektu klimatpolitikas kontekstā, padarot to par kvantitatīvu snieguma rādītāju valsts klimata un bioekonomikas politikā.

Projekta realizācija tika strukturēta trīs posmos (ETAPS I, II, III), nodrošinot pāreju no datu vākšanas uz metodikas aprobāciju un praktisku pielietojumu.

Tabula 1.1

*Projekta “Būvizstrādājumu un būvniecības pakalpojumu ietekme uz klimatu” specifiskie mērķi un darba uzdevumi*

<b>Etaps</b>	<b>Mērķis</b>	<b>Galvenie uzdevumi un sagaidāmie rezultāti</b>
ETAPS I – Datu vākšana un salīdzināšana	Identificēt un apkopot būvizstrādājumu kategorijas un emisiju rādītājus no nacionāliem un starptautiskiem datu avotiem, nodrošinot pamatu salīdzināmiem aprēķiniem.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apkopota informācija par būvizstrādājumu kategorijām;</li> </ul>

Etaps	Mērķis	Galvenie uzdevumi un sagaidāmie rezultāti
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izveidots salīdzinošais datu kopums no Somijas (SYKE), Zviedrijas (Boverket) un Vācijas (ÖKOBAUDAT) datubāzēm;</li> <li>• Apkopoti Latvijas ražotāju EPD dati, īpaši par koksni un koksnes kompozītmateriāliem;</li> <li>• Sagatavotas salīdzinājuma tabulas par GWP, biogēno oglekli un transporta (A4) moduļa ietekmi.</li> </ul>
ETAPS II – LCA metodikas pielietošana	Demonstrēt, kā Latvijas būvizstrādājumu dati ietekmē ēku un inženierbūvju dzīves cikla emisiju rezultātus, salīdzinot tos ar ārvalstu tipiskajām vērtībām.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veikti ēku LCA aprēķini ar Latvijas datiem (RTU) un inženierbūvju (veloceliņa) aprēķini (inženierbūves);</li> <li>• Salīdzināti GWP rezultāti ar FIN, SWE un GER datiem;</li> <li>• Sagatavots MK noteikumu projekta uzmetums par LCA datu izmantošanu valsts līmenī.</li> </ul>
ETAPS III – Datu kataloga prototips un apmācības	Izveidot praktisku datu struktūras prototipu un nodrošināt zināšanu pārnesi par LCA lietošanu būvniecībā.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Izstrādāts nacionālā datu kataloga prototips, kas apvieno būvizstrādājumu tipiskās vērtības;</li> <li>• Izveidots studiju kurss “Oglekļa aprēķināšana būvniecībā” (LBTU);</li> <li>• Sagatavota noslēguma prezentācija un pārskats, kas apkopo partneru rezultātus un sniedz ieteikumus turpmākai datu sistēmas pilnveidei.</li> </ul>

Papildus, SIA Meža un koksnes produktu pētniecības un attīstības institūta (MeKA) komanda sagatavoja arī MK noteikumu projekta uzmetumu, kas nosaka datu struktūru, aprēķina moduļu definīcijas un LCA izmantošanas kārtību nacionālā līmenī, kas kalpo arī par datu kataloga prototipu.



### 1.3. Sagaidāmie rezultāti un piensums nozares attīstībā

Projekta īstenošanas gaitā sasniegti vairāki būtiski rezultāti, kas nodrošina pamatu turpmākai būvniecības nozares virzībai uz klimatneitralitāti un sistemātisku dzīves cikla analīzes (LCA) metodikas ieviešanu praksē.

Pirmkārt, ir panākta labāka izpratne par faktisko normatīvo ietvaru Eiropas un Latvijas līmenī, tostarp par direktīvām, standartiem un datu sistēmām, kas nosaka emisiju aprēķinu kārtību būvniecības sektorā. Projekta komanda detalizēti izpētīja Eiropas Parlamenta un Padomes direktīvas par ēku energoefektivitāti (EPBD) un būvizstrādājumu regulas (CPR) priekšlikumus, kā arī EN 15804 un EN 15978 standartus, kas nosaka dzīves cikla aprēķinu principus. Tas ļāvis skaidrāk definēt, kādi nosacījumi un datu kvalitātes kritēriji būtu jāpiemēro, izstrādājot nacionālo būvizstrādājumu emisiju katalogu.

Otrkārt, projekta ietvaros iegūta sistēmiska izpratne par izaicinājumiem, kas saistīti ar LCA metodikas piemērošanu būvprojektu analīzē Latvijas apstākļos. Pētījuma laikā kļuva skaidrs, ka LCA praktiska pielietošana prasa pakāpenisku ieviešanu — sākot ar vienkāršotām pieejām un tipveida būvizstrādājumu datu katalogu, kas nodrošina pamatu vienotu aprēķinu sistēmai. Tika apzināti galvenie datu pieejamības ierobežojumi, nesaskaņotības starp katalogiem un nepieciešamība izstrādāt pārejas mehānismus starp makro līmeņa SEG inventarizāciju un mikrolīmeņa būvniecības datiem.

Treškārt, projekta īstenošanas laikā gūta dziļa izpratne par institucionālajiem un komunikācijas izaicinājumiem, kas kavē vienotu emisiju uzskaites pieeju. Projekta partneri saskārās ar būtiskām atšķirībām izpratnes līmenī un terminoloģijā starp iesaistītajām institūcijām:

- SILAVA, LVM un KEM pārsvarā analizē emisijas makro līmenī, izmantojot SEG inventarizācijas datus;
- Ekonomikas ministrija (EM) pievēršas energoefektivitātes un patēriņa samazināšanas aspektiem;
- arhitekti un produktu attīstītāji emisiju jautājumus vērtē no LCA perspektīvas, bet ar dažādu tvērumu un detalizācijas pakāpi;
- uzņēmumu ilgtspējas vadītāji koncentrējas uz ilgtspējas ziņojumu prasībām un brīvprātīgām iniciatīvām (ESG, CSRD).

Šī atšķirīgā pieeja radīja informatīvu fragmentāciju, kur katra iesaistītā puse darbojās pēc savas izpratnes robežām un datu sistēmām. Arī projekta komanda sākotnēji piedzīvoja šīs sadrumstalotības ietekmi, kas būtiski ietekmējis darba efektivitāti un uzsver nepieciešamību izveidot kopīgu terminoloģisko un datu izpratnes bāzi nākotnē.

Šādos apstākļos projekta nozīmīgākais ieguvums ir zināšanu konsolidācija un vienota redzējuma veidošanās, kā arī rīcības virzienu definēšana, kas nepieciešami, lai turpmāk:

- vienotu SEG inventarizācijas un LCA metodoloģiskos līmeņus;
- pilnveidotu normatīvo regulējumu un datu kvalitātes prasības;
- veidotu ilgtspējīgu nacionālo datu sistēmu, kas atbalsta klimata mērķu un būvniecības digitalizācijas integrāciju.

Tādējādi projekts ir kalpojis kā sadarbības un izpratnes stiprināšanas platforma starp zinātniekiem, valsts iestādēm un industriju, radot priekšnoteikumus LCA metodikas praktiskai ieviešanai Latvijas būvniecības nozarē.

## 2. Literatūras un informācijas avotu apskats

### 2.1. Eiropas un nacionālā politikas konteksts

Ēku un būvizstrādājumu ietekmes uz klimatu uzskaiti Eiropā virza EPBD prasības par dzīves cikla ietekmes novērtējumu jaunbūvēm un renovācijām (EPBD, 2024/1275) (Eiropas Parlaments un Padome, 2024), kā arī CPR modernizācija, kas stiprina produkta ilgtspējas informācijas atklāšanu (CPR – jaunais priekšlikums) (Eiropas Komisija, 2022). Praktiskai ieviešanai EK/JRC un Level(s) sistēma piedāvā indikatoru kopu ēku dzīves ciklam (Dodd et al., 2017).

Dzīves cikla robežas un aprēķinu noteikumus nosaka EN 15978 (ēku LCA) un EN 15804 (EPD modulārā struktūra) (CEN, 2012, 2020). Projektēšanas praksē plaši lietotas nozares vadlīnijas — The Institution of Structural Engineers rokasgrāmata par iemiesoto oglekli (O P Gibbons et al., 2022, 2025) un nacionālie katalogi: Somijas SYKE CO<sub>2</sub>data rokasgrāmata (Ministry of Environment of Finland & Matti Kuittinen, 2019; Tarja Häkkinen, 2022), Zviedrijas Boverket Klimatdatabas un Vācijas ÖKOBAUDAT metodiskie norādījumi (Boverket, 2025; SYKE, 2025; Vācijas būvniecības un mājokļu ministrija, 2024).

Latvijā ēku energoefektivitātes prasības un vērtēšanas kārtību pamatā nosaka Energoefektivitātes likums (Latvijas Republikas Saeima & Latvijas Vēstnesis Nr. 52, 2016), kas transponē Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīvu par ēku energosniegumu un nosaka pienākumu veikt ēku energoefektivitātes aprēķinus un Būvniecības likums (Latvijas Republikas Saeima & Latvijas Vēstnesis Nr. 146, 2013), kā arī no Ekonomikas Ministrijas Būvniecības nozares stratēģijas 2025–2030 un Enerģētikas stratēģijas (emisiju mazināšanas virzieni, digitalizācija/BIM) (I. Biukšāne; S. Reinerte, 2025; Klimata un enerģētikas ministrija, 2025). Līdztekus pastāv LCC kalkulators (VARAM), kas aptver būvju dzīves cikla izmaksas, bet ne ietekmes uz vidi indikatorus (VARAM, 2018) un izstrādāts, kā instruments Publiskā iepirkuma likuma (Latvijas Republikas Saeima & Latvijas Vēstnesis Nr. 254, 2016) kontekstā.

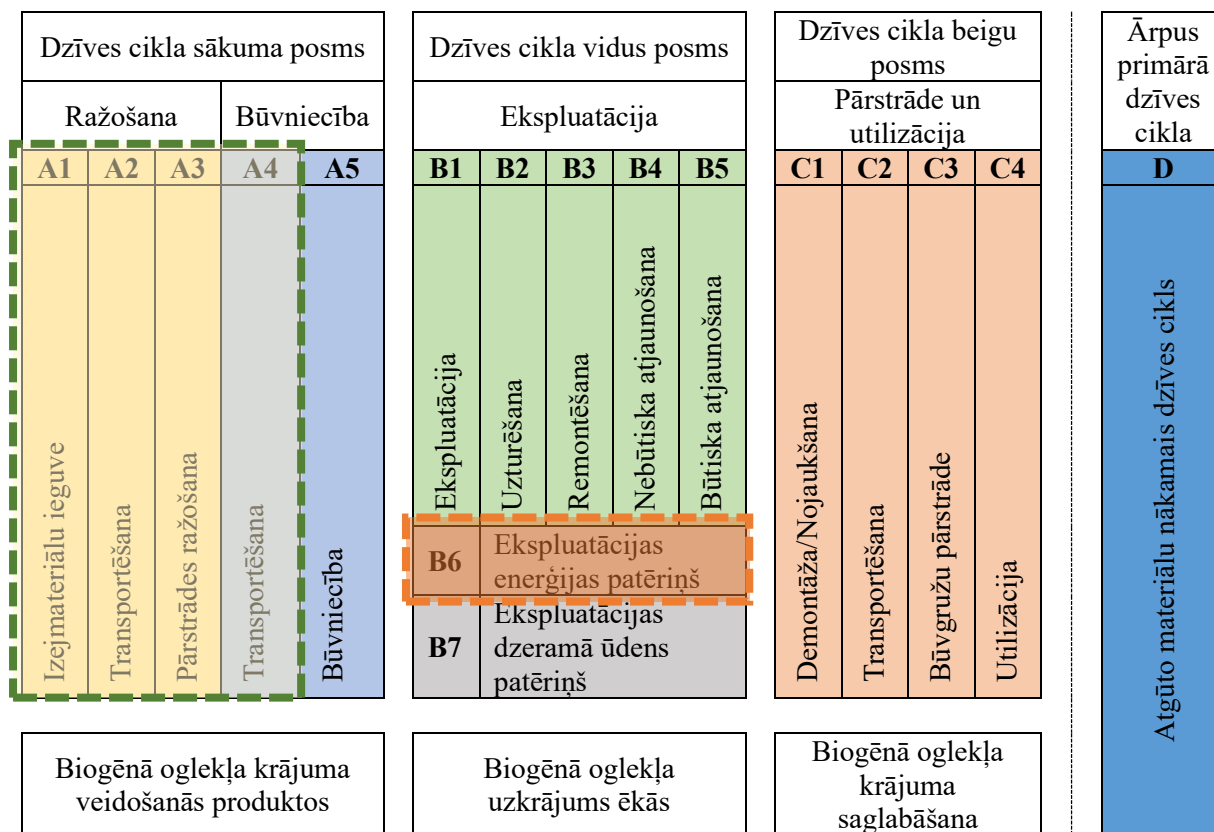
IPCC HWP vadlīnijas nosaka, kā uzskaitīt oglekļa krājumu un plūsmas koksnes produktos (pakāpju pieejas, dzīves ilgums, produkta kategorijas) (Pingoud et al., 2006; Rüter et al., 2019). Mežzinātnes institūta SILAVA informatīvais kopsavilkums par Koksnes produktiem ilgstošai lietošanai kalpo kā vietējais metodikas paskaidrojums par datu apstrādi Apvienoto Nāciju IPCC iedibinātā Zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības (ZIZIMM) uzskaiti un saikni ar standartos EN 15804 un EN 15978 definēto moduļu sistēmu (biogēnā oglekļa definīcija un dzīves cikla scenāriji).

Lai gan ES dalībvalstīs ir pieejamas tipisko vērtību datubāzes, Latvijā šobrīd nav vienotas nacionālas LCA datu sistēmas būvizstrādājumiem. Nav pat prasību šādu analīzi veikt. Tāpēc šajā projektā izmantota pieeja, kurā ārvalstu katalogi un Latvijas būvizstrādājumu Vides datu deklarācijas tiek izmantotas, lai veidotu nacionālo būvizstrādājumu nominālo ietekmes uz vidi datu kataloga prototipu, veidojot pamatu turpmākai normatīvās vides attīstībai saskaņā ar Eiropas kopējo nostāju par paņēmieniem klimatneitralitātes sasniegšanai.

### 2.2. Būvizstrādājumu ietekmes uz klimatu pētījumu tendences

Pētniecībā un projektēšanas praksē, pārejot uz klimata mērķiem vērstu pieeju, arvien skaidrāk redzams, ka līdzās ēku ekspluatācijas enerģijas patēriņam būtiska ir arī ietekme, ko rada būvizstrādājumu dzīves cikls. Īpaši nozīmīgi ir dzīves cikla sākuma posms (2.1. att.) – izejvielu ieguve un pārstrāde, ražošana, transportēšana un piegāde uz būvlaukumu. Atkarībā no ēkas tipa un izmantotajiem materiāliem šo posmu radītās emisijas var būt tādā pašā apjomā kā emisijas no apkures un citiem ekspluatācijas procesiem. Ietekmes lielumu nosaka

energoietilpīgo materiālu (piemēram, cements, alumīnijs un tērauds) apjoms, loģistikas risinājumi un konkrētās valsts elektroenerģijas un kurināmā struktūra. Paralēli notiek diskusija par biomasā piesaistītā oglekļa nacionālā uzkrājuma saglabāšanu un uzskaiti, kā arī par aprites būvniecības principu ieviešanu, tai skaitā būvizstrādājumu “banku” veidošanu, ko iespējams īstenot ar mūsdienu būvniecības informācijas modelēšanas rīkiem.



2.1. att. Būvizstrādājumu pilns dzīves cikls (balstīts uz EN 15978): Dzīves cikla daļa (izcelta ar zaļu rāmi), kas aplūkota projekta ietvaros. Dzīves cikla daļa (izcelta ar oranžu rāmi), kuras ietekme tiek mērīta šī brīža Latvijas nacionālajā būvniecību reglamentējošajā sfērā.

Avots: autora vizualizācija, balstīta uz EN 15978, kontekstā ar Energoefektivitātes likumu un saistītiem Ministru Kabineta noteikumiem par ēku energoefektivitātes aprēķinu un sertifikāciju.

Eiropas valstīs, kurās ir ieviestas publiski pieejamas tipisko vērtību datubāzes, pētījumu un projektēšanas process ir kļuvis paredzamāks: projektētāji var izmantot saskaņotas ietekmes vērtības, bet ražotāji – piedāvāt deklarācijas, kuras saprot un salīdzina pēc vienotiem noteikumiem, savukārt pārvaldes organizācijas var veidot informatīvos apkopojumus par realizēto būvniecības procesu emisiju ietilpību. Somijas, Zviedrijas, Vācijas un citu Eiropas attīstīto valstu prakse rāda, ka šādas datubāzes pilda divas funkcijas vienlaikus: tās kalpo kā atbalsta rīks projektēšanai un vienlaikus palīdz veidot politikas instrumentus, piemēram, prasības publiskajos iepirkumos vai atskaites punktus jaunu būvju novērtēšanā. Šāda pieeja samazina interpretācijas kļūdu risku un mazina atkarību no atsevišķu programmu vai datubāzu versiju īpatnībām.

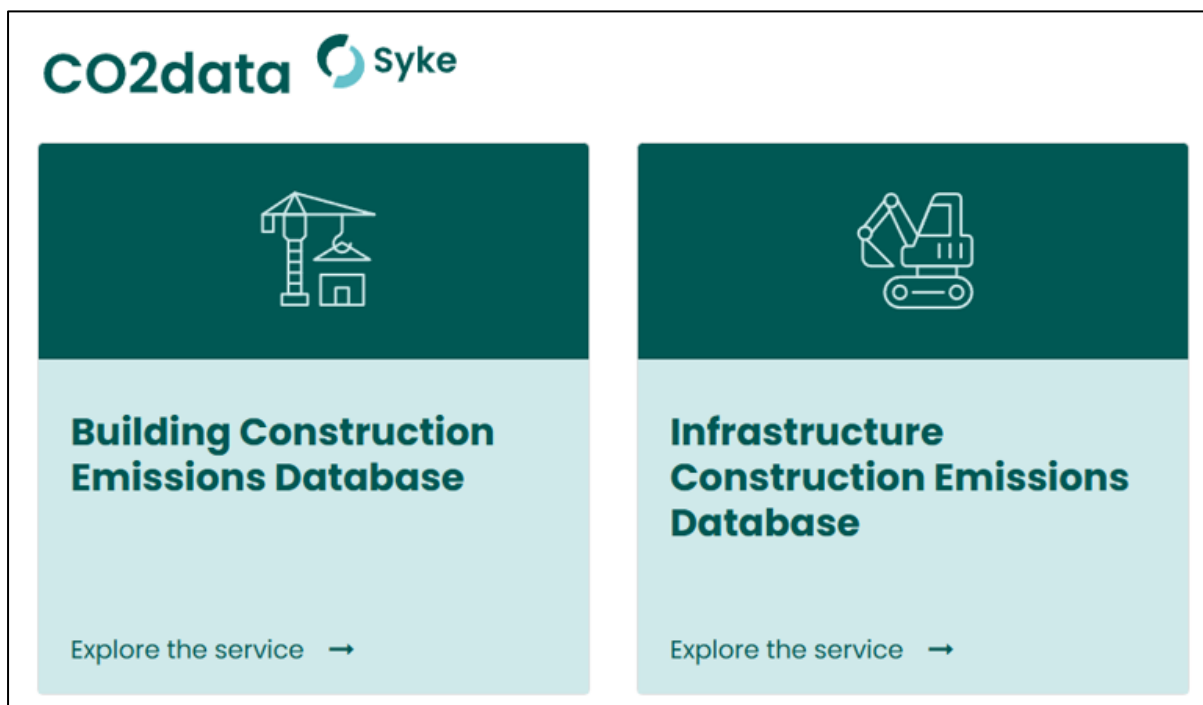
Latvijā normatīvais ietvars šobrīd galvenokārt attiecas uz ēku energoefektivitāti, un tas vēl neparedz dzīves cikla ietekmju novērtējumu būvizstrādājumiem nacionālā mērogā. Tāpēc diskusiju par ietekmi, kas saistīta ar materiālu ražošanu un piegādi, pārsvarā uztur tie uzņēmumi un speciālisti, kuri vēlas strādāt atbilstoši starptautiskajai praksei vai sadarbojas eksporta tirgos. Šī projekta ietvaros izmantotais risinājums – balstīties ārvalstu katalogu pieredzē un vienlaikus apkopot Latvijas ražotāju deklarācijas – ir praktisks starpposms ceļā uz

saskaņotu datu vidi. Tas ļauj veidot nominālvērtību kopu galvenajām dzīves cikla stadijām līdz piegādei uz būvlaukumu, nodrošina labāku salīdzināmību starp projektiem un palīdz sagatavot pamatu turpmākai normatīvai attīstībai bez pretrunām ar esošajām prasībām.

## 2.3. Būvizstrādājumu dzīves cikla katalogu piemēri (Somija, Zviedrija, Vācija)

### 2.3.1. Īsumā par Somijas piemēru

Somijā izveidota publiska tipisko vērtību datubāze (2.2. att.), kurā apvienotas datubāzes gan ēkām, gan inženierbūvēm. Katalogu uztur valsts iestādes sadarbībā ar pētniecības institūtiem. Datubāze balstās uz Eiropas vienoto dzīves cikla struktūru un ietver skaidrus aprakstus par dzīves cikla robežām, pieņēmumiem un atjaunināšanas kārtību. Tā ir domāta izmantošanai projektēšanā un politikas instrumentos, kā arī sniedz rekomendācijas materiālu transporta emisiju novērtēšanai. Šāds risinājums šobrīd nodrošina salīdzināmu datu iekļaušanu būvju dzīves cikla oglekļa pēdas aprēķinos, it īpaši, ja nav pieejamas ražotāja vides datu deklarācijas.



2.2. att. – Somijas Vides Institūta vietnē publicētā Somijas nacionālā būvizstrādājumu etalona vērtību datubāze ēku un būvizstrādājumu dzīves cikla analīzei (SYKE, 2025).

Avots: <https://co2data.fi/#fi>, skatīts 17.10.2025

### 2.3.2. Īsumā par Zviedrijas piemēru

Zviedrijā klimatisko datu katalogi ir vairāki. Pastāv būvizstrādājumu datu katalogs ēkām (2.3. att., (a)) un atsevišķs katalogs ar integrētu dzīves cikla aprēķina funkciju transporta būvēm (2.3. att., (b)). Abi būvizstrādājumu vides datu katalogi ir piesaistīti regulējumam jaunbūvēm. Projektētāji izmanto tipiskās vērtības kā atskaites punktu, bet atsevišķos gadījumos tās aizstāj ar ražotāja deklarācijām, ja ir pieejami kvalitatīvi dati. Zviedrijas Būvniecības klimata regulā ir noteikts stratēģiskais mērķis, panākt ražotāja vides datu deklarāciju pielietojumu 75% apjomā pret nacionālajiem etalona datiem, kam ir zema precizitāte. Datubāzes satura pārvaldība un atjaunošana notiek saskaņā ar noteiktu kārtību, lai nodrošinātu konsekveni starp projektiem. Būvju dzīves cikla globālās sasilšanas potenciāla noteikšanas

prakses rezultāti tiek regulāri publicēti, lai kalpotu par pamata informāciju turpmākiem stratēģiskajiem lēmumiem.



(a) Avots: <https://klimatdatabasen.boverket.se/>, skatīts 17.10.2025

The image shows a screenshot of the Trafikverket Climate calculation interface. At the top, there is a red header with the Trafikverket logo and the text "Climate calculation - Limited version". Below the header, there are navigation tabs: "Start", "Climate calculations", "Model", and "Verification". The "Model" tab is selected. Underneath, there is a section titled "Model settings" with a horizontal menu of options: "Type actions", "Building parts", "Maintenance measures", "Materials and Work", "Transport", "Emission factors", "Conversions", "Categories", "Operation and maintenance templates", and "Search in model". The "Emission factors" option is highlighted. Below this menu is a table with the following data:

Name	Climate	Unit	Energy	Unit	Data source
Glass wool for use in batteries	1.54	kg CO2e/kg	28	MJ/kg	Type 3 - based on non-third-party verified source
Aluminum	9.16	kg CO2e/kg	155	MJ/kg	Type 3 - based on non-third-party verified source
Construction stone	0.05	kg CO2e/kg	1.16	MJ/kg	Type 1 - based on 3 or more third-party verified sources

(b) Avots: <https://klimatkalkyl.trafikverket.se/>, skatīts 17.10.2025

2.3. att. – a) Zviedrijas būvniecības padomes “Boverket” uzturētais būvizstrādājumu emisiju koeficientu katalogs (Boverket, 2025); b) Zviedrijas Transporta administrācijas “Trafikverket” uzturētais inženierbūvju klimata kalkulators (Trafikverket, 2024).

### 2.3.3. Īsumā par Vācijas Federatīvās Republikas piemēru

Vācijā federālā līmenī uzturēta datubāze (2.4. att.) balstās galvenokārt uz vides produktu deklarācijām. Sistēmā tiek nodrošināta ievadīto izstrādājumu vides datu deklarāciju datu kvalitātes kontrole, versiju pārvaldība un sasaistes ar starptautiskajiem dzīves cikla analīzes veikšanas rīkiem un digitālajām platformām. Datubāze tiek plaši izmantota kā atsaucis avots aprēķinos un pētniecībā, jo sniedz skaidru norādi par datu veidu: balstīts mērījumos, vai matemātiskos modeļos uz līdzīgu produktu mērījumu bāzes.

Name	Languages	Classification	Location	Valid Until	Type	Owner	Compliance	Program Operator
1.3.02. Plan bricks (filled with polystyrene)	en de	1.3.02 Mineralische Baustoffe / Steine und Elemente / Ziegel	DE	2026	generic dataset	Sphera Solutions GmbH	EN 15804+A2 (EF 3.1)	Sphera Solutions GmbH
1.3.11. Roof tiles (concrete)	en de	1.3.11 Mineralische Baustoffe / Steine und Elemente / Dachsteine	DE	2026	generic dataset	Sphera Solutions GmbH	EN 15804+A2 (EF 3.1)	Sphera Solutions GmbH

2.4. att. – Vācijas Būvniecības un mājokļu ministrijas uzturētais būvizstrādājumu vides deklarāciju katalogs būvju dzīves cikla analīzei (Vācijas būvniecības un mājokļu ministrija, 2024).

Avots: <https://www.oekobaudat.de/en.html>, skatīts 17.10.2025

Visos trīs piemēros kopīgais ir standartizēta dzīves cikla struktūra un publiski pieejamas aprēķinos pielietojamās aprēķinu vērtības. Atšķiras tvērumi dzīves cikla kontekstā, datu precizitātes pakāpe un atjaunošanas biežums, bet pamatprincips paliek viens — nodrošināt salīdzināmu, aprakstītu un regulāri atjaunotu datu kopu, ko var lietot projektos un publiskajos iepirkumos.

## 3. Pētījuma metodika

### 3.1. Datu apkopošana un esošās situācijas analīze

#### 3.1.1. Būvizstrādājumu grupu definēšana un partneru lomas

Uzdevuma sākumā katram partnerim tika definēta konkrēta atbildības joma un uzdots izveidot datu krājumu par izplatītākajiem būvniecības produktiem savā kompetences laukā. NOMAD pārskatīja projektēšanas un dzīves cikla analīzes platformas One Click LCA datubāzes, atlasot ierakstus ar Latvijas izcelsmi. Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātes (LBTU) komanda fokusējās tikai uz Latvijas izcelsmes koksnes izstrādājumiem un to vides deklarācijām. Rīgas Tehniskās universitātes (RTU) inženierbūvju grupa apzināja transportbūvēs plaši pielietotus izstrādājumus, savukārt RTU ēku eksperts ar darba grupu detalizēti strādāja ar betoniem, tēraudiem un sausajiem maisījumiem.

Produktus grupējām pēc Somijas kataloga parauga: vispirms pēc pielietojuma tipa (piemēram, nesošās konstrukcijas, norobežojošās konstrukcijas, segumi u.tml.), pēc tam — materiālu grupās atbilstoši izejmateriālu izcelsmei. Šī loģika saskan ar MeKA sagatavotā MK noteikumu projekta datu tabulu struktūru. Produktu grupu skaits pārsniedz 30 un procesa laikā tika papildināts. Katrā partnera tabulā primāri fiksējām globālās sasilšanas potenciāla rādītājus — fosilo un biogēno — dzīves cikla posmiem A1–A3, kā arī blakus ierakstījām Somijas un Zviedrijas katalogu nominālās vērtības, lai nodrošinātu salīdzināmību.

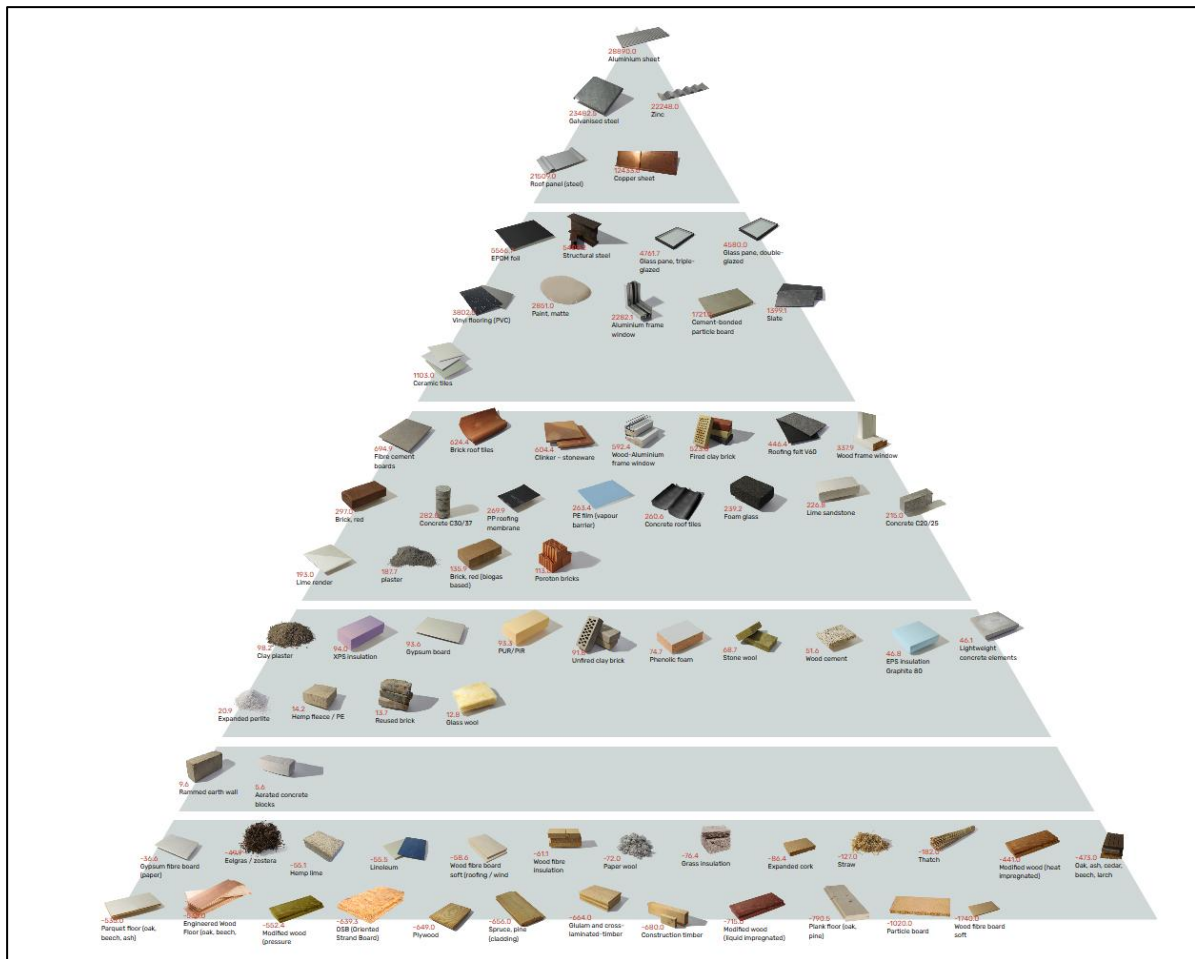
#### 3.1.2. Datu vākšana no nacionālajiem katalogiem un citiem avotiem

Salīdzināšanai izmantojām trīs pamata avotus: Somijas publisko tipisko vērtību katalogu (SYKE), Zviedrijas Boverket klimata datubāzi (un Trafikverket rīku transportbūvēm, kuru atradām tikai pašā projekta noslēguma fāzē) un Vācijas ÖKOBAUDAT. Somijas un Zviedrijas katalogi ļāva tieši salīdzināt nominālās vērtības ar partneru tabulās ievadītajiem EPD datiem. Vācijas datubāze metodiski atšķiras, jo darbojas kā vides deklarāciju bibliotēka, tāpēc tika izmantota galvenokārt kā EPD ieguves avots, nevis tiešai vērtību salīdzināšanai. Papildu ieskatam pārskatījām arī Igaunijas iniciatīvu “Green Tiger” un Lietuvas ilgtspējīgas būvniecības likumprojektu. Pētījuma projekta noslēgumā īsi apkopojām arī informāciju par Dānijas (3.1. att) un Apvienotās Karalistes prakses elementus no rokasgrāmatu materiāliem.

RTU paralēli izmantoja profesionālās datubāzes SimaPro un Ecoinvent, lai pārbaudītu tipisku materiālu atbilstību un saprastu noviržu iemeslus starp dažādām datu platformām.

Lai varētu salāgot atšķirīgus avotus, definējām vienkāršotus pieņēmumus A1–A3 dzīves cikla moduļiem. A4 moduļa analīzei izmantojām tipiskus transporta scenārijus (piemēram, standarta attālumi vietējiem un importētajiem materiāliem, pārvadājumu veids), balstoties uz Somijas un Zviedrijas metodiskajām piezīmēm, un pielāgojām tos partneru demonstrācijas aprēķiniem.

Paralēli datu apkopojumam izveidojām īsu politikas ietvara izklāstu: ES līmeņa prasības un instrumenti (EPBD, produktu informācijas atklāšana, Level(s)), nacionālie likumi un stratēģijas (Būvniecības likums, Energoefektivitātes likums, EM/KEM stratēģiskie dokumenti), kā arī iepriekšējie pētījumi par būvniecības regulējuma pilnveidi. Šī kopsavilkuma mērķis bija noteikt, kādā attīstības stadijā šobrīd ir Latvija attiecībā pret pārējām Eiropas Savienības dalībvalstīm.



3.1. att. – Karaliskās Dānijas akadēmijas, Industriālās arhitektūras centra (Centre for Industrialised Architecture), izstrādāta būvizstrādājumu oglekļa pēdas piramīda.

Avots: <https://materialepyramiden.dk/>, skatīts 17.10.2025.

### 3.1.3. Dzīves cikla scenāriju un metodisko pieeju salīdzinājums

Šī uzdevuma mērķis bija salīdzināt dažādu valstu būvizstrādājumu dzīves cikla aprēķinu robežas un metodiskos principus, lai saprastu, cik lielā mērā pieejamie nacionālie katalogi ir savstarpēji salīdzināmi un piemērojami Latvijas datu sistēmas izveidei. Darba gaitā tika analizēta Eiropas standarta EN 15804+A2 modulārā struktūra un tās interpretācija dažādu valstu datubāzēs, īpašu uzmanību pievēršot moduļiem A1–A3 (izejvielu ieguve, transportēšana un ražošana) un tiem pievienotajai papildinformācijai. Somijas publiskajā datubāzē CO<sub>2</sub> data (SYKE, 2025) būvizstrādājumu tipiskās vērtības sniegtas moduļiem A1–A3, un atsevišķos gadījumos pievienota informatīva informācija par C3 moduli, kas raksturo materiālu pārstrādes vai utilizācijas stadiju. Dati strukturēti pēc materiālu grupām un pielietojuma tiem, un pie katras vienības norādīts, vai dati ir balstīti uz vidējo vērtību no dažādām būvizstrādājumu vides datu deklarācijām vai uz modelētām tipiskajām vērtībām.

Zviedrijas Boverket Klimatdatubāzes piedāvā līdzīgu pieeju – galvenokārt A1–A3 moduļu emisiju koeficientus, papildinātus ar A5 moduli, kurā norādīti būvniecības procesa atlikumu jeb atgrieztu koeficienti. Abas datubāzes uzsver konsekvenci ar EN 15804 +A2 un norāda datu kvalitātes līmeni, tomēr neatspoguļo ekspluatācijas vai dzīves cikla beigu posmus, kas būtiski ierobežo pilna dzīves cikla analīzes iespējas.



Vācijas ÖKOBAUDAT gadījumā dzīves cikla robežas netiek apkopotas kā tipiskas vērtības, bet atvasināmas no atsevišķām ražotāju vides datu deklarācijām (EPD), tāpēc šī datubāze izmantota tikai kā atsauce datu pārbaudei.

Projekta ietvaros, lai nodrošinātu salīdzināmību starp avotiem, tika apkopota informācija tikai par moduļiem A1–A3, atsevišķi reģistrējot GWP fossil un GWP biogenic komponentes. Citi moduļi netika analizēti, jo ārvalstu katalogos tiem nebija vienotas datu struktūras. Šāda pieeja ļāva sagatavot konsekventu datu pamatu turpmākajai analīzei, vienlaikus skaidri iezīmējot nacionālās metodikas tvērumu un tās potenciālos papildinājumus nākotnē. Minētie GWP indikatori tika izvēlēti, jo tie sniedz būtisku informācijas bāzi par ēkā uzkrāto oglekļa daudzumu un par ražošanas procesā radīto emisiju apjomu, līdz produkta izlikšanai tirgū. Šāda pieeja ļāva sagatavot konsekventu datu pamatu turpmākajai analīzei, vienlaikus skaidri iezīmējot nacionālās metodikas tvērumu un tās potenciālos papildinājumus nākotnē.

#### **3.1.4. Klimata mērķu integrācijas salīdzinājums**

Šī uzdevuma ietvarā tika izvērtēta klimata mērķu integrācija būvniecības sektorā, salīdzinot Latvijas pieeju ar citu valstu normatīvajām un plānošanas sistēmām. Analīzē izmantoti nacionālie un Eiropas līmeņa politikas dokumenti, tostarp Latvijas Nacionālais enerģētikas un klimata plāns 2021.–2030. gadam (aktualizēts 2025. gada jūlijā)(KEM, 2025), Latvijas būvniecības nozares attīstības stratēģija (2025–2030), Enerģētikas stratēģija 2050, kā arī Eiropas Parlamenta Izpētes dienesta (EPRS) 2024. gada novērtējums par Latvijas klimatrīcības trajektoriju līdz 2050. gadam. Papildus izmantots Zemkopības ministrijas informatīvais ziņojums par ZIZIMM sektora mērķiem un to ietekmi uz valsts oglekļa bilanci (2025).

Latvijas politikas dokumentos klimata mērķi strukturēti pēc IPCC sektorālās sistēmas – enerģētika, transports, rūpnieciskie procesi, lauksaimniecība, atkritumi un ZIZIMM. Šāda pieeja nenodrošina tiešu sasaisti ar būvniecības sektoru, jo emisiju samazinājuma pasākumi tajā tiek īstenoti tikai netieši – caur energoefektivitāti, atjaunojamo resursu izmantošanu un publiskā iepirkuma zaļināšanu. Būvniecība kā atsevišķs rīcībpolitikas virziens NEKP ietvarā nav definēts, un tajā nav paredzēta LCA metodikas ieviešana būvprojektēšanā, kā arī nav noteiktas limitējošas emisiju vērtības būvēm. Klimata rīcībpolitikas ceļa kartē minēta zaļo obligāciju, finanšu instrumentu un publiskā iepirkuma paplašināšana, tomēr iebūvētā oglekļa emisijas netiek iekļautas uzskaitē vai mērķrādītājos, atšķirībā no enerģijas patēriņa vai transporta sektora.

Zviedrijas regulējums sniedz pretēju piemēru: kopš 2022. gada jaunu ēku būvniecībā ir obligāta klimata deklarācija par moduļiem A1–A5 (Boverket, 2019), savukārt no 2025. gada paredzēts ieviest limitvērtības (kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> GFA) atbilstoši ēku tipiem. Turpmākajos gados paredzēta pāreja uz pilna dzīves cikla (A–C) deklarāciju (Boverket, 2019, 2023). Šāds mehānisms nodrošina tiešu sasaisti starp būvniecības sektora emisijām un valsts klimata politiku. Somijā šobrīd tiek uzturēta valsts datubāze CO<sub>2</sub>data (SYKE, 2025), kurā iekļautas A1–A3 emisiju vērtības, taču regulatīvā sistēma ar limitvērtībām vēl nav ieviesta.

Latvijas kontekstā projekta ietvaros tika secināts, ka nacionālā klimata politika nesniedz pietiekamus instrumentus iebūvētā oglekļa uzskaitē, tādēļ nacionālās metodikas demonstrācijai tika izvēlēti konkrēti būvju piemēri. Sadarbībā ar Rīgas enerģētikas aģentūru tika iegūti būvprojekta apjoma dati diviem Rīgas pašvaldības projektiem:

- inženierbūvei – veloceliņam “Centrs – Ķengarags – Rumbula – Dārziņi” (1. posms),
- un dzīvojamās mājas atjaunošanas projektam Upes ielā 2A, Rīgā (103. sērija).

Analīzei papildus tika izmantoti Ekonomikas ministrijas tipveida dzīvojamo ēku projekti – gan koka dzīvojamās ēkas jaunbūvei, gan 103. sērijas dzīvojamās ēkas siltināšanai. Turklāt tika saņemti arī būvuzņēmuma SIA “CMB” sagatavotie dokumenti par Lielvārdes bērnudārza jaunbūvi. Šo projektu dati tika ievākti un sistematizēti, taču analīze projekta ietvaros tika veikta tikai daļēji, neprognozētā apjoma dēļ. Šāda pieeja nodrošināja pietiekamu empīrisku datu kopu, lai turpmākajā posmā pārbaudītu ekspertu metodikās pieejas un galvenos izaicinājumus veidojot nacionālo būvizstrādājumu vides datu katalogus.

## **3.2. Datu kataloga modelēšana un ēku dzīves cikla analīzes**

### **3.2.1. Dzīves cikla analīzes pielietojuma pieeja (E-II-1)**

Lai pārbaudītu būvju emisiju aprēķina iespējas, projekta otrajā etapā tika plānots pielietot dzīves cikla analīzes (LCA) metodiku atbilstoši EN 15978:2011 standartam, ietverot vismaz moduļus A1–A5 un izvērtējot iespējas paplašināt aprēķinu līdz B un C posmiem. Tomēr jau projekta sākumposmā konstatēts, ka vienotu metodisko ietvaru praktiski nav iespējams piemērot, jo iesaistītie eksperti pārstāvēja atšķirīgus līmeņus un LCA pieredzes veidus – no produkta līmeņa līdz ēkas līmeņa novērtējumiem:

- LBTU pārstāvjiem bija pieredze ar atsevišķu būvizstrādājumu vides deklarācijām (EPD) un to salīdzināšanu produkta līmenī.
- RTU pārstāvji galvenokārt strādāja ar būvju konstrukciju apjomu analīzi un siltumnīcefekta gāzu emisiju aprēķinu, balstoties uz specifikāciju datiem, neizmantojot 3D modeļus.
- Savukārt NOMAD Architects bija vienīgie ar praktisku pieredzi ēku līmeņa LCA modelēšanā, un līdz ar to viņiem tika uzticēta lielākā projekta daļa – mēģinājums digitalizēt būvju dzīves cikla novērtēšanas procesu.

Vienotās metodikas trūkuma dēļ, darba koordinators katram ekspertam ļāva veikt analīzi pēc saviem ieskatiem, ievērojot projekta kopējo mērķi – pārbaudīt pieejamo datu un rīku piemērotību nacionālās metodes izstrādei.

RTU pārstāvji aprēķinus veica, izmantojot būvprojekta specifikācijās norādītos materiālu apjomus, kurus pārnesa uz funkcionālajām vienībām ( $m^2$ ,  $m^3$ ) un sasaistīja ar katalogu emisiju koeficientiem (A1–A3 GWP fossil un GWP biogenic).

NOMAD uzsāka digitālās darba plūsmas izstrādi, sasaistot IFC formāta BIM modeļus ar materiālu datubāzi - projekta ietvaros veidotu vērtību tabulu. Šī darba mērķis bija pārbaudīt, vai BIM modeļos esošo informāciju ir iespējams sistemātiski iegūt un sasaistīt ar vides datiem LCA nolūkiem.

Metodes mērķis bija izstrādāt prototipu, kas spētu sasaistīt IFC formāta BIM datus ar materiālu emisiju datubāzi un veikt automatizētus aprēķinus atbilstoši EN 15978 un EN 15804 prasībām. Lai gan teorētiskā iespējamība šādai digitālai aprēķinu ķēdei tika apstiprināta, praktiskais darbs atklāja vairākus būtiskus tehniskus ierobežojumus.

Pirmkārt, metodoloģija tika apzināti balstīta uz brīvi pieejamiem un atvērtā koda rīkiem, lai nodrošinātu ilgtermiņa pieejamību un izvairītos no atkarības no licencēšanas izmaksām. Analīzē tika izmantots Blender kopā ar Bonsai BIM paplašinājumu.

Otrkārt, pat ar nepieciešamajiem rīkiem datu iegūšana no BIM modeļiem izrādījās ārkārtīgi laikietilpīga. Īpašību vērtības, kategorizācijas loģika un metadatu struktūra ievērojami atšķiras starp dažādu projektētāju vai programmatūru veidotiem modeļiem. Nelielas atšķirības

materiālu nosaukumos, klasifikācijās vai slāņu definīcijās kavē efektīvu darba plūsmu un vēlāk arī automatizāciju. Rezultātā būtiska daļa elementu kartēšanas un strukturēšanas bija jāveic manuāli.

Treškārt, daudzi BIM elementi nav tieši piemērojami LCA aprēķiniem. Piemēram, sienas BIM vidē parasti parādās kā vienoti kompozītmateriālu objekti, lai gan tās sastāv no vairākiem materiālu slāņiem ar atšķirīgu biezumu, blīvumu un emisiju rādītājiem. Šo kompozītelementu sadalīšana un materiālu slāņu pareiza identificēšana ir darbietilpīgs process, kas būtiski palēnina darba gaitu. Pie pašreizējā datu konsekvences līmeņa šis process prasa speciālista zināšanas, un pilnīgas automatizācijas iespējas ir ļoti ierobežotas.

Ceturtkārt, BIM modeļi satur ļoti lielu skaitu atsevišķu elementu, pat vidēja izmēra ēkās. Šo elementu manuāla pārskatīšana, grupēšana un klasifikācija prasa ievērojamu laiku un tehnisku izpratni. Lai gan šādi uzdevumi acīmredzami prasa automatizāciju, atšķirības starp dažādi sagatavotiem modeļiem, variācijas IFC struktūrās un projektētāju izmantotajās modelēšanas praksēs padara automatizētu apstrādi neuzticamu.

Visbeidzot, neskatoties uz digitālās integrācijas praktiskajiem izaicinājumiem, Excel vai Google Sheets rīka izveide — iedvesmojoties no Igaunijas nacionālā LCA rīka — šķiet reāli īstenojama. Šādam risinājumam nepieciešamie dati pastāv: nacionālās nominālās vērtības, ārvalstu datubāzu ieraksti un ģeometriskie lielumi no IFC modeļiem. Galvenais šķērslis nav aprēķinu loģika, bet gan liela datu apjoma importēšana un strukturēta organizēšana tabulas formātā.

Rezultātā projekta ietvaros tika iegūti divu līmeņu rezultāti:

- RTU izstrādāja pabeigtus kvantitatīvos aprēķinus ēkai un inženierbūvei, izmantojot pieejamos pašu veidoto un citu valstu katalogu datus;
- NOMAD uzsāka digitālās metodes prototipu, kas nākotnē varētu kalpot kā pamats automatizētai LCA datu integrācijai BIM vidē.

Šāda kombinētā pieeja ļāva identificēt reālās problēmas, ar kurām saskarsies nacionālās metodikas ieviešana, tostarp datu formātu saskaņošanu.

### **3.2.2. Nacionālo scenāriju un datu integrācija (E-II-2 līdz E-II-4)**

Projekta otrā etapa turpinājumā bija paredzēts veidot nacionālos būvju dzīves cikla scenārijus un pārbaudīt to modelēšanas iespējas, izmantojot apkopotus katalogu datus. Sākotnējā iecere bija izstrādāt tipveida aprēķinu scenārijus atbilstoši EN 15978 un EN 15804 +A2 modulārajam ietvaram, modelējot dažādas būvju ekspluatācijas, renovācijas un utilizācijas situācijas. Tomēr projekta gaitā kļuva skaidrs, ka vienota makromodelēšana nav iespējama, jo eksperti pārstāvēja atšķirīgus LCA pieredzes līmeņus un nebija kopīga redzējuma par rezultātu reprezentāciju. Scenāriju izveide pieprasīja salāgot produktu, būves un nacionālā mēroga datus, kas bez standartizētas nacionālās metodikas nebija praktiski īstenojams.

Līdz ar to nacionālo scenāriju izstrāde (E-II-2 un E-II-3) projekta ietvaros tika pārtraukta, un uzsvars tika pārcelts uz datu integrācijas iespēju pārbaudi (E-II-4). Tika izvērtēta iespēja integrēt projekta gaitā apkopotos būvizstrādājumu vides deklarāciju (EPD) datus Būvniecības informācijas sistēmā (BIS). Šis priekšlikums tika prezentēts BVKB sanāksmē (skat. “Būvizstrādājumu un būvniecības pakalpojumu ietekme uz klimatu”, MeKA–LVM prezentācija, 2025, Pielikums Nr. 1), kur tika apspriesti divi galvenie risinājumi – datu kataloga iekļaušana BIS sistēmā vai normatīvā regulējuma papildināšana, kas noteiktu datu struktūras un aprēķina kārtības prasības.

Formālās komunikācijas rezultātā tika noskaidrots, ka BIS sistēma nav vienkārši pielāgojama jaunu datu integrācijai, īpaši, ja attiecīgā funkcionalitāte nav paredzēta reglamentētajā kārtībā. Sistēmu nevar modelēt vai paplašināt, ja nav noteikta atbilstoša normatīvā ietvara un datu apmaiņas standarta. Šādos apstākļos projekta komanda pieņēma lēmumu neveidot digitālu katalogu BIS vidē, bet gan izstrādāt Ministru kabineta noteikumu projektu, kas apvienotu abus mērķus – harmonizētu aprēķinu metodiku un noteiktu nominālos datus, kas lietojami LCA aprēķinos. Šī pieeja ļautu nodrošināt gan rezultātu salīdzināmību un pārskatāmību, gan BIS nākotnes integrācijas iespējas, ja normatīvā bāze tiks papildināta.

Turpmākai projekta attīstībai paredzēts, ka tikai pēc metodikas apstiprināšanas būs iespējams uzsākt mikro-datu pārnesei un makrosituāciju modelēšanu, izmantojot vienotu datu struktūru un algoritmu kopu. Līdz ar to E-II etapa rezultāti kalpoja par praktisku pamatu normatīvā un digitālā ietvara sasaistes mehānisma izstrādei, kas ir priekšnosacījums nacionālās būvju dzīves cikla metodikas ieviešanai.

### **3.2.3. Ilgtspējas kompetenču attīstība un integrācija izglītībā (E-III)**

Vienlaikus ar projekta otrā etapa tehniskajiem uzdevumiem norisinājās darbs pie būvniecības nozares kompetenču stiprināšanas un mācību satura izveides. Šī aktivitāte tika iekļauta kā daļa no projekta trešā uzdevuma (E-III), kura mērķis bija sagatavot pamatu zināšanu pārnesei un metodiskās bāzes attīstībai, lai nākotnē nodrošinātu vienotu izpratni par dzīves cikla analīzes (LCA) pielietojumu Latvijas apstākļos.

Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātes (LBTU) komanda izstrādāja studiju kursa “Piesaistītā oglekļa aprēķināšana būvkonstrukcijās” (Pielikums Nr. 3) saturu, kas paredzēts būvinženieru izglītības papildināšanai. Kursa mērķis ir sniegt inženieriem zināšanas un rīkus oglekļa emisiju aprēķināšanai un ziņošanai, pamatojoties uz LVS EN 15804, EN 15978 standartiem, kā arī Eiropas Komisijas, Level(s) sistēmu. Studiju materiāls strukturēts astoņās lekcijās, aptverot gan produkta, gan ēkas līmeņa aprēķinus, biogēnā oglekļa uzskaiti, dzīves cikla moduļu struktūru un atbilstošo datubāzu izmantošanu.

Tomēr projekta gaitā kļuva skaidrs, ka šis mācību saturs nav pilnīgs, jo LBTU komandai trūkst praktiskas pieredzes ar ēku līmeņa aprēķinu veikšanu. Līdz ar to kursa pilnveide tiks turpināta ārpus projekta, balstoties uz RTU un NOMAD izstrādātajiem metodiskajiem piemēriem un aprēķinu rezultātiem.

Tajā pašā laikā RTU pētnieki uzsāka darbu pie pētījuma par mikrolīmeņa LCA aprēķinu ietekmi uz makrolīmeņa SEG inventarizācijas rezultātiem, kas veidos teorētisko pamatu nacionālās metodikas sasaistīšanai ar IPCC sektorālo uzskaiti. Šis pētījuma virziens uzskatāms par būtisku ieguldījumu zinātniskā pamatojuma izveidē būvju dzīves cikla datu integrācijai nacionālajā SEG bilancē.

Kā viens no projekta nozīmīgākajiem rezultātiem jāmin Ilgtspējīgas būvniecības akadēmiskās grupas izveide, kurā apvienojušies pētnieki un pedagogiskais personāls no MeKA un RTU. Grupas uzdevums ir turpināt metodikas un mācību satura izstrādi, attīstot inženieru kompetences oglekļa aprēķinos un stiprinot saikni starp izglītību, pētniecību un būvniecības praksi. Projekta ietvaros izveidotais kursa koncepts kalpo par sākotnējo pamatu šīs grupas darbībai, nodrošinot vietu, kur apvienojas zināšanas, pētniecība un digitālās prakses attīstība.

## 4. Rezultāti

### 4.1. Ekonomikas ministrijas tipveida 103. sērijas dzīvojamās ēkas siltināšanas projekta analīze (RTU)

#### 4.1.1. Dzīves cikla inventarizācija (LCI) un novērtējums

Inventarizācijas metodes pielāgošana šajā projektā tika veikta, izmantojot detalizētu tāmes informāciju un būvdarbu apjomus, kas iegūti no projekta dokumentācijas. LCI posmā apkopoti visi būtiskie dati par būvizstrādājumu un būvniecības procesa radītajām ietekmēm, lai tos vēlāk pārvērstu siltumnīcefekta gāzu emisijās.

Izmantotā pieeja balstās uz projekta tāmi, kurā kopumā ietvertas 16 sadaļas un 647 pozīcijas, no kurām lielākā daļa ir unikālas. Galvenais izaicinājums ir tas, ka tāmes apjomi ir doti darba mērvienībās (piemēram, m<sup>2</sup> vai gab.), nevis materiālu masā (kg vai tonnās), kas ir nepieciešams SEG aprēķiniem. Piemēram, fasādes gruntēšana tāmes sarakstā ir dota kvadrātmetros, bet, lai pārrēķinātu to uz emisijām, bija nepieciešams izmantot ražotāja norādīto materiāla patēriņu uz m<sup>2</sup> un pārvērst rezultātu uz kopējo patēriņu kilogramos. Tādā pašā veidā tika pārrēķinātas visas pozīcijas, kas bija nepieciešamas SEG inventarizācijai, lai tās varētu sasaistīt ar katalogos vai EPD deklarācijās pieejamajām emisiju vērtībām.

Nemot vērā, ka detalizēta pārrēķina veikšana visām 647 pozīcijām būtu pārāk darbietilpīga, tika ieviesta vienkāršota pieeja, izmantojot 1% cut-off sistēmu. Šī pieeja nozīmē, ka no kopējās materiālu tāmes vērtības (~840 000 EUR) tika noteikts 1% sliekšnis jeb ~8 400 EUR. Tika pieņemts, ka materiālu grupas, kuru vērtība nepārsniedz šo robežu, aprēķinos netiek iekļautas, jo to ietekme uz kopējo emisiju rezultātu tiek prognozēta kā nenozīmīga.

Šāda pieeja ļāva samazināt analizējamo pozīciju skaitu līdz aptuveni 200 pozīcijām, kuras pēc būtības tika sagrupētas 14 materiālu grupās. Grupēšana tika veikta šādās kategorijās: līmjava/armējuma java, stiklšķiedras siets, grunts, gatavais apmetums, akmensvate, beramā vate, jumta segums, logi, durvis, grīdas, gaismekļi, radiatoru, ventilācija, ūdens un kanalizācija. Šo grupu kopējā vērtība sasniedz ~630 000 EUR jeb aptuveni 75% no visas tāmes materiālu vērtības, tādējādi nodrošinot pietiekamu reprezentativitāti SEG emisiju analīzei.

Atsevišķos gadījumos, piemēram, fasādes apdares materiāliem (armējošā java, līmjava), emisiju aprēķinos tika veikta vairāku pozīciju summēšana vienā materiālu grupā, lai nodrošinātu precīzāku rezultātu.

Pirmajām materiālu grupām, kas tieši saistītas ar ēkas fasādes atjaunošanu, tika veikts detalizēts apjomu pārrēķins no darba vienībām uz masas vienībām (kg). Aprēķinos vairākas tāmes pozīcijas tika apvienotas vienā materiālu grupā, lai iegūtu kopējo, SEG aprēķiniem izmantojamu daudzumu.

Piemēram, armējošā java / līmjava aprēķināta kā 6511,5 kg, summējot pozīcijas “Līmjava Ceresit CT180 vai ekvivalents” un “Armējošās javas kārtā ar stikla šķiedras sietu (160 g/m<sup>2</sup>, Ceresit CT190 / Valmieras Glass SSA-1363-160)”. Katram materiālam tika izmantots ražotāja noteiktais patēriņš (piem., 5.5 kg/m<sup>2</sup> pēc “Sakret BAK”).

Stikla šķiedras siets tika aprēķināts ar 20% pārlaidumu, tādēļ kopējais patēriņš uz kvadrātmetru pieauga no 1.0 uz 1.2 m<sup>2</sup>. Tas nodrošina pietiekamu pārklājumu un stiprību armējošajam slānim.

Akmensvates plāksnes (dažādi biezumi) vispirms tika pārrēķinātas uz tilpumu (m<sup>3</sup>), un pēc tam, izmantojot ražotāja blīvumu (104 kg/m<sup>3</sup>), pārvērstas masā. Rezultāts koriģēts,

pieskaitot 5% atgriezumus, kas rodas montāžas laikā. Rezultātā iegūts kopējais daudzums 52 809.12 kg.

Šādi iegūtie apjomi kalpo kā bāze SEG emisiju aprēķinam (saistīšanai ar kataloga/EPD faktoriem).

Tabula 4.1

### Fasādes materiālu grupu apjomu inventarizācija

Materiālu grupa	Piemērs no tāmes pozīcijām	Patēriņš / piezīmes	Kopējais apjoms (kg)
Armējošā java / līmjava	Ceresit CT180; Ceresit CT190 ar stikla šķiedras sietu	5.5 kg/m <sup>2</sup> (pēc Sakret BAK)	<b>6511.50</b>
Stikla šķiedras siets	Valmiera Glass SSA-1363-160 vai ekv.	20% pārlaidumi, 0.16 kg/m <sup>2</sup>	<b>632.62</b>
Grunts	Ceresit CT17 vai ekv.	0.3 kg/m <sup>2</sup>	<b>1926.92</b>
Gatavais apmetums	Ceresit CT64 vai ekv.	2.7 kg/m <sup>2</sup>	<b>8339.71</b>
Akmensvates plāksnes	$\lambda \leq 0.037 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ; b=50/100/200 mm; lamellu slānis 150 mm	Tilpums 507.8 m <sup>3</sup> , blīvums 104 kg/m <sup>3</sup> , +5% atgriezumi	<b>52 809.12</b>

Pēc tam, kad materiālu apjomi tika pārrēķināti no tāmes darba vienībām uz masu (kg), nākamais solis bija piemērot atbilstošus CO<sub>2</sub> ekvivalenta emisiju faktoros (kg CO<sub>2e</sub>/kg materiāla). Šie rādītāji iegūti no dažādiem avotiem – galvenokārt no vides produktu deklarācijām (EPD), kā arī Somijas datubāzes *co2data.fi*, kas tiek izmantota kā salīdzinoši plaša atsauce gadījumos, kad Latvijas vai ražotāju dati nav pieejami.

Kopumā tika izmantoti šādi principi:

- Latvijā ražoti materiāli ar pieejamām EPD (piemēram, Sakret un Valmiera Glass) tika iekļauti ar to ražotāju deklarētajiem SEG rādītājiem.
- Importētie materiāli vai materiāli bez Latvijas EPD (piemēram, Murexin, Ceresit, akmensvate) tika novērtēti, izmantojot līdzīgu ražotāju EPD vai Somijas *co2data.fi* datubāzes vērtības.
- Materiāli ar vairākām variācijām (piemēram, dažāda biezuma akmensvates plāksnes) tika summēti vienā materiālu grupā, lai nodrošinātu reprezentatīvu rezultātu.

Piemērā redzams, ka līmjavas, stikla šķiedras sieta un grunts masas (kg) tika reizinātas ar atbilstošiem emisiju faktoriem no EPD, savukārt gatavā apmetuma un akmensvates vērtības tika noteiktas pēc Somijas datubāzes datiem. Rezultātā katrai materiālu grupai iegūts emisiju apjoms kg CO<sub>2e</sub>, kas vēlāk tiek summēts kopējā LCI posma rezultātā.

Tabula 4.2

### Emisiju faktori un iegūtās CO<sub>2</sub> emisijas pa materiālu grupām

Materiālu grupa	Avots (EPD/datubāze)	CO <sub>2</sub> faktors (kg CO <sub>2</sub> /kg)	Masa (kg)	Emisijas (kg CO <sub>2e</sub> )
Līmjava (Sakret)	Sakret Multimix EF, EPD (LV)	0.17	35 813.14	6 088.23
Stikla	Valmiera Glass, EPD	1.10	632.62	695.88

šķiedras siets	(LV)			
Grunts	Murexin Primer LF 15, EPD	1.32	1 926.92	2 543.54
Gatavais apmetums	Ceresit CT64, EPD	0.48	8 339.71	4 003.06
Akmensvate	Somijas datubāze ( <i>co2data.fi</i> )	1.40	52 809.12	73 932.77

Papildus fasādes materiāliem tika veikts aprēķins arī citām konstrukciju grupām – beramajai vatei, riboto paneļu hidroizolācijas sistēmai un grīdas virsmas epoksīda pārklājumam. Katram no tiem tika izmantoti ražotāja dati vai Somijas *co2data.fi* datubāze, jo materiāli Latvijā netiek ražoti.

Tabula 4.3

#### Papildu materiālu grupu emisiju aprēķins

Materiālu grupa	Avots (EPD/datubāze)	CO <sub>2</sub> faktors (kg CO <sub>2</sub> /kg)	Masa (kg)	Emisijas (kg CO <sub>2</sub> e)
Beramā vate (b=300 mm, $\lambda \leq 0.041$ )	Somijas datubāze ( <i>co2data.fi</i> )	1.40	6 902.0	9 662.8
Riboto paneļu hidroizolācijas sistēma (kopā: grunts + divas hidroizolācijas kārtas + aizsargkārtas)	MARISEAL, EPD / datubāze	dažādi (1.6–5.87)	1 198.7	4 318.7
Grīdas epoksīda pārklājums (2 kārtas)	Tikkurila TC111 vai ekv., EPD	4.36	81.7	356.1

Logu un durvju apjomi vispirms tika pārrēķināti no tāmes gabaliem uz laukumu (m<sup>2</sup>), un pēc tam piemēroti Boverket kataloga vidējie specifiskie rādītāji (materiāla svars uz m<sup>2</sup> un CO<sub>2</sub> ekvivalenta faktors uz 1 kg).

Tabula 4.4

#### Logu un durvju emisiju aprēķins

Materiālu grupa	Avots (Boverket katalogs)	Vidējais svars (kg/m <sup>2</sup> )	CO <sub>2</sub> faktors (kg CO <sub>2</sub> /kg)	Emisijas (kg CO <sub>2</sub> e)
Logi	Boverket, average window	39.0	2.63	73 698.90
Durvis	Boverket (Al, PVC, steel)	29.4–40.5	2.63–4.88	7 686.95

Atlikušās inženierbūvju sistēmu pozīcijas tika pārrēķinātas no darba vienībām uz masu (kg), izmantojot ražotāju norādītos tipiskos svarus. Gaismekļiem, ventilācijas un ūdens/kanalizācijas sistēmām masa noteikta pēc ražotāja tehniskajiem datiem, savukārt radiatori tika pārrēķināti no tekošajiem metriem uz kopējo masu, izmantojot svaru uz vienu metru.

Visām grupām tika piemēroti emisiju faktori no Somijas datubāzes (*co2data.fi*), izvēloties tos materiālu tipus, kas vislabāk atbilst konkrētajiem izstrādājumiem. Rezultātā iegūtas kopējās emisijas katrai grupai (kg CO<sub>2</sub>e).

Tabula 4.5

#### Inženierkomunikāciju grupu emisiju aprēķins

Materiālu grupa	Masa (kg)	CO <sub>2</sub> faktors (kg CO <sub>2</sub> /kg)	Emisijas (kg CO <sub>2</sub> e)
Gaismekļi	132.56	31.0	4 109.21
Radiatori	3 565.75	4.1	14 619.58
Ventilācijas sistēmas	2 364.45	4.2	9 930.69
Ūdens/kanalizācija	267.30	5.8 / 2.3 (vid.)	873.50

Aprēķinot un summējot visas materiālu un sistēmu grupas, kopējās emisijas sastāda:

Kopā: ~212 800 kg CO<sub>2</sub>e.

Lielākās ietekmes grupas:

- Akmensvate – 73 932.77 kg CO<sub>2</sub> (34.79%)
- Logi – 73 698.90 kg CO<sub>2</sub> (34.66%)
- Radiatori – 14 619.58 kg CO<sub>2</sub> (6.88%)
- Ventilācija – 9 930.69 kg CO<sub>2</sub> (4.67%)
- Beramā vate – 9 662.80 kg CO<sub>2</sub> (4.55%)

Mazākas grupas (zem 3% no kopējām emisijām) ir līmjava/armējuma java, grunts, gatavais apmetums, jumta segums, durvis un pārējās sistēmas.

Tabula 4.6

#### Kopējās emisijas absolūtos skaitļos un procentos

Materiālu grupa	Emisijas (kg CO <sub>2</sub> e)	Daļa no kopējām emisijām (%)
Līmjava/arm. java	6 088.23	2.86%
Stikla šķiedras siets	695.88	0.33%
Grunts	2 543.54	1.20%
Gatavais apmetums	4 003.06	1.88%
Akmensvate	73 932.77	34.79%
Beramā vate	9 662.80	4.55%
Jumta segums	4 318.69	2.03%



Logi	73 698.90	34.66%
Durvis	7 686.95	3.62%
Grīdas pārklājums	356.07	0.17%
Gaismekļi	4 109.21	1.93%
Radiatori	14 619.58	6.88%
Ventilācija	9 930.69	4.67%
Ūdens/kanalizācija	873.50	0.41%

Transporta emisijas tika aprēķinātas, izmantojot katras materiālu grupas iepriekš noteiktos daudzumus (masu) un pielietojot Somijas datubāzes *co2data.fi* datus par transporta ietekmi. Aprēķinā izmantots faktors: 0.116 kg CO<sub>2e</sub>/ton·km, kas atbilst smagajam kravas automobilim (15 t), ar 50 % noslodzi un braukšanu pa šoseju (highway driving).

Transporta attālumi noteikti pēc šādiem pieņēmumiem:

- Latvijā ražotie materiāli (piemēram, Sakret, Valmiera Glass) – 100 km no ražošanas vietas līdz būvlaukumam;
- Importētie materiāli – 1000 km, kas atbilst aptuvenam attālumam no Polijas vai citu Eiropas valstu vidienes līdz būvobjektam Latvijā.

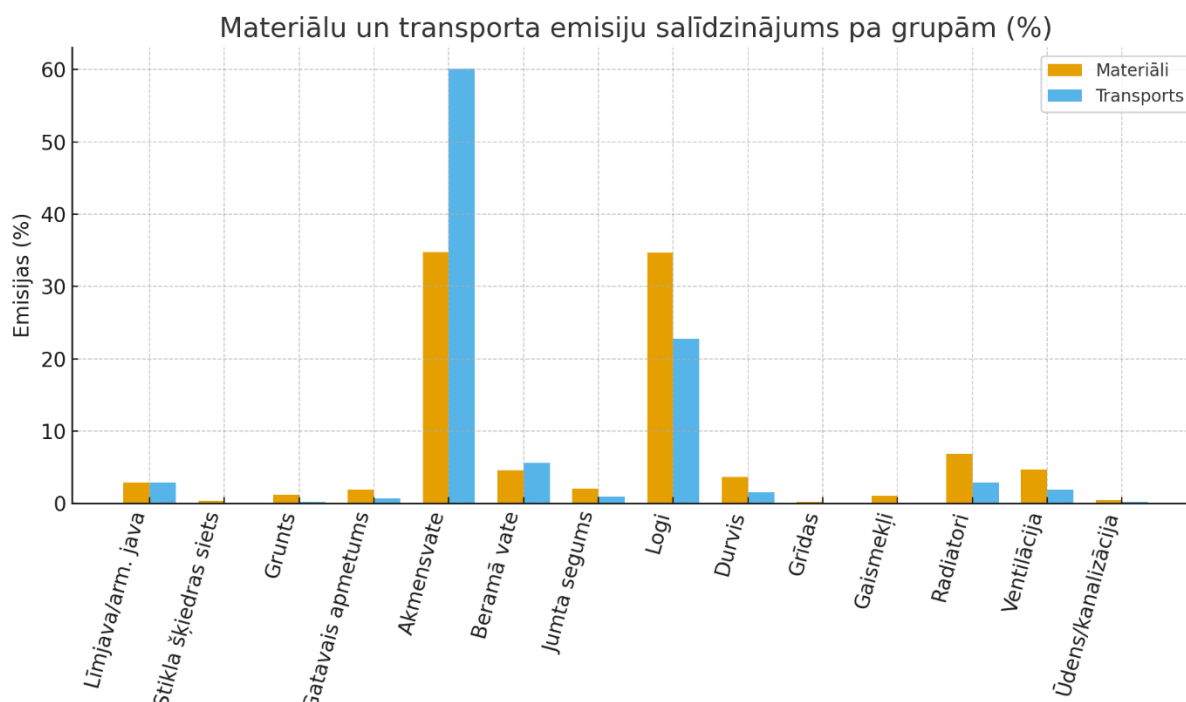
Aprēķinos pieņemts, ka šie attālumi reprezentē vidējo transportēšanas ceļu konkrētā projekta apstākļos (piem., akmensvates ražotnes atrodas šādā diapazonā).

Rezultātā aprēķinātās transporta emisijas katrai materiālu grupai parādītas tabulā.

Tabula 4.7

#### Transporta emisiju sadalījums pa materiālu grupām

Materiālu grupa	Transporta emisijas (kg CO <sub>2e</sub> )	Daļa no kopējām emisijām (%)
Līmjava / arm. java	415.43	2.91 %
Stikla šķiedras siets	7.34	0.05 %
Grunts	22.35	0.16 %
Gatavais apmetums	96.74	0.68 %
Akmensvate	8 576.20	60.08 %
Beramā vate	800.63	5.61 %
Jumta segums	139.05	0.97 %
Logi	3 250.60	22.77 %
Durvis	223.47	1.57 %
Grīdas pārklājums	9.47	0.07 %
Gaismekļi	15.38	0.11 %
Radiatori	413.68	2.90 %
Ventilācija	274.28	1.92 %
Ūdens / kanalizācija	31.01	0.22 %



4.1. att. Materiālu un transporta emisiju salīdzinājums pa grupām %

Grafiks, kurā redzams materiālu (oranžs) un transporta (zils) emisiju sadalījums pa grupām procentos.

Grafiks skaidri parāda, ka:

- Akmensvate un logi rada vislielāko emisiju apjomu,
- Transporta ietekme ir būtiska tieši šīm importētajām grupām (īpaši akmensvatei),
- Pārējām grupām transporta īpatsvars ir mazāks par 3 %.

Kopējā SEG emisiju bilancē materiālu ražošanas un iegūšanas posms veido galveno ietekmi, savukārt transporta emisijas kopā sastāda aptuveni 6.3 % no visa projekta radītajām emisijām.

Tas nozīmē, ka materiālu izvēlei un to ražošanas procesiem ir gandrīz piecpadsmit reīžu lielāka ietekme uz kopējo oglekļa pēdas nospiedumu nekā to piegādei uz objektu.

Vislielāko transporta ieguldījumu rada akmensvates un logu piegādes, kuru masa ir būtiski lielāka un kuru ražotnes atrodas ārpus Latvijas (piemēram, Polijā vai Somijā). Savukārt vietēji ražotiem materiāliem (piemēram, Sakret javas, Valmieras Glass sieti, Ceresit grunts un apmetumi) emisiju īpatsvars transportā nepārsniedz 3 % no to kopējā ietekmes apjoma.

Šie rezultāti norāda, ka, lai samazinātu būvniecības kopējo CO<sub>2</sub> pēdas nospiedumu, primārā uzmanība jāvelta tieši materiālu izvēlei un to ražošanas izcelsmei, nevis tikai loģistikas optimizācijai.

Aprēķinā tika iekļauti būvmateriāli, kas kopā veido aptuveni 75 % no kopējās materiālu tāmes vērtības, jeb 631 894 EUR no kopējiem 839 801 EUR. Šī proporcija nodrošina

pietiekamu reprezentativitāti projekta emisiju analīzei un atspoguļo visnozīmīgāko daļu no ēkas atjaunošanas procesā izmantotajiem materiāliem.

Kopējās emisijas no visām materiālu un transporta grupām, kas tika iekļautas aprēķinā, sastāda:

301 416 kg CO<sub>2</sub>e, kas ir aptuveni 301 tonna CO<sub>2</sub>e.

Atbilstoši ēkas kopējai platībai 3 764 m<sup>2</sup>, specifiskā emisiju intensitāte ir:

80.1 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> (no A1–A5 posma: no izejmateriālu ieguves līdz būvdarbu veikšanai).

Tabula 4.8

#### Gala aprēķins par kopējām emisijām

Rādītājs	Vērtība	Paskaidrojums
Aprēķinā iekļauto materiālu summa	<b>631 894 EUR</b>	Iekļautie materiāli (ap 200 pozīcijām) veido 75 % no kopējās tāmes vērtības
Kopējā materiālu tāmes vērtība	<b>839 801 EUR</b>	Pilnā projekta tāmes materiālu daļa
Iekļauto materiālu īpatsvars aprēķinā	<b>0.75 (75.2%)</b>	Aprēķinā izmantoto materiālu daļa pret kopējo
Kopējās emisijas	<b>301 416 kg CO<sub>2</sub> ekv.</b>	Materiālu un transporta posmi (A1–A5) kopā
Ēkas kopējā platība	<b>3 764 m<sup>2</sup></b>	Ēkas aprēķina platība pēc projekta datiem
Emisiju intensitāte	<b>80.1 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup></b>	Specifiskās emisijas uz ēkas platības vienību

#### 4.1.2. SEG emisiju salīdzinājums ar energoefektivitātes pasākumu rezultātiem

Veiktajā aprēķinā noteikts, ka būvniecības posma (A1–A5) kopējās emisijas, ietverot materiālu ražošanu, transportēšanu un iestrādi, sastāda 301 416 kg CO<sub>2</sub> ekv. Savukārt energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumi, kas ietver fasādes siltināšanu, logu nomaiņu un apkures sistēmas uzlabošanu, nodrošina ikgadēju CO<sub>2</sub> emisiju samazinājumu aptuveni 45 259 kg CO<sub>2</sub> gadā.

Tabula 4.9

#### SEG emisiju salīdzinājums ar energoefektivitātes pasākumu rezultātiem

Rādītājs	Apraksts	Vērtība
Kopējās emisijas (A1–A5)	Materiālu un transporta posmi kopā	301 416 kg CO <sub>2</sub> ekv.
Ikgadējais emisiju samazinājums pēc renovācijas	Energoefektivitātes pasākumu rezultātā samazinātais enerģijas patēriņš un CO <sub>2</sub> emisijas	45 259 kg CO <sub>2</sub> /gadā
CO <sub>2</sub> atmaksāšanās periods	Laiks, pēc kura renovācijas emisijas tiek pilnībā kompensētas ar ietaupījumu	≈ 6.6 gadi
Pēc atmaksāšanās perioda	Turpmākās ekspluatācijas laikā emisiju samazinājums kļūst par neto ieguvumu	Pozitīvs klimata efekts

Būvniecības posma radītās emisijas tiek pilnībā kompensētas mazāk nekā septiņu gadu laikā, un turpmāk ēka kļūst par ilgtermiņa emisiju samazinājuma avotu. Tas apliecina, ka 103. sērijas ēku atjaunošana ar apmesto fasādi un inženiersistēmu modernizāciju ir efektīvs veids, kā samazināt ēku sektora kopējo oglekļa pēdu un vienlaikus uzlabot energoefektivitāti.

Analizējot iegūtos rezultātus, jāuzsver, ka emisiju atmaksāšanās periods — līdzīgi kā energoefektivitātes finanšu atmaksāšanās laiks — nav viennozīmīgs rādītājs. Katram atsevišķam pasākumam ir savs CO<sub>2</sub> atmaksāšanās periods, kas atkarīgs no izmantotajiem materiāliem, to emisiju intensitātes, enerģijas ietaupījuma potenciāla un faktiskās ekspluatācijas efektivitātes.

Tādējādi, lai arī kopējais projekta atmaksāšanās periods oglekļa izteiksmē ir aptuveni seši līdz septiņi gadi, atsevišķiem risinājumiem tas var būt ievērojami atšķirīgs. Piemēram, fasādes siltināšanai un logu nomainīšanai atmaksāšanās periods parasti ir īsāks, jo šie pasākumi tieši samazina apkures patēriņu. Savukārt apkures un ventilācijas sistēmu nomainīšana, jumta pārsegumu siltināšana vai iekšējo tīklu rekonstrukcija bieži rada augstāku sākotnējo emisiju slodzi, bet relatīvi mazāku ikgadējo ietaupījumu.

Turklāt būtu jāņem vērā, ka sākotnējā energoefektivitātes novērtējuma dati un faktiskās tāmes vērtības šajā projektā būtiski atšķirās. Tas nozīmē, ka daļai no paredzētajiem pasākumiem faktiskie atmaksāšanās periodi var būt ievērojami garāki, nekā sākotnēji prognozēti.

Līdz ar to būtu lietderīgi atsevišķi analizēt katra pasākuma CO<sub>2</sub> atmaksāšanās efektivitāti, īpaši vērtējot, kuri risinājumi sniedz būtiskāko ietekmi uz energoefektivitāti un kuri varētu tikt pārskatīti kā pārlietu dārgi vai tehniski neattaisnoti. Piemēram, vertikālo riboto radiatoru nomainīšana šāda tipa ēkās var būt tehniski sarežģīta un emisiju ziņā neproporcionāli neizdevīga salīdzinājumā ar citiem uzlabojumiem.

Kopumā šāda analīze ļautu precīzāk noteikt, kurus pasākumus ir lietderīgi realizēt pilnā apjomā, bet kuriem nepieciešama papildu izvērtēšana, lai nodrošinātu optimālu līdzsvaru starp emisiju samazinājumu, izmaksām un tehnisko lietderību.

#### **4.1.3. Salīdzinājums ar starptautiskiem datiem**

Lai novērtētu aprēķināto SEG emisiju līmeni, veikts salīdzinājums ar Carbon Risk Real Estate Monitor (CRREM) datiem par iemiesotā oglekļa daudzumu dzīvojamās ēku renovācijās. CRREM analīze (Residential real estate, multifamily sector) norāda, ka dziļo renovāciju gadījumos, kur enerģijas ietaupījums pārsniedz 50 % no sākotnējā patēriņa, iemiesotā oglekļa apjoms parasti svārstās no 20 līdz 80 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>, savukārt jaunceltnēm tas sasniedz 600 – 700 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>.

Šī projekta aprēķinātā vērtība – aptuveni 80 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> (A1–A5 posmi) – pilnībā atbilst CRREM norādītajam diapazonam un raksturo vidēji dziļu energoefektivitātes renovāciju.

Tas apliecina, ka Latvijas apstākļos iegūtie rezultāti ir saskaņā ar Eiropas līmeņa datiem un atspoguļo tipisku iemiesotā oglekļa slodzi šāda tipa ēku atjaunošanas projektos (Bienert Sven et al., 2023).

#### **4.1.4. Alternatīvie scenāriji un vietējo materiālu izmantošanas potenciāls**

Analizējot aprēķināto SEG emisiju struktūru, redzams, ka lielākā daļa emisiju koncentrējas siltumizolācijas materiālos un logu konstrukcijās. Tāpēc viens no nozīmīgākajiem emisiju samazināšanas potenciāliem būtu saistīts ar alternatīvu, Latvijā ražotu materiālu

izmantošanu, īpaši tajās komponentēs, kur šobrīd tiek izmantoti importēti produkti ar augstāku iemiesoto oglekli un lielākām transporta emisijām.

Lai novērtētu iespējamo ietekmi uz iemiesotajām emisijām, tika veikts salīdzinājums starp šobrīd projektā izmantoto akmens vati un potenciālu alternatīvu — EPS 60 siltumizolāciju. Dati iegūti no Boverket (Zviedrijas būvniecības emisiju datu bāzes) tipiskajām vērtībām.

Parametrs	Akmens vate	EPS 60	Vienība
Materiāla blīvums	104	12.5	kg/m <sup>3</sup>
Emisijas koeficients (Boverket)	1.61	4.00	kg CO <sub>2</sub> e/kg
Emisijas uz 1 m <sup>3</sup> materiāla	<b>167.4</b>	<b>50.0</b>	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>

Tātad, aizstājot akmens vati ar EPS 60 līdzvērtīgā biezumā, emisiju samazinājums uz 1 m<sup>3</sup> materiāla būtu aptuveni 70 %, kas atbilst ~117 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup> ietaupījumam. Ja šis risinājums tiktu pielietots pilnā apjomā (piemēram, visai ēkas fasādei), kopējais projekta emisiju apjoms varētu samazināties par vairākiem desmitiem tonnu CO<sub>2</sub> ekvivalenta.

Tomēr šādu scenāriju iespējams piemērot tikai tad, ja tiek nodrošināta atbilstoša ugunsdrošība, mehāniskā noturība un kalpošanas ilgums. Tā kā EPS uzvedība ugunsgrēka apstākļos un novecošanas ietekmē ir atšķirīga no minerālvates, šādu aizvietošanu būtu nepieciešams izvērtēt individuāli katram ēkas tipam un projektam.

Runājot tieši par apmestajām fasādēm, šobrīd Latvijā nav citu būtisku siltinājuma alternatīvu, kas nodrošinātu līdzvērtīgu siltumtehniko efektu ar būtiski zemāku iemiesoto emisiju apjomu. Tomēr šajā materiālu grupā jau tiek izmantoti vietējā ražojuma apmetumi, līmjavas un minerālie maisījumi, kas nodrošina salīdzinoši zemu transporta ietekmi un atbilst ilgtspējīgas būvniecības principiem. Tā kā šo materiālu masa ir ievērojama, transportēšanas attālums var būtiski ietekmēt kopējās emisijas, tādēļ vietējās izcelsmes saglabāšana arī turpmākajos projektos ir ļoti būtiska, lai nodrošinātu zemāku kopējo SEG slodzi un samazinātu ārējās loģistikas atkarību.

Attiecībā uz logu konstrukcijām būtisks emisiju samazinājuma potenciāls slēpjas vietējo logu ražotāju EPD deklarāciju ieviešanā un pilnvērtīgā emisiju datu atspoguļojumā. Lai gan logi tiek montēti Latvijā, to galvenie komponenti – profili un stiklojums – pārsvarā tiek importēti no Polijas un Vācijas, tādēļ faktiskās transporta emisijas ir lielākas nekā pieņemts tipveida aprēķinos. Ja vietējā industrija spētu nodrošināt pilnvērtīgu ražošanas ciklu un precīzākas emisiju deklarācijas, datu kvalitāte būtiski uzlabotos, un dažos gadījumos arī kopējais emisiju apjoms varētu samazināties.

Papildu jautājums, kas nereti tiek aktualizēts ilgtspējīgas būvniecības kontekstā, ir par biogēno materiālu izmantošanu un to spēju uzkrāt oglekli, tādējādi samazinot kopējās emisijas. Tomēr, analizējot šo konkrēto ēku tipu un izmantoto tehnoloģiju – apmetu fasādi ar minerālo siltumizolāciju –, jāsecina, ka šajā gadījumā biogēno materiālu izmantošanas iespējas ir ierobežotas. Galvenokārt tas attiecas uz siltumizolācijas materiāliem, kur tehniski piemērojami ir tikai divi reāli risinājumi – akmens vate vai putupolistirols (EPS).

Pašreizējā tirgus situācijā nav pieejamas tehniski pilnvērtīgas alternatīvas, kas nodrošinātu līdzvērtīgu siltumvadītspēju, mehānisko noturību un ugunsdrošību apmestās

fasādes sistēmās. Lai arī teorētiski kokšķiedru vate vai citi biogēnie siltinājumi varētu piedāvāt zemāku iemiesoto oglekli, to pielietošana šāda tipa ēkām nav tehniski pamatota.

Tādēļ šajā segmentā būtisku uzlabojumu emisiju samazināšanas virzienā varētu sagaidīt tikai no ražošanas efektivitātes vai transporta optimizācijas, nevis no jaunu biobāzētu materiālu ieviešanas.

## **4.2. Inženierbūvju dzīves cikla aprēķina piemērs un emisiju koeficientu kataloga satura piedāvājums (RTU)**

### **4.2.1. Materiālu grupas**

**Asfalts.** Viens no būtiskākajiem ceļu infrastruktūras būvniecības materiāliem, kuru izmanto, lai nodrošinātu augstu braukšanas komfortu. Tas veido ūdens necaurlaidīgu kārtu un var tikt izmantots ceļu, stāvvietu, gājēju celiņu un citas infrastruktūras izbūvei. Asfalts sastāv no bitumena (saistvielas), minerālmateriāliem (šķembas, smiltis, pildvielas) un citām piedevām. Dažādās seguma kārtās var tikt izmantoti dažādi asfalta tipi, kuriem atšķiras minerālmateriāla cietība un bitumena īpašības. Lielāko SEG veido bitumens, jaunu minerālmateriālu ražošana, materiālu transportēšana un asfalta ražošana.

**Betons.** Plaši tiek izmantots ēku, tiltu, caurteku un citu infrastruktūras elementu būvniecībā. Betona tipi atšķiras pēc spiedes stiprības klases, salizturības, ūdensnecaurlaidības, nodilumizturības, kā arī piedevu veida un daudzuma.

**Cements.** Tas ir galvenā sastāvdaļa betonā un citos saistītajos materiālos. Tā ražošana ir viens no lielākajiem rūpniecisko emisiju avotiem pasaulē. Tā kā cements var tikt pielietots arī ne betona vai betona konstrukciju izgatavošanai, bet, piemēram, grunts vai ceļa pamatu pastiprināšanai, tad tas ir izdalīts kā atsevišķa materiāla grupa, lai precīzi atspoguļotu tā ietekmi.

**Betona bruģis.** Tiek izmantoti ielu, laukumu, gājēju celiņu un stāvlaukumu segumu izbūvē. Tie ir populāri infrastruktūras objektos, jo nodrošina augstu mehānisko izturību, ilgmūžību un tos ir iespējams demontēt un atkārtoti ieklāt. Betona bruģa veidi atšķiras pēc formas (taisnstūra, kvadrāta, viļņveida, u.c.), izmēra un biezuma, kas pielāgots paredzamajam slodzes līmenim – no gājēju celiņiem līdz intensīvas satiksmes zonām. Betona bruģis sastāv no cementa, ūdens, minerālmateriāla un dažādām piedevām, kas uzlabo materiāla iestrādājamību un gala produkta stiprības īpašības.

**Dabīgais bruģis.** Tiek izmantots ielu, laukumu, gājēju celiņu un stāvlaukumu segumu izbūvē. Tas ir populārs, jo nodrošina estētiskumu, augstu mehānisko izturību, izcilu ilgmūžību un iespēju segumu demontēt un atkārtoti izmantot. Tā ilgais kalpošanas laiks un augstā nodilumizturība ir īpaši piemērota zonām ar intensīvu. Dabīgā bruģa veidi atšķiras pēc akmens veida (piemēram, granīts, bazalts), apstrādes metodes (šķelts, zāģēts, slīpēts) un izmēra, kas tiek pielāgots plānotajam lietojumam – no gājēju celiņiem līdz intensīvas satiksmes zonām.

**Apmales, borti.** Tiek izmantoti ielu, laukumu, stāvlaukumu, gājēju celiņu un ceļu joslu norobežošanai, nodrošinot gan satiksmes organizāciju, gan infrastruktūras konstrukciju mehānisko aizsardzību pret deformācijām un eroziju. Tie ir būtiski infrastruktūras elementi, jo palīdz saglabāt ceļu segumu stabilitāti un pagarina to ekspluatācijas laiku. Apmales un borti var tikt izgatavoti gan no betona, gan no dabīgiem materiāliem, piemēram, granīta. Galvenokārt tiek izmantotas betona apmales, tomēr īpaši noslogotās vietās, piemēram, rotācijas apļos, krustojumos vai vēsturiskajos centros, biežāk izvēlas dabīgā akmens apmales, kas nodrošina augstāku mehānisko izturību, ilgmūžību un estētisko vērtību.

**Smilts, grants, granīts (augstas stiprības).** Būtiska sastāvdaļa ceļu un infrastruktūras būvniecībā - pamatu, segumu slāņu, asfalta maisījumu un drenāžas sistēmu izbūvē. Nodrošina nepieciešamo nestspēju, stabilitāti un ūdens caurlaidību dažādās konstrukcijas daļās. Dabiski vai mehāniski apstrādāti iežu materiāli – grants (dabiski nogulumieži), dolomīts (nogulumiezis), smilts (smalkgraudains minerālprodukts) un granīts (magmatisks iezis). Tiek izgatavoti dažādās frakcijās.

**Reciklēti (pārstrādāti) materiāli.** Tiek arvien plašāk izmantoti infrastruktūras būvniecībā, veicinot resursu atkārtotu izmantošanu, aprites ekonomikas principu ieviešanu un SEG emisiju samazināšanu. Tos pielieto ceļu pamatos, segumos, kā arī asfalta vai betona maisījumos. Pārstrādātie materiāli atšķiras pēc to izcelsmes, frakcijas lieluma, mehāniskajām īpašībām un piemērotības konkrētam pielietojumam. Pārstrādātie materiālie šī kataloga izpratnē var būt frēzētais asfalts, demontēts minerālmateriāls, drupināts betons, drupināti ķieģeļi.

**Caurtekas.** Tās ir būtisks infrastruktūras elements, kas nodrošina ūdens novadi zem ceļiem, gājēju celiņiem, dzelzceļiem un citām būvēm, nepieļaujot ūdens uzkrāšanos vai izskalošanos, kas varētu bojāt blakus esošās konstrukcijas vai būves. Caurtekas var tikt izgatavotas no dzelzsbetona, tērauda vai plastmasas, no kurām plastmasas caurtekas ir kļuvušas par populārāko izvēli zemāko izmaksu dēļ. Caurtekas atšķiras pēc izmantotā materiāla, diametra, nestspējas un paredzamās slodzes, kas nosaka to piemērotību konkrētajiem ekspluatācijas apstākļiem.

**Barjeras.** Tās ir būtisks satiksmes drošības infrastruktūras elements, kas paredzēts transportlīdzekļu, gājēju vai citu satiksmes dalībnieku aizsardzībai. Tās tiek izvietotas gar ceļu malām, tiltiem, estakādēm, pie rotācijas aplīem, sadalošās joslas starp brauktuves virzieniem un citās vietās. Barjeras izgatavo no metāla un tās atšķiras pēc drošības līmeņa.

**Stiegrojums.** Tas ir būtisks būvniecības infrastruktūras elements, kas paredzēts dzelzsbetona konstrukciju mehānisko īpašību uzlabošanai, nodrošinot izturību pret stiepes un lieces spēkiem. Infrastruktūrā stiegrojumu izmanto galvenokārt tiltos. Stiegrojumu izgatavo no tērauda, un tas atšķiras pēc materiāla kvalitātes, diametra un formas.

#### 4.2.2. Apskatīto materiālu grupu pārklājums ceļiem un tiltiem

Ceļu būvniecībai paredzēto materiālu grupu klāsts ir labi pārklāts un nodrošina lielāko daļu praktisko vajadzību. Pieejamas gan tradicionālās izejvielas (asfalts, minerālmateriāli, cements), gan arī komponentes, kas nepieciešamas ceļu elementiem, piemēram, apmalēm, barjerām un labiekārtošanai. Tāpat redzams, ka nodrošināts pārklājums arī atgūtajiem materiāliem, kas atbilst ilgtspējas mērķiem.

Savukārt tiltu būvniecībai materiālu grupu pārklājums vizuāli šķiet pietiekams, tomēr praktiskā īstenošanā tas var izrādīties nepietiekams, jo katrs tilta projekts ir pietiekami specifisks un individuāli pielāgots konkrētajai vietai un konstrukcijai. Turklāt tiltu izbūves sadaļu šobrīd faktiski nosedz tikai asfalta seguma ieklāšana. Jaunu tiltu būvniecība Latvijā notiek reti, un pārsvarā tiek veikta jau esošo tiltu atjaunošana, kurai katrā gadījumā tiek izstrādāts atsevišķs tehniskais projekts.

Tabula 4.10

#### Apkopojums par ceļiem un tiltiem iespējami piemērojamo materiālu grupām.

Grupa	Ceļi (auto, velo, gājēju)	Tilti
Asfalts	+	+
Betons	-	+
Cements	+	+

Betona bruģis	+	-
Dabīgais bruģis	+	-
Apmales, borti	+	+
Smilts, grants	+	+
Dolomīts	+	+
Granīts	+	+
Atgūtie materiāli (drupināts betons, ķieģeļi, u.c.)	+	+
Caurtekas	+	-
Barjeras	+	+
Stiegrojums	+	+

#### 4.2.3. Apskatīto materiālu grupu esamība FIN, SWE un GER katalogos

Apskatīto materiālu grupu esamība FIN, SWE un GER katalogos redzama Tabula 4.11. Salīdzinot to pārklājumu trīs katalogos (FIN, SWE, GER), redzams, ka vispilnīgākais datu apjoms ir pieejams Somijas (FIN) katalogā, kur segums pieejams visām izvēlētajām grupām.

Savukārt Vācijas (GER) katalogā lielākā daļa materiālu grupu ir pārstāvētas, tomēr trūkst datu par atgūtajiem materiāliem, barjerām. Lai arī GER katalogs nodrošina atsevišķām grupām daudzveidīgu būvmateriālu klāstu, līdz galam nav skaidra produktu izcelsme, sastāvs.

Zviedrijas (SWE) gadījumā tika izmantoti divi katalogi: Boverket, kas galvenokārt orientēts uz ēku būvniecību, un Klimatkalkyl, kas paredzēts transporta infrastruktūras un ceļu projektiem. Boverket kataloga pārklājums ir samērā ierobežots – tajā pieejami dati tikai noteiktām materiālu grupām, piemēram, betonam, cementam un stiegrojumam. To var skaidrot ar tā sākotnējo orientāciju uz ēku būvniecības vajadzībām, nevis inženierbūvju objektiem. Līdz ar to Boverket katalogs atsevišķi nav piemērots SEG vērtību salīdzināšanai materiālu grupām, kas raksturīgas ceļu un citu inženierbūvju būvniecībā. Savukārt Klimatkalkyl katalogs nodrošina labāku atbilstību transporta infrastruktūras vajadzībām, padarot abu katalogu kombinētu izmantošanu par atbilstošāko pieeju.

Datu pieejamība būtiski atšķiras starp katalogiem. Somijas (FIN) katalogs nodrošina visaptverošu materiālu grupu pārklājumu un piedāvā vienkāršu SEG emisiju pieeju, jo materiāli nav sadrumstaloti pārāk daudzos atsevišķos veidos vienas grupas ietvaros. Tajā pašā laikā atsevišķiem produktiem ir pieejami dati vairākās mērvienībās (piemēram, garuma un svara vienībās), kas uzlabo lietotāja ērtības. Vācijas (GER) katalogā iespējams atrast detalizētu informāciju par atsevišķiem specifiskiem materiāliem, un tas var kalpot kā labs papildavots konkrētiem gadījumiem. Zviedrijas (SWE) gadījumā tiek izmantoti divi katalogi: Boverket, kas galvenokārt orientēts uz ēku būvniecību un tādēļ nodrošina ierobežotu atbalstu transporta infrastruktūras SEG izvērtējumam, un Klimatkalkyl, kas pielāgots ceļu un citu inženierbūvju vajadzībām. Klimatkalkyl papildus CO<sub>2</sub> ekv. emisijām ietver arī enerģijas patēriņu produkta ieguvei, tomēr salīdzinājumā ar Somijas katalogu materiālu un procesu pārklājums nav tik plašs, kā arī pieejamajiem datiem nav brīvi pieejams pamatojuma vai aprēķinu dokuments. Vienlaikus jāuzsver, ka Klimatkalkyl nav tikai katalogs, bet arī aprēķina rīks, ar kura palīdzību iespējams salīdzinoši īsā laikā noteikt izvēlēta ceļa būvniecības emisijas.

Tabula 4.11

#### Apskatīto materiālu grupu esamība FIN, SWE un GER katalogos.

Grupa	FIN	SWE	GER
-------	-----	-----	-----



Asfalts	+	+	+
Betons	+	+	+
Cements	+	+	+
Betona bruģis	+	-	+
Dabīgais bruģis	+	-	+
Apmales, borti	+	-	+
Smilts, grants	+	+	+
Dolomīts	+	-	+
Granīts	+	+	+
Atgūtie materiāli (drupināts betons, ķieģeļi, u.c.)	+	-	-
Caurtekas	+	-	+
Barjeras	+	+	-
Stiegrojums	+	+	+

#### 4.2.4. Katalogā esošo materiālu SEG

Asfaltu galvenokārt veido minerālmateriāls, kas sastāda aptuveni 95 % no kopējās masas, un bitumens jeb saistviela, kas sastāda apmēram 5 %. Atkarībā no bitumena un minerālmateriāla attiecības, kā arī izmantotā minerālmateriāla granulometriskā sastāva, tiek noteikti dažādi asfalta tipi. Latvijā par atsauci asfalta tipu klasifikācijai, sasniedzamajām īpašībām un citiem nosacījumiem, tiek izmantotas aktuālās VSIA "Latvijas Valsts ceļi" (LVC) izstrādātās Autoceļu būvdarbu specifikācijas (ABS). Šajā dokumentā ir iekļautas SEG emisijas par sekojošiem, biežāk izmantotajiem asfalta tipiem – AC 8 surf, AC 11 surf, AC 11 base/bin, AC 16 base/bin, AC 22 base/bin, SMA 8 un SMA 11. Tomēr jāņem vērā, ka pat viena asfalta tipa robežās to SEG emisijas var būtiski atšķirties. Tās var ietekmēt izvirzītie kritēriji minerālmateriāla cietībai un/vai bitumena īpašībām, piemēram, augstas elastīgās īpašības, reciklētā asfalta (RA) saturs maisījumā un piedevu izmantošana ražošanas temperatūru samazināšanai.

Asfalta ražošanas laikā lielāko siltumnīcefekta gāzu emisiju apjomu nosaka maisījuma ražošanas temperatūra, izejmateriālu veids un to mitruma saturs un izmantoto bioloģisko degvielu īpatsvars. Tabula 4.12. ir dots SEG emisiju lielums dažādiem asfalta tipiem. Projekta vajadzībām tika veikts Latvijā klasiski izmantotu asfalta masu SEG aprēķins un salīdzināts ar FIN, SWE un GER kataloga vērtībām. Šīs vērtības arī tiek rekomendēts izmantot sākotnējā kataloga versijā, vai līdz brīdim, kad Latvijā ir pieejamas EPD dažādiem asfaltu tipiem.

Tabula 4.12

#### SEG emisiju salīdzinājums asfaltam

Asfalta tips	Bitumens	Minerālmateriāls	Reciklētā asfalta saturs (%)	SEG kopējās (A1-A3), CO <sub>2e</sub> kg/t			
				LV (autora aprēķini)	FIN	SWE	GER
AC 8 surf	Ceļa bitumens	LV dolomīts vai grants	15	56.0	50.0	49.0	94.3
AC 11 surf	Ceļa bitumens	LV dolomīts vai grants	15	55.0	50.0	49.0	94.3
AC 11 base/bin	Ceļa bitumens	LV dolomīts vai grants	15	51.0	47.0	43.0	-

AC 16 base/bin	Ceļa bitumens	LV dolomīts vai grants	15	50.0	47.0	43.0	-
AC 22 base/bin	Ceļa bitumens	LV dolomīts vai grants	15	48.0	47.0	43.0	-
SMA 8	Ar polimēriem modificēts bitumens	Importēts granīts	0	91.0	52.0	-	91.8
SMA 11	Ar polimēriem modificēts bitumens	Importēts granīts	0	91.0	52.0	-	91.8

Tabulā redzams SEG emisiju salīdzinājums dažādiem Schwenk cementa veidiem, balstoties uz Latvijas EPD un starptautiskajiem (FIN, GER, SWE) katalogiem. Lai gan starp katalogiem ir vērojama daļēja atbilstība, emisiju vērtības atšķiras, kas var būt saistīts ar izmantotajām izejvielām, piedevu veidiem un ražošanas īpatnībām katrā valstī. Tādēļ, veicot SEG aprēķinus Latvijas apstākļiem, pamatā būtu jāizmanto vietējā ražotāja EPD, kas nodrošina precīzāku un kontekstam atbilstošāku rezultātu.

Tabula 4.13

#### SEG emisiju salīdzinājums cementam

Cementa tips (no Schwenk produkcijas)	SEG kopējās (A1-A3), CO <sub>2e</sub> kg/t			
	LV (EPD)	FIN	SWE	GER
CEM II/A-LL 52.5 N	633	659	813 (nav tiešas atbilstības)	
CEM I 52.5 N	705	739	-	665
CEM I 42.5 R	705	-	813 (nav tiešas atbilstības)	
CEM I 42.5 N-SR 3 MH/LA (Infracement)	715	710	-	
CEM II/B-M (S-LL) 52.5 N (Viridiscement)	524	-	-	
CEM II/B-M (P-LL) 42.5 N	579	-	-	

SEG emisiju izvērtējumā betona bruģakmens gadījumā situācija ir sarežģīta, jo Latvijā nav identificēts neviens bruģakmens ražotājs ar pieejamu EPD. Citviet Eiropā ražotājiem EPD ir pieejamas, tomēr tās attiecas uz specifiskiem produktiem ar atšķirīgu sastāvu, virsmas apstrādi, ražošanas tehnoloģiju un fizikāli-mehāniskajām īpašībām. Tāpēc vispārinātu emisiju vērtību izmantošana var radīt būtiskas neprecizitātes. FIN katalogā bruģim piedāvātas vienādas SEG vērtības uz 1 tonnu neatkarīgi no bruģa biezuma, kas vienkāršo aprēķinus un datu lietošanu. Šādu pieeju būtu vērts izvērtēt arī Latvijā, katalogā iekļaujot dažus izplatītākos biezumus (piemēram, 6, 8, 10, 12 cm), piemērojot tiem vienotu SEG rādītāju uz tonnu. Savukārt GER katalogā pieejami gan vispārināti, gan konkrētiem produktiem paredzēti dati, taču nav skaidrs, kā tie tiek izmantoti praksē, jo katalogā trūkst plaša bruģa tipu pārklājuma, kas atspoguļotu tirgus daudzveidību.

Izrietoši, sākotnējai SEG emisiju aprēķinu veikšanai Latvijas apstākļos tiek rekomendēts izmantot Somijas (FIN) kataloga vērtības, jo tās ir konservatīvas, balstītas uz plaša

ražotāju loka EPD datiem un pārstāv svērtu vidējo emisiju līmeni, kas iegūts no reāliem ražošanas apjomiem. Šāda pieeja nodrošina uzticamu sākotnējo novērtējumu, līdz brīdim, kad Latvijā būs pieejamas vietējo ražotāju specifiskās vides deklarācijas (EPD), kas ļautu precizēt aprēķinus un piemērot SEG datus konkrēti izmantotajiem produktiem.

Tabula 4.14

**SEG emisiju salīdzinājums dažādiem betona bruģakmens veidiem**

Nr.p.k.	Papildinoša informācija	Mērvienība	SEG kopējās (A1-A3), CO <sub>2e</sub> , kg	Avots
1.	40% reciklētu materiālu, 175 kg/m <sup>2</sup> , H=8cm, REDOTTO-RC ir divslāņu betona bruģakmens produkts, ko ražo Vācijas uzņēmums braun-stein GmbH. Izmēri un svars: standarta izmērs ir 30 x 15 x 8	m <sup>2</sup>	22	EPD
2.	128 kg/m <sup>2</sup> , H=6 cm	m <sup>2</sup>	14.8	EPD
3.	180 kg/m <sup>2</sup> , H=8 cm	m <sup>2</sup>	20.1	EPD
4.	225 kg/m <sup>2</sup> , H=10 cm	m <sup>2</sup>	25.7	EPD
5.	2298 kg/m <sup>3</sup> , Betona bruģis. Nav izmēri minēti. Ražots Austrijā trīs dažādās rūpnīcās	t	82.2	EPD
6.	2295 kg/m <sup>3</sup> , Betona plāksnes. Nav izmēri minēti. Ražots Austrijā trīs dažādās rūpnīcās	t	89.2	EPD
7.	LT ražots un vienots EPD plašam produktu klāstam. Produkti ir pieejami dažādos izmēros, formās un garumos. Augstums: no 40 mm līdz 550 mm, platums: no 50 mm līdz 1000 mm, garums: no 50 mm līdz 1300 mm.	t	129.0	EPD
8.	Bruģakmens, H=8 cm	m <sup>2</sup> /t	25.5/135.0	FIN katalogs
9.	Bruģakmens, H=10 cm	m <sup>2</sup> /t	30.9/135,0	FIN katalogs
10.	Bruģakmens, H=12 cm	m <sup>2</sup> /t	38.2/135,0	FIN katalogs
11.	Bruģakmens 6 cm (viens ražotājs)	m <sup>2</sup>	14.48-14.89	GER katalogs
12.	Bruģakmens 8 cm (viens ražotājs)	m <sup>2</sup>	18.91-19.8	GER katalogs

Attiecībā uz granīta bruģakmeni pieejamo EPD dokumentu klāsts ir ierobežots, un konstatētās SEG vērtības atšķiras atkarībā no produkta izcelsmes, izmēra un apstrādes īpatnībām. Piemēram, StoneSet (Portugāle) ražotāja EPD norāda uz ļoti zemām SEG total vērtībām (piemēram, 0.03 kg CO<sub>2e</sub>/t), kas rodas biogēnā oglekļa atskaitīšanas rezultātā. Tāpēc papildus norādītas arī SEG fossil vērtības.

Somijas katalogā granīta bruģakmenim neatkarīgi no izmēra tiek piemērota vienota konservatīva vērtība – 50 kg CO<sub>2e</sub>/t. Augstākas vērtības norādītas EPD no Zviedrijas ražotāja Naturstens (75.8 kg CO<sub>2e</sub>/t). Tā kā Latvijā šobrīd nav pieejamas konkrētām vajadzībām atbilstošas EPD, šī pētījuma vajadzībām plānots izmantot FIN kataloga vērtību – 50 kg CO<sub>2e</sub>/t.

Tabula 4.15

### SEG emisiju salīdzinājums dažādiem granīta bruģakmens veidiem

Nr.p.k.	Papildinoša informācija	Mērvienība	SEG kopējās (A1-A3), CO <sub>2</sub> e, kg	Avots
1.	Ražotājs Naturstens, Zviedrija. Dabīgā akmens izstrādājumus būvniecības projektiem, komerciāliem un privātiem	t	75.8	EPD
2.	Ražots StoneSet, Portugāle	t	0.0291/51.7	EPD
3.	Ražots StoneSet, Portugāle	t	1.88/66.7	EPD
4.	Granīta bruģakmens, (140 x 220 x 140 mm)	m <sup>2</sup> /t	16.9/50.0	FIN katalogs
5.	Granīta bruģakmens, (140 x 220 x 80 mm)	m <sup>2</sup> /t	9.6/50.0	FIN katalogs

Betona apmaļu un bortu SEG emisiju izvērtēšana ir apgrūtināta, jo pieejamo EPD skaits ir ļoti ierobežots. Latvijā tādu nav un ārpus tās apskatītajās datu bāzes to skaits ir niecīgs. Starp atrastajiem ir viens Lietuvā ražots produkts ar SEG vērtību 129 kg CO<sub>2</sub>e/t, kas ir ļoti tuvu Somijas FIN kataloga vidējai vērtībai – 124 kg CO<sub>2</sub>e/t. Lai arī FIN katalogā apmaļu emisijas norādītas uz metru, to izmēri un forma būtiski atšķiras no Latvijā praksē izmantotajiem risinājumiem. Tādēļ projekta emisiju aprēķinu vajadzībām ieteicams izmantot FIN kataloga vērtību uz tonnu, bet darba daudzumu sarakstos esošās mērvienības no metriem pārrēķināt uz tonnām, balstoties uz konkrēto izmantoto apmaļu masu.

Savukārt attiecībā uz granīta apmalēm līdz šim nav atrasta neviena EPD, kas attiektos uz konkrētu ražotāju vai produktu. Tādēļ šī pētījuma vajadzībām tiek pieņemta Somijas kataloga vērtība – 104 kg CO<sub>2</sub>e/t, kas tiek uzskatīta par pietiekami konservatīvu.

Latvijā šobrīd nav publicētu EPD par vietēji iegūtu granti, smilti vai dolomītu, tāpēc infrastruktūras projektu aprēķinos nav iespējams tieši izmantot lokālajai ieguvei atbilstošas SEG vērtības. Smilts un grants ieguves process pēc būtības ir vienāds – tas ietver dabisko resursu izrakšanu, sijāšanu un šķirošanu bez būtiskas apstrādes vai pārveides, kā rezultātā SEG emisiju atšķirības ir minimālas. FIN un GER katalogos šiem materiāliem tiek piešķirtas vienādas SEG vērtības, neatkarīgi no izcelsmes vai frakcijas, tāpēc arī Latvijā būtu lietderīgi pievienoties šai vienkāršotajai pieejai.

Dolomīts Latvijā tiek plaši izmantots, īpaši ceļu būvniecībā, kur tas kalpo kā nesošā vai pamata slāņa materiāls. Tā apstrāde parasti prasa vairāk enerģijas nekā grants vai smilts, jo dolomīts tiek iegūts lielākos gabalos un pēc tam drupināts vajadzīgajās frakcijās. FIN katalogā visiem drupinātajiem minerālmateriāliem tiek piemērota vienota SEG vērtība, neatkarīgi no izejmateriāla, tādējādi vienkāršojot aprēķinus. Savukārt GER katalogā šādi materiāli ir pārstāvēti, taču nav skaidri norādīts izejmateriāla veids, kas rada neskaidrību par SEG atbilstību dolomītam. Arī dolomītam nav pieejama vietējas izcelsmes EPD, tādēļ Latvijas apstākļos piemērota ir FIN vērtība.

No apskatītajiem materiāliem granīts izceļas ar visplašāko pieejamo EPD klāstu, savukārt grantij, smiltij un dolomītam pieejamo EPD skaits ir ievērojami mazāks. Ņemot to vērā, Latvijas apstākļos būtu lietderīgi izmantot FIN kataloga SEG vērtības grantij, smiltij un dolomītam, jo tās ir konservatīvas un salīdzināmas ar GER datiem. Savukārt granīta gadījumā pamatoti būtu izmantot Norvēģijas EPD, jo lielākā daļa granīta materiāla, kas tiek izmantota Latvijā, tiek importēta no Norvēģijas.

Importētajiem augstas izturības minerālmateriāliem, piemēram, granītam, kvarcdiorītam vai gabro, kas tiek piegādāti no Skandināvijas, transportēšana līdz Latvijai būtiski palielina kopējās SEG emisijas. Pārvadāšana, īpaši pa jūras ceļiem, var palielināt A1–A3 fāzes SEG vairāk nekā divas reizes. Tāpēc ir svarīgi šiem materiāliem veikt transporta emisiju pārrēķinus, piemēram, izmantojot tipveida piegādes maršrūtus, lai nodrošinātu pēc iespējas precīzāku un salīdzināmu SEG novērtējumu. Granītam raksturīgais SEG vērtību diapazons dažādu frakciju un ražotāju ietvaros ir plašs, tomēr FIN katalogā norādītā vērtība (6.0 kg CO<sub>2</sub>e/t) ir vidēji nedaudz zemāka nekā vairums Norvēģijas EPD. Ņemot vērā, ka Latvijā granīts galvenokārt tiek importēts no Norvēģijas, kur faktiski katram ražotājam ir veikti EPD, tādēļ tiek rekomendēts precīzos LCA aprēķinos izmantot šos EPD datus. Kataloga vajadzībām kā vidējā vērtība tiek piedāvāts izmantot 8.0 kg CO<sub>2</sub>e/t, kas ir vidējā vērtība no apskatītajām EPD.

Tabula 4.16

**SEG emisiju salīdzinājums dažādiem minerālmateriāla veidiem**

Nr.p.k.	Materiāls	SEG kopējās (A1-A3), CO <sub>2</sub> e kg/t				
		EPD		FIN	SWE	GER
		Vērtība	Ražots		3.0	
1.	Grants, smilts	2.6	Svebølle, Dānijā	4.0		2.74
2.	Grants, smilts	3.6	Stenstrup, Dānijā	4.0		2.74
3.	Grants, smilts	4.3	Cascina Stanga, Itālijā	4.0		2.74
4.	Dolomīts 0/16, 0/22, 0/32, 0/45, 0/56, 0/63	4.89	Ballangen, Norvēģijā	4.0		8.278 (nav tiešas atbilstības)
5.	Granīts dažādas frakcijas 5/8, 8/11, 11/16, 16/22, 16/32, atsijas 0/2, atsijas 0/5	16.8	DC Seljestokken Aggregates AS, Norvēģija	6.0		
6.	Granīts 0/32	7.59		6.0		
7.	Granīts 0/16, 0/32	7.4	DC Eikefet Aggregates AS, Norvēģija	6.0		
8.	Granīts dažādas frakcijas 5/8, 8/11, 11/16, 16/22, 16/32, atsijas 0/2, atsijas 0/5	10.2		6.0		
9.	Granīts dažādas frakcijas 0/16, 0/32, 0/63	3.32	NCC Tjølling šķembu rūpnīcā, Norvēģijā	6.0		
10.	Granīts dažādas frakcijas 2/5, 4/8, 8/12, 8/16	6.02		6.0		
11.	Granīts dažādas frakcijas 0/4, 0/8	9.28		6.0		
12.	Granīts dažādas frakcijas 0/16, 0/22, 16/32	4.76	Feiring Vestfold, Norvēģija	6.0		
13.	Granīts dažādas frakcijas 16/22, 0/32, 16/22, 4/8, 0/4, 0/8	7.29		6.0		

Somijas (FIN) katalogā nav atsevišķas kategorijas *reciklēti materiāli*, bet tiek lietots jēdziens *atgūti materiāli*. Katalogā iekļauti tādi materiāli kā drupināts betons, ķieģeļi, metalurģijas izcelsmes blakusprodukti (piemēram, metalurģijas izdedži), dedzināšanas atkritumi (pelni), kā arī specifiski risinājumi, piemēram, putustikls un automašīnu riepas.

Latvijas vajadzībām būtiskāk ir izvērtēt, kādas emisijas būtu pieskaitāmas materiāliem, kas tiek pārstrādāti uz vietas esošajā ceļa segā (asfalts, minerālmateriāli), kā arī tādiem civilās būvniecības materiāliem kā betons un ķieģeļi. Ja reciklēšanas process tiek veikts būvlaukumā un iepriekš iegūtā materiāla emisijas jau ir iekļautas (vai aprēķinu robežas tās neparedz), tad materiālam tiek piemērota 0 kg CO<sub>2</sub>e/t emisiju vērtība, bet papildus jāņem vērā pārstrādes tehnikas darbības radītās emisijas. Savukārt gadījumos, kad materiāls tiek nofrēzēts un nogādāts uz asfalta rūpnīcu jauna asfalta ražošanai, materiālam papildus jāpieskaita gan nofrēzēšanas, gan transportēšanas emisijas. Kā vidēji piemērojama vērtība asfaltam un minerālmateriālam, kas tiek transportēts no viena objekta uz rūpnīcu vai citu objektu, ir 4 kg CO<sub>2</sub>e/t.

No identificētajiem EPD dokumentiem atrasti tikai divi piemēri no viena ražotāja par drupināta betona emisijām, taču to struktūra un aprēķinu robežas nav tieši salīdzināmas ar FIN kataloga pieeju. SWE un GER katalogos drupināta betona un ķieģeļu emisiju vērtības netika atrastas, un arī Latvijā vietējās izcelsmes EPD nav pieejamas. FIN katalogā tiek pieņemts, ka materiāla drupināšana uz vietas objektā nerada SEG emisijas (0 kg CO<sub>2</sub>e/t), visticamāk, šī procesa emisijas tiek iekļautas būvdarbu procesa aprēķinos. Ja drupināšana notiek specializētā pārstrādes vietā, FIN katalogā noteiktās emisijas ir 4 kg CO<sub>2</sub>e/t betonam un 6 kg CO<sub>2</sub>e/t ķieģeļiem.

Šī kataloga ietvaros ieteicams piemērot konservatīvu pieeju un gan drupinātam betonam, gan ķieģeļiem pieņemt 6 kg CO<sub>2</sub>e/t, ja pārstrāde tiek veikta ārpus objekta, savukārt 0 kg CO<sub>2</sub>e/t, ja drupināšana notiek būvlaukumā, papildus atsevišķi uzskaitot drupināšanas procesa emisijas.

Ja tiek izmantota mērvienība “uz metru”, tad SEG novērtēšanai nepieciešams definēt lielu skaitu dažādu caurteku konfigurāciju, ņemot vērā to diametru, sienas biezumu, materiālu un konstrukcijas tipu, kas būtiski apgrūtina salīdzināmību un praktisko pielietojumu. GER katalogā nav viennozīmīgi norādīts, kuras cauruļveida konstrukcijas ir paredzētas izmantošanai zem ceļiem, tāpēc to piemērošana infrastruktūras SEG analīzē ir neskaidra. Savukārt SWE Klimatkalkyl katalogā SEG emisijas ir norādītas tikai dažādiem plastmasas veidiem (PVC, PP, PE, PA, HDPE). Šī pieeja ir salīdzinoši vienkāršota, taču tā nav kļūdaina, jo būtiski atvieglo kataloga uzturēšanu un praktisku izmantošanu. Lai nodrošinātu datu salīdzināmību un vienkāršotu katalogu lietojamību, ieteicams izmantot vienotu pieeju – piemēram, SEG noteikšanu pēc svara (kg vai tonna).

Salīdzinot PP plastmasas caurteku SEG emisiju vērtības, kas pieejamas EPD dokumentos, ar Somijas (FIN) kataloga datiem, redzams, ka EPD norādītās vērtības ir būtiski zemākas – vidēji par 30–40 % – nekā FIN katalogā. Savukārt Zviedrijas (SWE) Klimatkalkyl katalogā norādītās vērtības polipropilēnam (PP), kas ir visplašāk izmantotais caurteku materiāls Latvijā, ir ļoti līdzīgas EPD datiem: EPD vērtība ir 133 kg CO<sub>2</sub>/t, bet SWE katalogā – 144 kg CO<sub>2</sub>/t. Tiek rekomendēts katalogā iekļaut pagaidām tikai PP caurtekas izmantot SWE kataloga vērtību – 144 kg CO<sub>2</sub>e/t –, neveicot dalījumu pēc diametra, bet balstoties uz materiāla svaru.

Līdzīga tendence vērojama arī betona caurtekām – EPD dokumentos minētās SEG emisijas ir zemākas nekā FIN kataloga vērtības. Tāpēc šī kataloga ietvaros tiek ieteikts pieņemt vienotu, konservatīvu SEG vērtību – 160 kg CO<sub>2</sub>e/t –, ko piemērot visām betona caurtekām neatkarīgi no to diametra, formas vai pastiprinājuma veida. Šī vērtība ir aptuveni FIN kataloga betona caurteku vērtību diapazona viduspunkts.

FIN katalogā ir pieejami vairāki barjeru tipi, tomēr to specifikācija potenciāli var atšķirties no Latvijā izmantotajām barjeru sistēmām, īpaši attiecībā uz stiprības klasēm un konstrukcijas risinājumiem. Šādas atšķirības būtiski ietekmē emisiju intensitāti un apgrūtina konsekventu SEG novērtējumu, ja salīdzinājums tiek balstīts tikai uz garuma mērvienību.

Tāpēc ieteicams veikt salīdzinājumu pēc masas (kg vai tonna), kas nodrošina vienotāku, objektīvāku un no dizaina neatkarīgu vērtēšanas pieeju. Tāpat būtu lietderīgi neizdalīt vertikālos un horizontālos elementus kā atsevišķas pozīcijas, jo EPD dokumentos tie bieži tiek apvienoti vienotā produktu grupā. GER katalogos dati par barjerām netika atrasti. Savukārt Zviedrijas (SWE) Klimatkalkyl kataloga vērtības šajā kontekstā rada neskaidrības, jo emisijas norādītas kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>, nepaskaidrojot, kāds ir izmantotais blīvums vai materiāla svars. Šī iemesla dēļ attiecīgās SWE vērtības šeit netika tālāk analizētas.

Salīdzinot Somijas (FIN) kataloga SEG emisiju vērtību 2640 kg CO<sub>2</sub>e/t ar EPD dokumentos norādīto diapazonu (2330–2670 kg CO<sub>2</sub>e/t), redzams, ka FIN vērtība atrodas šajā intervālā, tomēr tā pozicionējas konservatīvākajā robežas daļā. Līdz ar to šī kataloga vajadzībām tiek rekomendēts izmantot tieši FIN kataloga vērtību, kas nodrošina piesardzīgu un vienlaikus praktiski pielietojamu pieeju. Emisiju norādīšana uz materiāla tonnu ļauj izvairīties no nepieciešamības detalizēti dalīt vērtības uz vienu metru atkarībā no barjeru augstuma vai tipa, kas praksē bieži vien nav vienkārši izsekojams un būtiski neietekmē gala SEG aprēķinus.

Stiegru SEG vērtību precizitāti ierobežo pieejamais EPD klāsts, kas bieži nav pieejams visiem diametriem un produktiem. FIN katalogā visiem parastajiem stiegrojuma diametriem tiek piemērota vienota SEG emisiju vērtība uz tonnu, un šāda vienkāršota pieeja ir praktiska un piemērota arī Latvijas kataloga vajadzībām.

EPD dokumentos parastā stiegrojuma SEG emisiju vērtības svārstās plašā diapazonā – no 368 līdz 1570 kg CO<sub>2</sub>e/t, tomēr lielākā daļa koncentrējas ap 400–450 kg CO<sub>2</sub>e/t. Izšķirošais faktors ir otrreizējā metāla īpatsvars, kura ietekme uz gala emisijām var būt vairākas reizes. Salīdzinājumam Somijas (FIN) katalogā norādītā vērtība ir 560 kg CO<sub>2</sub>e/t, kas liecina, ka arī šeit, visticamāk, ir ņemts vērā augsts otrreizējā materiāla īpatsvars stiegrojumā. Tādēļ šī kataloga vajadzībām tiek rekomendēts izmantot tieši FIN kataloga vērtību, kas nodrošina konservatīvu, bet vienlaikus ticamu pieeju.

Iepriekš spriegotam tēraudam SEG emisiju vērtības EPD dokumentos atrodas 1360–1680 kg CO<sub>2</sub>e/t diapazonā, bet FIN katalogā šai grupai tiek norādīta vēl augstāka vērtība – 1830 kg CO<sub>2</sub>e/t. Arī šajā gadījumā tiek rekomendēts izvēlēties FIN kataloga vērtību.

Ideālā gadījumā tomēr būtu jāizmanto aktuālās produkta EPD vērtības, jo potenciālā ietekme otrreizēja materiāla īpatsvaram ir milzīga. Tas vienlaikus arī veicinātu stiegrojuma ar augstu otrreizējā materiāla saturu atkārtotu izmantošanu un ilgtspējīgu resursu apriti.

#### **4.2.5. Materiālu transporta SEG**

Tabulā apkopoti biežāk izmantoto ceļu būvniecības un piegādes transportlīdzekļu veidi, to vidējais degvielas patēriņš, kravnesība un SEG emisiju koeficients no viena litra dīzeļdegvielas. Tajā iekļauti gan universālie kravas auto (platformas, manipulatori, furgoni), kas tiek izmantoti, piemēram, bruģa, apmaļu vai citu nelielu konstrukciju transportēšanai, gan specializētie transportlīdzekļi – pašizgāzēji (tipper trucks) un vilcēji ar puspiekabi (semi-trailer trucks), kas parasti nodrošina materiālu (piemēram, šķembu, asfalta vai smilts) pārvadāšanu lielos apjomos. Kā vienots SEG aprēķina pamats izmantots 2.97 kg CO<sub>2</sub>e/l dīzeļdegvielai, kas ir saskaņā ar Somijas FIN kataloga pieeju.

Lai salīdzinātu autora sākotnējos SEG aprēķinus ar FIN kataloga sniegtajām vērtībām, tika veikts vienkāršots modelējums, pieņemot 100 km transportēšanas distanci un tipisku minerālmateriālu kravas apjomu: 15 tonnas kravas automašīnai, 16 tonnas pašizgāzējam un 24 tonnas vilcējam ar puspiekabi. SEG emisiju aprēķinos izmantots dīzeļdegvielas emisijas koeficients 2.97 kg CO<sub>2</sub>e/l, kas atbilst FIN katalogā norādītajai vērtībai. Rezultāti rāda, ka

autora aprēķinātās SEG emisijas (kg CO<sub>2</sub>e/tkm) ir gandrīz identiskas FIN kataloga vērtībām kravas auto pozīcijā, bet zemākas pašizgāzēja un vilcēja ar puspiekabi gadījumos.

Šādas atšķirības galvenokārt izskaidrojamas ar atšķirīgiem pieņēmumiem aprēķinu pieejā. Autors savā vienkāršotajā pieņēmumā izmanto vienotu degvielas patēriņa rādītāju visam maršrutam (turp un atpakaļ), neievērtējot atšķirības, ko rada braukšana bez kravas vai kravas svara ietekme uz patēriņu. Savukārt FIN katalogā šie aspekti tiek detalizēti atdalīti – turpceļa un atpakaļceļa emisijas tiek modelētas atsevišķi, un tiek ņemta vērā kravas masas ietekme uz patēriņu. Kopumā FIN kataloga metodika ir uzskatāma par niansētāku un metodoloģiski pamatotāku, un tās pielietošana var būt vērtīga arī turpmākajos aprēķinos. Aprēķinu veikšanai sauszemes transporta tika pieņemta autora vienkāršotā pieeja.

Nākamajā tabulā iekļautas arī SEG emisijas no jūras beramkravu transportēšanas. Tā kā šī pētījuma ietvaros nav veikti atsevišķi aprēķini jūras transporta emisijām, tiek pieņemtas FIN kataloga norādītās vērtības kā reprezentatīvas. Tās ietver gan beramkravu kuģu, gan konteinerkuģu emisiju koeficientus

Tabula 4.17

#### SEG emisiju salīdzinājums dažādiem transportlīdzekļiem

Transportlīdzeklis	Degvielas patēriņš, l/100 km	Kravnesība, t	Ārpus pilsētas vide		Pilsētas vide	
			Autora SEG, CO <sub>2</sub> ekv. kg/tkm	FIN kataloga SEG, CO <sub>2</sub> ekv. kg/tkm	Autora SEG, CO <sub>2</sub> ekv. kg/tkm	FIN kataloga SEG, CO <sub>2</sub> ekv. kg/tkm
Kravas auto (platformas, manipulatora, furgona)	20-40	≤24	74.3	71.3	104.0	101.5
Pašizgāzējs (tipper truck)	20-40	≤16	74.3	76.3	104.0	129.4
Vilcējs ar puspiekabi (semi-trailer truck)	30-50	≤24	89.1	99.3	133.7	162.0

Tabula 4.18

#### SEG emisijas beramkravu kuģim pēc FIN kataloga pieejas

Transportlīdzeklis	Degvielas patēriņš, l/100 km	Kravnesība, t	FIN kataloga SEG, CO <sub>2</sub> ekv. kg/tkm
Konteineru kuģis, (1000 kont)	-	-	0.045
Jūras transports, beramkravu kuģis, vidēja izmēra	-	-	0.013

#### 4.2.6. Būvniecības procesa SEG

Būvniecības procesa SEG emisiju aprēķins ir sarežģīts un daudzslāņains, jo darbus objektā neveic tikai tehnika – bieži vien būtisku daļu veido arī roku darbs vai darbības, kuras



nav tieši kvantificējamas ar tehnikas patēriņu vien. SEG emisiju rādītāju precizitāti īpaši ietekmē objekta apjoms: mazākos projektos darba stundu skaits nereti ir relatīvi liels, lai gan veikto darbu apjoms ir mazs, kas var radīt būtiski nepilnīgas emisiju aplēses. Turklāt būvmašīnām SEG parasti tiek izteikts uz vienu darba stundu (kg CO<sub>2</sub>e/h), taču reālais degvielas patēriņš var mainīties atkarībā no tehnikas jaudas izmantošanas intensitātes un darba režīma.

Veicot salīdzinājumu starp autora izmantotajiem SEG datiem un FIN kataloga vērtībām, redzams, ka atšķirības starp iekārtu veidiem ir mainīgas. Piemēram, frontālajam iekrāvējam autora aprēķinātās emisijas ir par aptuveni 28 % augstākas nekā FIN katalogā, savukārt veltnim tās ir nedaudz zemākas. Lai gan emisiju atšķirības nav būtiskas, tomēr būtu lietderīgi veikt Latvijā biežāk izmantoto būvmašīnu SEG aprēķinus, balstoties uz faktiskajiem ekspluatācijas apstākļiem. Tas ļautu nodrošināt emisiju rādītāju atbilstību vietējai situācijai un uzlabotu aprēķinu ticamību ilgspējas novērtējumos un būvobjektu emisiju analizēs. Aprēķinu veikšanai tika pieņemts, ka minimālais tehnikas izmantošanas laiks ir viena stunda.

Tabula 4.19

### SEG dažādām būvmašīnām

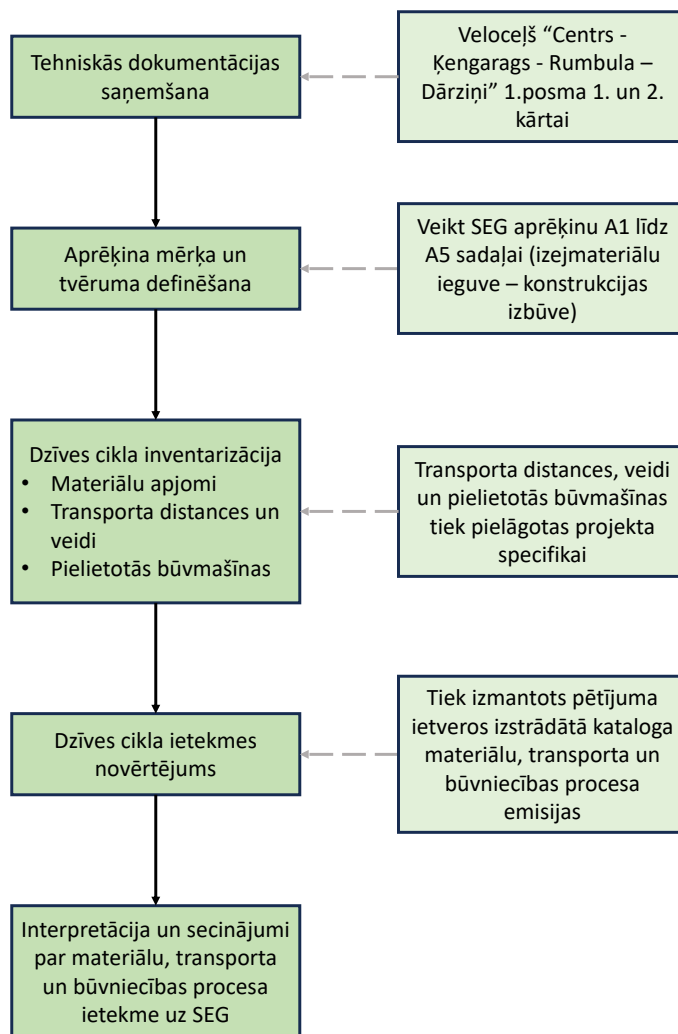
Iekārta	Produktivitāte, t/h	SEG, CO <sub>2</sub> e kg/h	
		Autora SEG aprēķins	FIN
Frontālais iekrāvējs	65.0	48.6	38.0
Buldozers	150.0	44.6	44.0
Asfalta ieklājējs	120.0	49.2	44.0
Veltnis	60.0-120.0	25.9	28.0
Frēze	100.0	148.5	145.0

#### 4.2.7. SEG emisiju aprēķins veloceļam

Projekta nodevuma izpildei tika saņemta tehniskā dokumentācija par veloceļu “Centrs - Ķengarags - Rumbula – Dārziņi” 1.posma 1. un 2. kārtu ar mērķi veikt SEG aprēķinu (skat. novietojumu kartē 4.2.att.). Plānotā SEG aprēķinu veikšanas plūsmas diagramma redzama 4.3. attēlā. Pēc tehniskās dokumentācijas saņemšanas tiek uzsākts aprēķina process, kas ietver vairākus būtiskus soļus: aprēķina mērķa un tvēruma definēšanu, dzīves cikla inventarizāciju (LCI), dzīves cikla ietekmes novērtēšanu (LCIA), kā arī rezultātu interpretāciju un secinājumu izdarīšanu. Šie posmi nodrošina sistemātisku pieeju SEG emisiju analīzei būvniecības projektā.



4.2. att. Veloceliņa novietojums kartē.



4.3. att. SEG aprēķinu veikšanas plūsmas diagramma.

#### 4.2.8. Dzīves cikla inventarizācija (LCI)

LCI posmā tiek apkopoti visi būtiskie dati, kas vēlāk kalpo par pamatu SEG emisiju aprēķiniem dzīves cikla novērtējumā. Šie dati ietver konkrētas būvniecības izmaksu pozīcijas, piemēram, konstrukciju vai segumu veidu, darba apjomu, izmantoto transporta veidu un attālumu, kā arī būvmašīnas, kas nepieciešamas materiālu iestrādei. Transporta attālumi ir pielāgoti konkrētā projekta faktiskajām piegādes vajadzībām, balstoties uz reģionāliem pieņēmumiem (piemēram, attālumi līdz tuvākajiem karjeriem, ražotājiem vai ostām). Analizējot būvniecības darbus, redzams, ka ievērojama daļa tiek veikta nevis ar specializētu tehniku, bet manuāli, kas tiešā veidā samazina tehnikas ekspluatācijas radītās emisijas un neļauj iegūt precīzu SEG aprēķinu.

Tabula 4.20

#### Iekļaujamās materiālu pozīcijas no DDS, materiālu transportēšanas veids un distance

Izmaksu pozīcija	Darba nosaukums	Mērvienība	Darba daudzums	Transporta veids un transportēšanas distance	Iestrādei izmantotās būvmašīnas
<b>1. posms</b>					
3.1.1	Nepastiprinātas salizturīgās kārtas būvniecība	m <sup>3</sup>	62,0	Vilcējs ar puspiekabi 50 km	Frontālais iekrāvējs, veltnis
3.2.1	Nesaistītu minerālmateriālu pamata nesošās kārtas būvniecība	m <sup>3</sup>	29,0	Vilcējs ar puspiekabi 50 km	Frontālais iekrāvējs, veltnis
3.3.1	Betona bruģa seguma būvniecība 8 cm biežumā	m <sup>2</sup>	25,0	Kravas auto 40 km	-
3.3.4	Betona bruģa seguma būvniecība 8 cm biežumā 30x30x8 cm (taktīlās vadlīnijas 30 cm platumā, krāsa - balta)	m <sup>2</sup>	3,0	Kravas auto 40 km	-
3.3.5	Betona bruģa seguma būvniecība 8 cm biežumā 30x30x8 cm (taktīlās brīdinošās joslas 60 cm platumā un vadlīniju krustpunkti 60x60 cm, krāsa - balta)	m <sup>2</sup>	31,0	Kravas auto 40 km	-
3.4.1	Dabīgā (kaltā) akmens bruģa seguma būvniecība 8 cm biežumā	m <sup>2</sup>	13,0	Jūras transports 1500 km + kravas auto 40 km	-
4.1.1	Karstā asfalta dilumkārtas AC 8 surf būvniecība 3 cm biežumā	m <sup>2</sup>	135,0	Vilcējs ar puspiekabi, 40 km	Ieklājējs, veltnis
4.1.2	Karstā asfalta apakškārtas AC 11 surf būvniecība 3 cm biežumā	m <sup>2</sup>	135,0	Vilcējs ar puspiekabi 40 km	Ieklājējs, veltnis
5.1.1	Betona apmales 100x20x8 cm uzstādīšana	m	137,0	Kravas auto 40 km	-
5.1.2	Granīta apmales 100x22x15 cm uzstādīšana	m	16,0	Jūras transports 1500 km + kravas auto 40 km	-
5.1.3	Granīta apmales 100x30/22x15 cm uzstādīšana	m	7,0	Jūras transports 1500 km + kravas auto 40 km	-
<b>2. posms</b>					
3.1.1	Nepastiprinātas salizturīgās kārtas būvniecība	m <sup>3</sup>	1197,0	Vilcējs ar puspiekabi 50 km	Frontālais iekrāvējs, veltnis

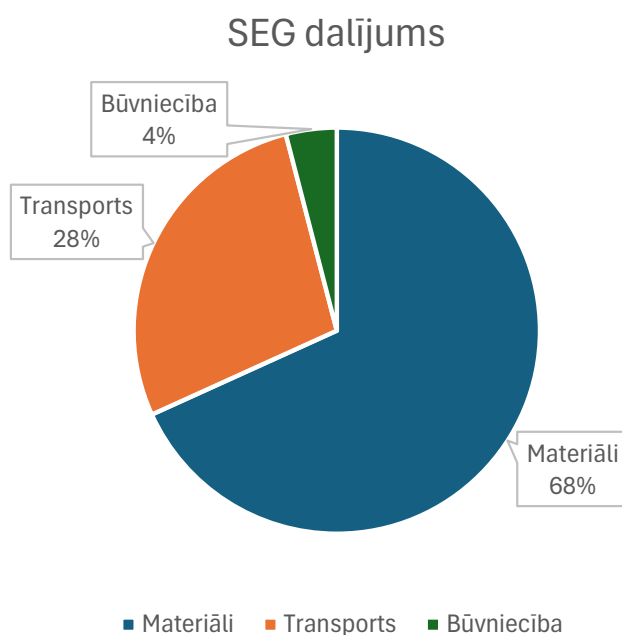
<b>Izmaksu pozīcija</b>	<b>Darba nosaukums</b>	<b>Mērvienība</b>	<b>Darba daudzums</b>	<b>Transporta veids un transportēšanas distance</b>	<b>Iestrādei izmantotās būvmašīnas</b>
3.2.1	Nesaistītu minerālmateriālu pamata nesošās kārtas būvniecība	m <sup>3</sup>	555,0	Vilcējs ar puspiekabi 50 km	Frontālais iekrāvējs, veltnis
3.3.1	Betona bruģa seguma būvniecība 8 cm biežumā	m <sup>2</sup>	599,0	Kravas auto 40 km	-
3.3.4	* Betona bruģa seguma būvniecība 8 cm biežumā 30x30x8 cm (taktīlās vadlīnijas 30 cm platumā, krāsa - balta)	m <sup>2</sup>	70,0	Kravas auto 40 km	-
3.4.1	Dabīgā (kaltā) akmens bruģa seguma būvniecība 8 cm biežumā	m <sup>2</sup>	156,0	Jūras transports 1500 km + kravas auto 40 km	-
4.1.1	Karstā asfalta dilumkārtas AC 8 surf būvniecība 3 cm biežumā	m <sup>2</sup>	1798,0	Vilcējs ar puspiekabi 40 km	Ieklājējs, veltnis
4.1.2	Karstā asfalta apakškārtas AC 11 surf būvniecība 3 cm biežumā	m <sup>2</sup>	1798,0	Vilcējs ar puspiekabi 40 km	Ieklājējs, veltnis
4.1.3	Karstā asfalta dilumkārtas AC 11 surf būvniecība 4 cm biežumā	m <sup>2</sup>	436,0	Vilcējs ar puspiekabi 40 km	Ieklājējs, veltnis
4.1.4	Karstā asfalta apakškārtas AC 16 base/bin būvniecība 6 cm biežumā	m <sup>2</sup>	436,0	Vilcējs ar puspiekabi 40 km	Ieklājējs, veltnis
5.1.1	Granīta apmales 100x22x15 cm uzstādīšana	m	31,0	Jūras transports 1500 km + kravas auto 40 km	-
5.1.2	Betona apmales 100x20x8 cm uzstādīšana	m	1596,0	Kravas auto 40 km	-
5.1.3	Betona apmales 100x20x8 cm uzstādīšana - slīpā, skatīt CD-4 rasējumos	m	165,0	Kravas auto 40 km	-
5.1.4	Granīta apmales 100x30x15 cm uzstādīšana	m	489,0	Jūras transports 1500 km + kravas auto 40 km	-
5.1.5	Granīta apmales 100x30/22x15 cm uzstādīšana	m	15,0	Jūras transports 1500 km + kravas auto 40 km	-

#### 4.2.9. Dzīves cikla ietekmes novērtējums (LCA)

##### Kopējais emisiju aprēķins

LCIA posmā tiek aprēķināts, kāda ir materiālu, transporta un būvmašīnu patēriņa ietekme uz vidi – šī pētījuma ietvaros tiek vērtētas SEG emisijas. Apkopotie dati no iepriekšējā inventarizācijas (LCI) posma tiek pārvērsti SEG ietekmes novērtēšanai, kas ir oglekļa dioksīda ekvivalentos (CO<sub>2</sub>e). Novērtējums aptver būvniecības cikla posmus A1–A5, kas ietver materiālu ieguvī, ražošanu, transportēšanu un būvniecība. Demontāžas darbi šajā gadījumā nav iekļauti, jo izmantotais aprēķinu katalogs konkrētā projekta demontāžas darbus nenosedz. LCIA rezultāti ļauj salīdzināt dažādas tehniskās alternatīvas, piemēram, materiālu izvēli vai piegādes loģistiku, ņemot vērā to radīto SEG slodzi.

LCIA CO<sub>2</sub> ekv. dalījums trīs galvenās SEG emisiju komponentes: materiāli, transports un būvniecības process redzams 4.4. attēlā. Kā redzams attēlā, lielāko daļu emisiju veido materiāli – tie rada 68% no kopējā CO<sub>2</sub> ekvivalenta daudzuma. Transports ir otra nozīmīgākā pozīcija ar 28%, savukārt būvniecības darbi rada salīdzinoši nelielu daļu – tikai 4% no kopējām emisijām. Tas skaidri parāda, ka galvenie SEG emisiju avoti slēpjas pirms būvlaukuma posma – izejmateriālu ražošanā un to piegādē.

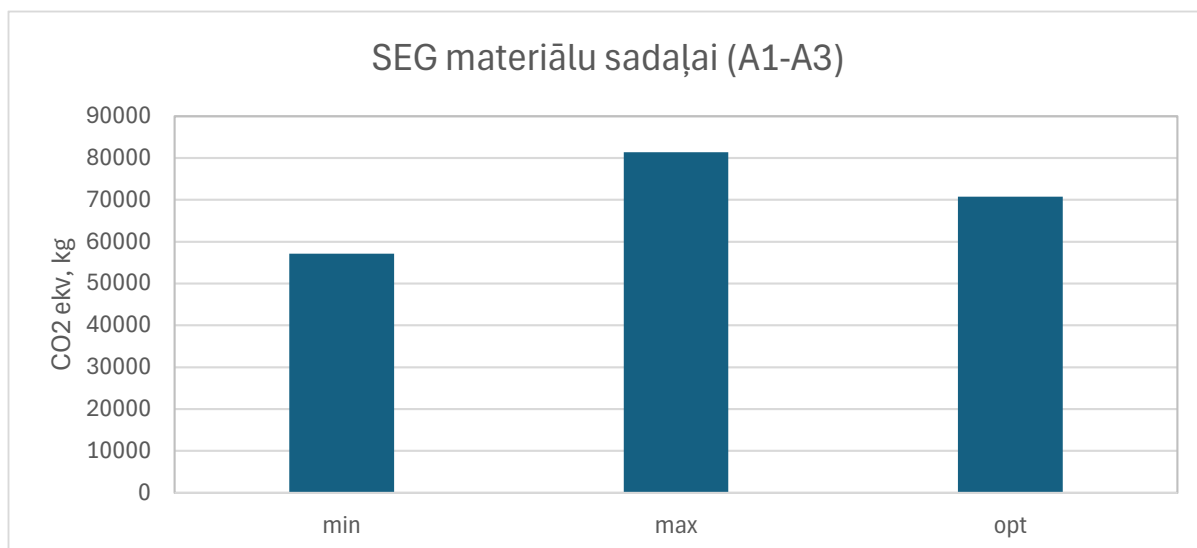


4.4. att. SEG emisiju sadalījums pa procesiem.

##### Emisiju apjoms pie dažādiem datu izvēles scenārijiem

4.5. attēlā attēlotas CO<sub>2</sub> ekv. emisijas (kg) trīs dažādos scenārijos atkarībā no izmantoto materiālu SEG vērtībām: minimālajā (min), maksimālajā (max) un optimālajā (opt). Min scenārijā iekļautas zemākās no pieejamajām SEG vērtībām katram materiālam, savukārt max scenārijā izmantotas augstākās iespējamās vērtības. Optimālais scenārijs balstās uz autora izvērtējumu, kas uzskatāms par līdzsvarotu un praktiski piemērojamu risinājumu.

Redzams, ka emisiju starpība starp min un max pieeju sasniedz gandrīz 25 000 kg CO<sub>2</sub> ekv., kas ilustrē būtisko ietekmi, kāda ir izmantoto datu izvēlei. Optimālā pieeja ar aptuveni 71 000 kg CO<sub>2</sub> ekv. iekļaujas šajā diapazonā un var kalpot kā reprezentatīva SEG vērtība izvērtējumam. Šis grafiks apliecina nepieciešamību pēc konsekventas metodoloģijas un pārdomātas datu izvēles materiālu SEG aprēķinos.



4.5. att. SEG materiālu emisijas pie min, max un opt emisiju izvēles.

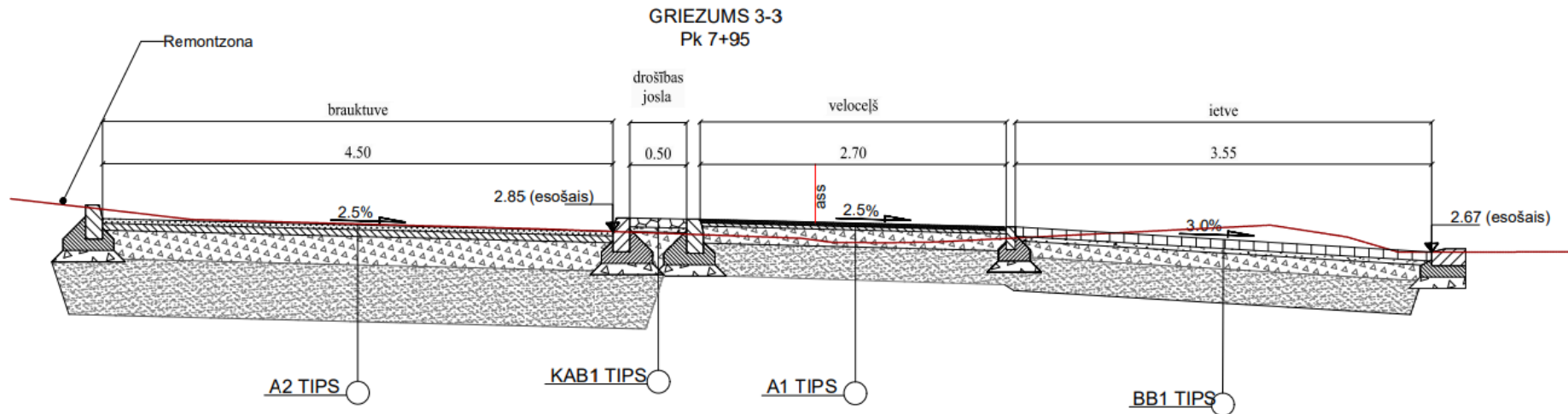
Tika veikts salīdzinājums transporta SEG emisiju salīdzinājuma uz 1 tonnu materiāla granīta apmale vs betona apmalei. DDS minētie materiāli nav tieši salīdzināmi, bet aprēķina nolūkos tie ir izmantojami. Granīta apmales transportēšana no Norvēģijas uz Latviju (aptuvenš pieņēmums 1500 km pa jūru un 40 km pa sauszemi) rada aptuveni 70.3 kg CO<sub>2</sub>e/t, savukārt vietēji transportētām betona apmalēm (40 km pa sauszemi) emisijas sasniedz vien 4.5 kg CO<sub>2</sub>e/t. Tas nozīmē, ka granīta apmales loģistikas emisijas ir vairāk nekā 15 reizes augstākas nekā betona apmalēm. Potenciāli emisijas granīta apmalei varētu būt mazākas, ja transportēts tiek izejmateriāls (granīts) vai arī transportēšanas distance ir mazāka, piemēram, no Somijas.

Šī būtiskā atšķirība apliecina, ka transporta posms var ievērojami ietekmēt kopējo SEG slodzi, īpaši gadījumos, kad materiāli tiek importēti. Tāpēc materiālu izcelsmes un piegādes attāluma izvērtēšana ir būtiska daļa no ilgtspējīgas infrastruktūras plānošanas.







#### **Emisiju dažādām projektā pielietotajām segas konstrukcijām.**

4.6. attēlā redzams projekta griezumš, kurā attēlotas dažādas segas konstrukciju zonas – brauktuve, veloceļš, ietve un drošības josla. Katram no šiem elementiem ir paredzēts savš konstrukcijas tips (A1, A2, BB1, KAB1), kas atšķiras gan pēc seguma materiāliem, gan pēc biežumiem un slāņu kombinācijām. Piemēram, veloceļam paredzētais A1 tips ir vieglāks risinājums ar divām asfaltbetona kārtām, bet ietvei izmantots BB1 tips ar betona bruģa segumu. Drošības joslai savukārt izvēlēts KAB1 tips ar kalto granīta bruģi un brauktuvei paredzēts A2 tips ar 10 cm asfalta segumu un biežām apakškārtām.

Katram segas konstrukcijas tipam tika aprēķināts CO<sub>2</sub> ekvivalents uz 1 m<sup>2</sup>, lai ilustrētu iespējamo SEG apjoma atšķirību starp dažādām konstrukcijām. Rezultāti rāda, ka vismazākais SEG apjoms rodas A1 tipam (16,6 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>), kas paredzēts veloceļam, savukārt vislielākais – BB1 tipam (37,6 kg CO<sub>2</sub>e /m<sup>2</sup>), kas raksturīgs bruģētajai ietvei. Brauktuvei paredzētais A2 tips uzrāda 27,8 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>, bet drošības joslas KAB1 tips – 22,1 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>. Neskatoties uz to, ka brauktuves konstrukcijā tiek izmantoti būtiski lielāki materiālu apjomi, tieši bruģētā ietve, dēļ betona bruģa augstajām emisijām (135 kg CO<sub>2</sub>e/t), uzrāda vislielākās SEG emisijas.



**SEGAS KONSTRUKCIJAS TIPI**

<p><b>A1</b> (velocelš)</p>  <p>3 cm karstais asfaltbetons AC 8 surf 3 cm karstais asfaltbetons AC 11 surf 15 cm nesaistītu minerālmateriālu pamata nesošā kārtā min. 30 cm nepastiprināta salizturīgā kārtā - sablīvēta esošā smilts kārtā vai grunts</p>
<p><b>A2</b> (brauktuve)</p>  <p>4 cm karstais asfaltbetons AC 11 surf 6 cm karstais asfaltbetons AC 16 base/bin 25 cm nesaistītu minerālmateriālu pamata nesošā kārtā 50 cm nepastiprināta salizturīgā kārtā - sablīvēta esošā smilts kārtā vai grunts</p>
<p><b>BB1</b> (gājēju ietve)</p>  <p>8 cm betona bruģa segums 4 cm izlīdzinošā starpkārta (granīta izsijas) 14 cm nesaistītu minerālmateriālu pamata nesošā kārtā min. 30 cm nepastiprināta salizturīgā kārtā - sablīvēta esošā smilts kārtā vai grunts</p>
<p><b>KAB1</b> (drošības josla)</p>  <p>8 cm kaltā granīta bruģa segums 4 cm izlīdzinošā starpkārta (granīta izsijas) 14 cm nesaistītu minerālmateriālu pamata nesošā kārtā min. 30 cm nepastiprināta salizturīgā kārtā - sablīvēta esošā smilts kārtā vai grunts</p>
<p> 10 cm apzaļumošana (NN-3)</p>
<p> - uzbērums grunts</p>

Segas konstrukcijas tips	kg CO <sub>2</sub> e, /m <sup>2</sup>
A1	16,6
A2	27,8
BB1	37,6
KAB1	22,1

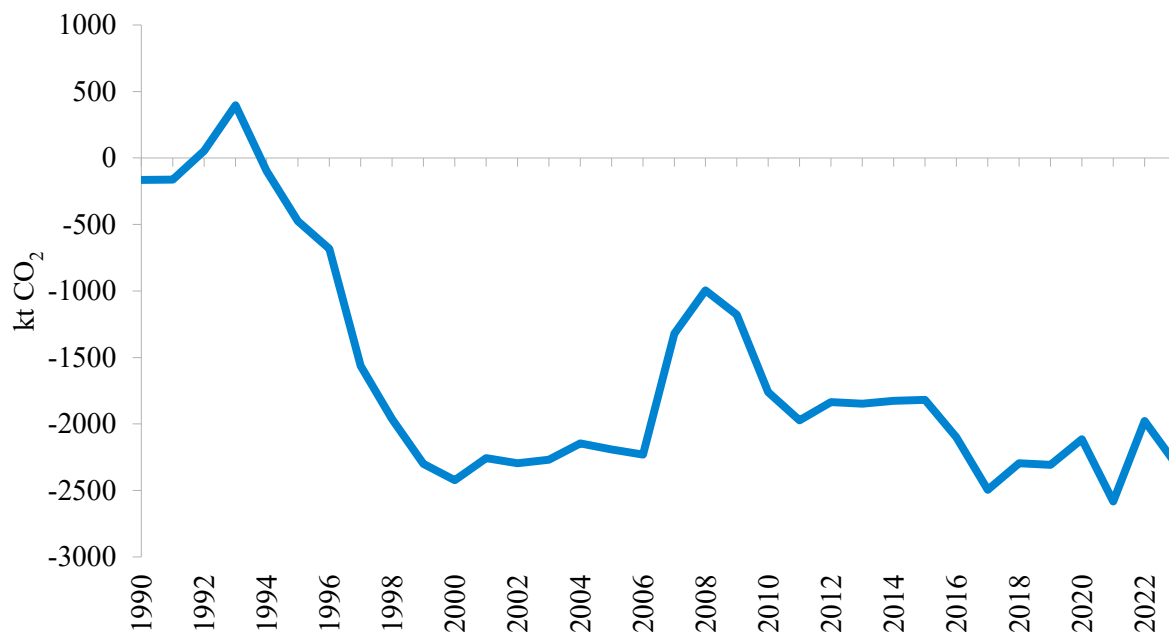
4.6. att. Griezums no projekta, segas konstrukcijas tipi un SEG apkopojums šiem tiptiem.



### 4.3. Koksnes produktu oglekļa aprēķins SEG inventarizācijas sistēmā (LVMI “Silava”)

#### 4.3.1. Kategorijas apraksts SEG inventarizācijas sistēmā

Kategorija “Koksnes produkti ilgstošai lietošanai” (HWP) ir nozīmīgs oglekļa dioksīda (CO<sub>2</sub>) piesaistes pamatavots. Neto emisijas no koksnes produktu kategorijas 2023. gadā bija – 2299,59 kt CO<sub>2</sub>. Neto emisiju dinamika pārskata periodā parādīta 4.7. attēlā. Piesaistes palielinājums koksnes produktu kategorijā iepriekšējā desmitgadē saistāms ar pieaugošo koksnes ieguves intensitāti un progresīvāku kokmateriālu pārstrādes tehnoloģiju ieviešanu. Aprēķinos tiek izmantota B1 pieeja (ražošanas pieeja).



4.7. att. Neto emisijas no koksnes produktu kategorijas laika periodā 1990-2023 (kt CO<sub>2</sub>).

Neto emisijas, kas rodas koksnes produktu ražošanas rezultātā, aprēķinātas atbilstoši metodikai, kas noteikta 2013. gada IPCC Kioto protokola papildinājumā (Hiraishi et al., 2013). Aprēķinā ietverti pieņēmumi par koksnes produktu ražošanu, eksportu un importu no 20. gadsimta sākuma (Rüter, 2011). CO<sub>2</sub> emisijas, kas saistītas ar apaļkoku ieguvei atmežotās zemēs, tiek uzrādītas, izmantojot tūlītējas oksidācijas metodi. Saskaņā ar uzskaites nosacījumu maiņu no 2025. gada plānota koksnes produktu, kas ražoti no atmežotajās platībās iegūtās koksnes, iekļaušana SEG emisiju un CO<sub>2</sub> piesaistes uzskaitē atbilstoši Starpvalstu Klimata pārmaiņu padomes (IPCC) 2006. gada vadlīnijām (Eggleston et al., 2006). Atbilstoši IPCC 2006. gada vadlīnijām Latvija iekļauj CO<sub>2</sub> piesaistes uzskaitē Latvijā savāktās reciklētās papīra un kartona izejvielas, neatkarīgi no to izcelsmes valsts. Latvija neietver CO<sub>2</sub> piesaistes uzskaitē koksnes produktus, kas var būt saražoti no Latvijā iegūtiem un eksportētiem apaļajiem kokmateriāliem, tajā skaitā papīrmalkas. Šī pieeja ir diskutabla, jo saskaņā ar 2019. gada IPCC vadlīnijām (Buendia et al., 2019) iespējama arī tāda interpretācija, ka piesaistēs iekļauj arī eksportētos apaļos kokmateriālus, pieņemot, ka tos pārstrādā koksnes produktos, tāpat kā tas notiek apaļo kokmateriālu izcelsmes valstī, lai gan šādu pieeju ir grūti pielietot, piemēram, attiecībā uz papīrmalku, ja apaļo kokmateriālu izcelsmes valstī nenotiek celulozes vai papīra ražošana.

### 4.3.2. Metodoloģiskie aspekti

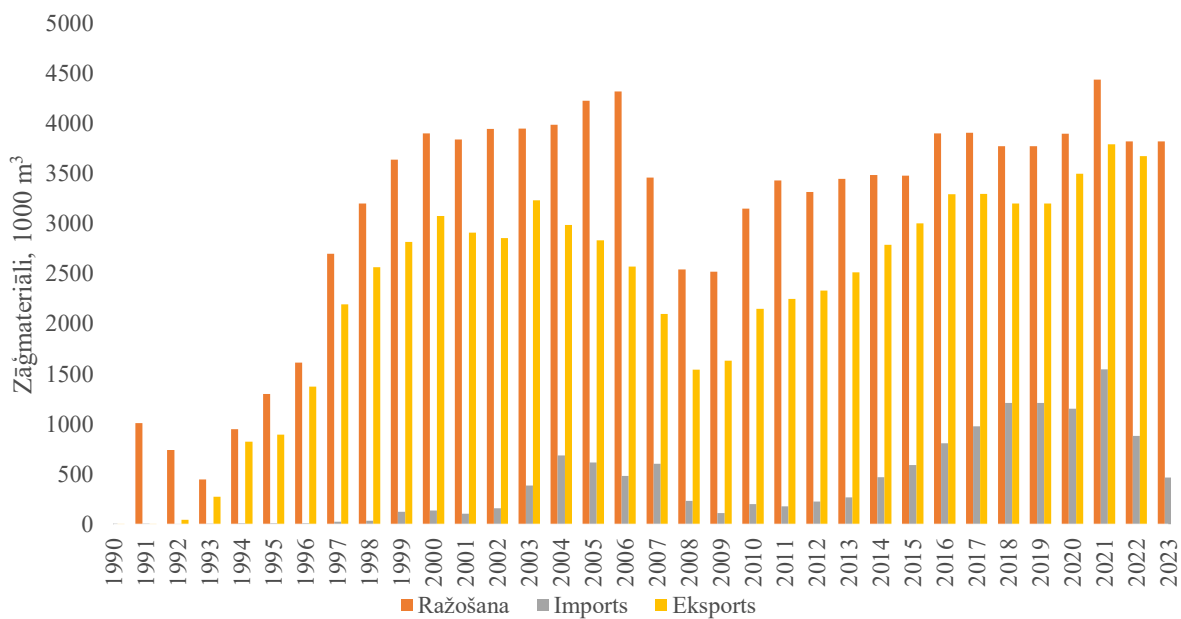
Neto emisijas no koksnes produktiem aprēķinātas saskaņā ar Rüter (2011) izstrādāto metodiku, kas atbilst B1 pieejai ETF platformas CRT tabulās. Šī metodika atbilst 2. līmenim (Tier 2) saskaņā ar IPCC 2006. gada vadlīnijām, jo aprēķinos izmanto valstij specifiskus koksnes produktu ražošanas, eksporta un importa statistikas pārskatu datus un zinātniskajā periodikā pieejamus pārrēķinu koeficientus (Hiraishi et al., 2013). Aprēķinos izmantotas trīs galvenās koksnes produktu grupas – zāģmateriāli, uz koksnes bāzes veidoti paneļi un papīrs un kartons, ar detalizētāku produktu iedalījumu Tab. 4.21 (atbilstoši IPCC vadlīniju SEG emisiju uzskaitē atbilstoši Kioto protokola prasībām papildinājuma 2.8.1. tabulai).

Tabula 4.21

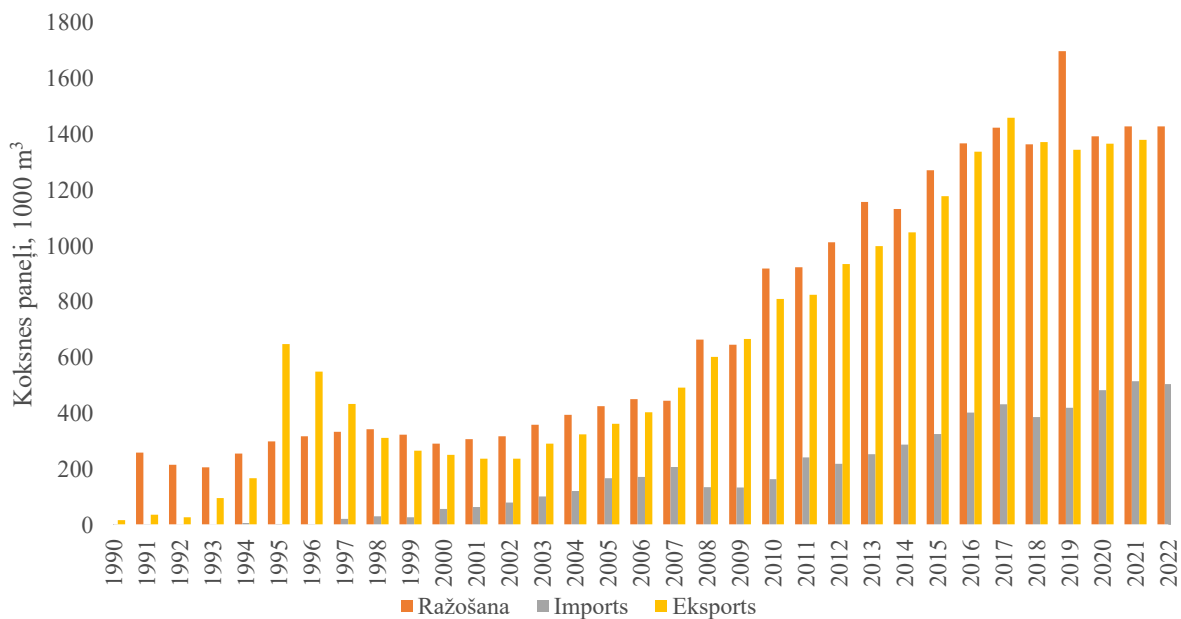
#### Koksnes produktu kategorijas un to apakškategorijas

Koksnes produktu kategorijas	Koksnes produktu apakškategorijas
Zāģmateriāli	Skujkoku zāģmateriāli
	Cietkoksnes (lapu koku) zāģmateriāli
Uz koksnes bāzes veidoti paneļi	Cietās šķiedru plātnes (HDF)
	Siltumizolācijas plātnes (citas plātnes, LDF)
	Saspiestās šķiedru plātnes
	Vidējas blīvuma šķiedru plātnes (MDF)
	Skaidu plātnes
	Saplāksnis
	Finiera loksnes
Papīrs un kartons	–

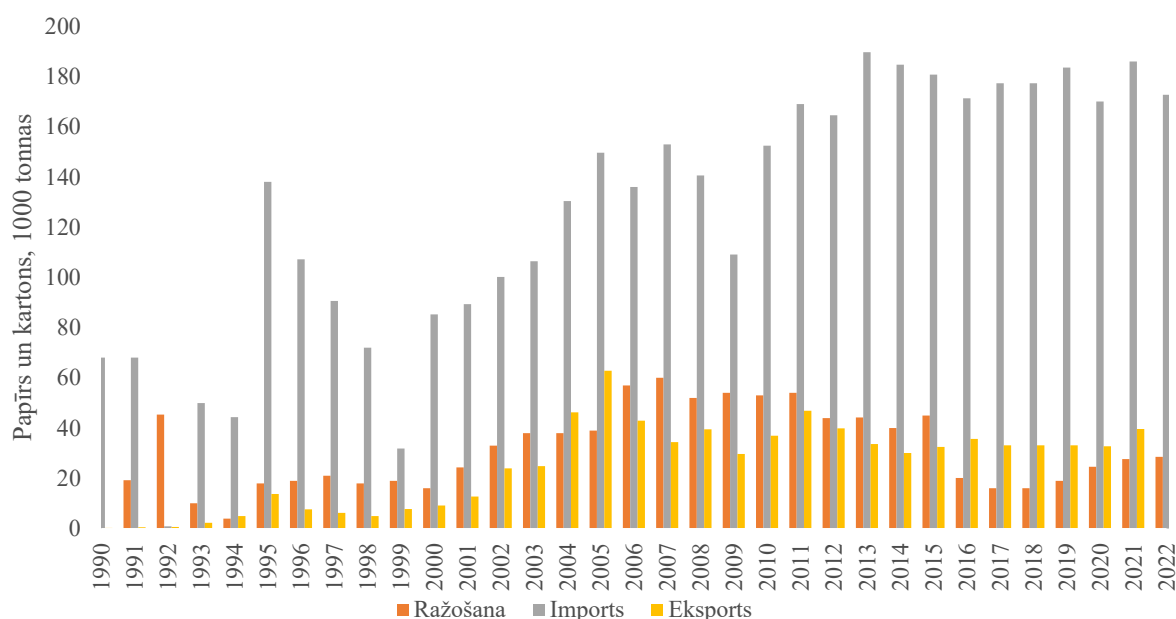
Aprēķini balstīti uz mežizstrādes statistiku, ko apkopo Valsts meža dienests (VMD) attiecībā uz vēsturiskajiem komerciālajiem cirsmu apjomiem (1990.–2011. gads), un uz datiem no Nacionālās meža inventarizācijas (NFI), sākot no 2012. gada, kā arī uz ražošanas statistiku no FAOSTAT un EUROSTAT (attēli 4.8, 4.9, un 4.10).



4.8. att Zāģmateriālu ražošana, imports un eksports 1990.–2023. gadā (1000 m<sup>3</sup>)



4.9. att. Koksnes plātņu ražošana, imports un eksports 1990.–2023. gadā (1000 m<sup>3</sup>)



4.10. att. Papīra un kartona ražošana, imports un eksports 1990.–2023. gadā (1000 tonnas)

Dati par produkcijas apjomu un importu 1990.-1991. gadam aprēķināti kā vidējā vērtība no pirmajiem pieciem pieejamajiem statistikas gadiem (1992.–1996. gads). Eksporta dati par 1990.-1991. gadu iegūti, izmantojot lineāru funkciju zāģmateriāliem un eksponenciālu funkciju koksnes plātņu grupai; funkcijas atvasinātas no 1992.–1996. gada datiem.

MRM dati par cirsma apjomu validēti, salīdzinot atjaunošanas cirtes platības, kas reģistrētas VMD un MRN datos. Aprēķinos tiek iekļauta tikai lokāli iegūta koksne.

Aprēķiniem pirms 1990. gada, izmantoti Rüter (2011) izstrādātie pieņēmumi, attiecinot uz visu periodu līdz 20. gadsimta sākumam, 1992.-1996. gada vidējie koksnes produktu ieneses rādītāji. Šāda pieeja, iespējams, būtiski pārspīlē oglekļa ienesi koksnes produktu krātuvē laika posmā pirms 1990. gada. Saskaņā ar IPCC vadlīnijām (Eggleston et al., 2006) oglekļa ienese koksnes produktu krātuvē jāvērtē vismaz no 1961. gada. Latvija ietver aprēķinā ieneses no 1900. gada, kas faktiski šodienas emisiju ticamību, bet nostāda Latviju neizdevīgākā situācijā, salīdzinot ar citām valstīm, tāpēc no 2025. gada SEG inventarizācijas sistēmā plānots mainīt pieeju vēsturisko datu interpretācijai un iekļaut aprēķinā tikai ieneses rādītājus no 1961. gada.

Atmežošanas cirtēs iegūtā koksnes daļa līdz šim aprēķināta, izmantojot vienādojumu Nr. 1. Sākot ar 2025. gadu, atmežošana vairs netiks ņemta vērā koksnes produktu radītās piesaistes aprēķinos, t.i. piesaistē paredzēts iekļaut arī koksnes produktus, kas izgatavoti no atmežošanas cirtēs iegūtas koksnes. Iegūtā proporcija līdz šim piemērota koksnes produktu kategorijai, lai novērtētu, cik daudz koksnes produktu potenciāli varētu tikt saražots no koksnes, kas iegūta atmežotajās teritorijās. Uz šo koksnes produktu daļu attiecinā tūlītējās oksidācijas metodi. Pēc 2025. gada piesaisti koksnes produktos plānots rēķināt, izmantojot  $IRW_{total(i)}$ , t.i. ietverot aprēķinā atmežošanas cirtēs iegūto koksni.

$$IRW_{p(i)} = \left(1 - \frac{D * M_{avg}}{MH_{total}}\right) * IRW_{total(i)} \quad (1)$$

kur:

$IRW_{p(i)}$  – rūpnieciskāsapaļkoksnesražošana, izslēdzotkoksniotmežotajāmteritorijām,

$D$  – gadalaikāatmežotāplatība, ha

$M_{avg}$  – vidējaiskoksneskrājumsatmežotajāteritorijā,  $m^3 ha^{-1}$

$MH_{total}$  – kopējaisiegūtais koksnesapjoms,  $m^3$

$IRW_{total(i)}$  – kopējāvietējārūpnieciskāsapaļkoksnesražošana, gadāi,  $ktCgad$

Aprēķinos izmanto vēsturiskos datus par koksnes produktu ražošanu, importu un eksportu, kā arī dažādu produktu veidu īpatsvars. Aprēķinos izmantotie koeficienti un skaitliskās vērtības ir noklusētie pārveides koeficienti, kas ieteikti IPCC vadlīniju SEG emisiju uzskaitē atbilstoši Kioto protokola prasībām papildinājuma (Hiraishi et al., 2013) 2.8.1. tabulā (Tab 4.22). Neto emisijas no mežizstrādes atlieku noārdīšanās tiek uzrādītas atsevišķi, ņemot vērā 20 gadu pārejas periodu virszemes un pazemes biomasai. Malkas sortimentam tiek piemērota tūlītējās oksidācijas pieeja; attiecīgi, enerģētikas sektorā, sadedzinot koksni, emisiju aprēķinā neietver CO<sub>2</sub> emisijas, kas jau vienreiz uzskaitītas ZIZIMM sektorā. Šāda pieeja neietver oglekļa uzkrājuma aprēķinā oglekli, kas ietverts daļēji sadegušās koksnes atliekās, kā arī ķīmiski saistīto CO<sub>2</sub>, reaģējot pelnos esošajiem metālu oksīdiem ar gaisā esošo CO<sub>2</sub> un veidojoties karbonātiem.

Tabula 4.22

#### Pieņēmumi oglekļa krājuma novērtēšanai koksnes produktos

Koksnes produktu kategorijas un apakškategorijas	Blīvums (absolūti sausas masas attiecība pret gaisa sausuma tilpumu), Mg m <sup>-3</sup>	Oglekļa pārveides koeficients (pret gaisa sausuma tilpumu), C m <sup>-3</sup>
Zāgmateriāli – skujkoku	0,450	0,225
Zāgmateriāli – lapu koku	0,560	0,280
Finiera loksnes	0,505	0,253
Saplāksnis	0,542	0,267
Skaidu plātnes	0,596	0,269
Cietās šķiedru plātnes	0,788	0,335
Vidējas blīvuma šķiedru plātnes (MDF)	0,691	0,295
Saspiestās šķiedru plātnes	0,739	0,315
Siltumizolācijas plātnes	0,159	0,075
–	<b>Blīvums (absolūti sausas masas attiecība pret gaisa sausuma masu), Mg Mg<sup>-1</sup></b>	<b>Oglekļa pārveides koeficients (pret gaisa sausuma masu), Mg C Mg<sup>-1</sup></b>
Papīrs un kartons (kopējais apjoms)	0,900	0,386

Vietējās izcelsmes koksnes īpatsvaru koksnes produktos aprēķina, izmantojot vienādojumu Nr. 2. Vienādojumā Nr. 3 dots alternatīva aprēķinu variants, kas paredz iekļaut CO<sub>2</sub> piesaistes aprēķinā no eksportētajiem apaļajiem kokmateriāliem saražotos koksnes produktus. Starpvalstu klimata pārmaiņu padomes vadlīnijas (Buendia et al., 2019) nesniedz

viennozīmīgu vērtējumu par eksportēto apaļo kokmateriālu ietveršanu vai neietveršanu koksnes produktu aprēķinā. SEG inventarizācijas audita ekspertu sapulcē Kopenhāgenā 2025. gada maijā pieņemts lēmums, ka eksportētos apaļos kokmateriālus nedrīkst ietvert koksnes produktu aprēķinā, lai arī tas ir pretrunā ar vadlīniju tekstu. Lielākajai daļai Eiropas valstu šis jautājums nav atrunāts SEG inventarizācijas ziņojumos.

$$f_{IRW}(i) = \frac{IRW_P(i) - IRW_{EX}(i)}{IRW_P(i) + IRW_C(i) - IRW_{EX}(i)} \quad (2)$$

kur:  
 $f_{IRW}(i)$  – rūpnieciskāsapaļkoksnēšpatsvarsHWPvietējāražošanā, kasiegūtsnovalstsm  
 $I_{RWP}(i)$  – rūpnieciskāsapaļkoksnēšražošana, izslēdzotkoksniatmežotāmteritorijāmga  
 $I_{RWEX}(i)$  – rūpnieciskāsapaļkoksnēšeksportsgadāi, ktCgadā<sup>-1</sup>  
 $IRW_C(i)$  – rūpnieciskāsapaļkoksnēšimports gadāi, ktCgadā<sup>-1</sup>

$$f_{IRW}(i) = \frac{IRW_P(i)}{IRW_P(i) + IRW_C(i) - IRW_{EX}(i)} \quad (3)$$

kur:  
 $f_{IRW}(i)$  – rūpnieciskāsapaļkoksnēšpatsvarsHWPvietējāražošanā, kasiegūtsnovalstsm  
 $I_{RWP}(i)$  – rūpnieciskāsapaļkoksnēšražošana, izslēdzotkoksniatmežotāmteritorijāmga  
 $I_{RWEX}(i)$  – rūpnieciskāsapaļkoksnēšeksportsgadāi, ktCgadā<sup>-1</sup>  
 $IRW_C(i)$  – rūpnieciskāsapaļkoksnēšimports gadāi, ktCgadā<sup>-1</sup>

Organiskā oglekļa apjoms koksnes produktos, kas iegūts no vietējās izcelsmes koksnes, aprēķināts ar vienādojumu Nr. 4.

$$CHWP = f_{IRW}(i) * HWP_D \quad (4)$$

kur:  
 $CHWP$  – organiskāoglekļaapjomsHWP, kasražotivietēji, izslēdzotkoksniatmežotāmte  
 $HWP_D$  – vietējāHWPprodukcijs, ktCgadā<sup>-1</sup>

CO<sub>2</sub> emisiju un piesaistes apjoms koksnes produktos aprēķināts ar vienādojumiem Nr. 5, 6 un 7 un Tab 4.23. dotajiem koeficientiem.

$$C(i + 1) = e^{-k} * C(i) + \left[ \frac{1 - e^{-k}}{k} \right] * inflow(i) \quad (5)$$

kur:  
 $C(i + 1)$  – oglekļaakrājumsnākamajāgadā, ktCgadā<sup>-1</sup>  
 $e$  – eksponenteskonstante  
 $k$  – noārdīšanāskonstantekatraiHWPkategorijai, vienības: gadā<sup>-1</sup>  
 $C(i)$  – oglekļaakrājumskonkrētajākategorijāgadaīsākumā, ktC  
 $inflow(i)$  – oglekļaieplūdekkonkrētajāHWPkategorijāgadailaikā, ktCgadā<sup>-1</sup>

$$k = \frac{\ln(2)}{H * L} \quad (6)$$

kur:  
 $HL$  – gaduskaitis, kurātieksaudētapusenomateriāla, kasatrodasattiecīgajārezervē, gadi

$$\Delta C(i) = C(i + 1) - C(i) \quad (7)$$

kur:  
 $\Delta C(i)$  – oglekļaakrājumaizmaiņasHWPkategorijāgadailaikā, ktCgadā<sup>-1</sup>

**Biežāk lietotie koeficienti CO<sub>2</sub> emisiju un piesaistes līdzsvara novērtēšanai koksnes produktos**

Faktori	Skaitliskā vērtība		
Kopīgie faktori:			
E	2,718282		
ln(2)	0,6931		
Assortment specific coefficients:			
Sortimenta specifiskie koeficienti	Zāgmateriāli	Koksnes paneli	Papīrs un kartons
HL <sup>1</sup>	35	25	2
K	0,02	0,03	0,35
e <sup>-k<sup>2</sup></sup>	0,98	0,97	0,71
$k = \frac{1 - \ln(2)}{H * L}$	0,99	0,99	0,85

#### 4.3.3. Nenoteiktības un laika rindu konsekvence

2025. gada ziņojuma iesniegšanai nenoteiktības analīze veikta, izmantojot pirmo pieeju (Approach 1) atbilstoši IPCC vadlīnijām (Eggleston et al., 2006). Kvantitatīvi nenoteiktības novērtējumi sniegti SEG inventarizācijas ziņojuma 2. pielikumā. Vispārīgs nenoteiktības analīzes apraksts iekļauts SEG inventarizācijas ziņojuma 1.6. sadaļā (Ministry of Climate and Energy, 2023). Nenoteiktības līmenis aktivitātes datiem visā laika rindā tiek pieņemts 15 %.

#### 4.3.4. Kategorijai raksturīgā kvalitātes kontrole (QA/QC) un pārbaude

Kvalitātes mērķi un kvalitātes nodrošināšanas/kontroles plāns (QA/QC plāns) Latvijas SEG inventarizācijai ir aprakstīti 1.2.3. sadaļā (Ministry of Climate and Energy, 2023). ZIZIMM sektorā kvalitātes kontroles procedūras veiktas saskaņā ar QA/QC plānu, lai nodrošinātu kvalitātes mērķu sasniegšanu.

Koksnes produktu aprēķinos izmantotā mežizstrādes intensitāte un ražošanas apjoms salīdzināts ar citiem datu avotiem, īpaši ar statistiku, ko apkopo Latvijas Kokrūpniecības federācija. Ar kvalitātes nodrošināšanu un verifikāciju saistītie jautājumi tiek apspriesti nozaru sanāksmēs.

Datu manuālas pārbaudes mehānisms ieviests, lai salīdzinātu ETF platformas CRT tabulās importētās vērtības ar faktiskajiem aprēķinu rezultātiem. Iepriekšējā pārskatā konstatētās matemātiskās kļūdas ir labotas LVMI Silava uzturētajā rīkā EPIM, kas tiek izmantots SEG emisiju aprēķiniem LULUCF sektorā (Ministry of Climate and Energy, 2023). Visa informācija, kas saistīta ar gada inventarizācijas sagatavošanu, tiek arhivēta centralizētā arhivēšanas sistēmā (kopējā FTP mapē), saskaņā ar QA/QC plāna prasībām.

<sup>1</sup> Pusperiods (HL) norāda laiku, kurā oglekļa krājums konkrētajā sortimentā samazinās uz pusi. Noārdīšanās konstante k tiek iegūta kā:  $k = \frac{\ln(2)}{H * L}$

<sup>2</sup> EkspONENTI e<sup>-k</sup> attēlo attiecīgās koksnes produktu oglekļa krājuma saglabāšanās proporciju nākamajā gadā. Pie dažādām metodoloģiskām pieejām (piemēram, piesardzīgā vai vidējā novērtējumā) var tikt izmantotas dažādas vērtības.

#### **4.4. Nacionālās būvju dzīves cikla emisiju aprēķina metodikas projekts**

Projekta noslēgumā, balstoties uz partneru veiktajiem aprēķiniem un datu analīzi, izstrādāts Ministru kabineta noteikumu projekta melnraksts “Būvju dzīves cikla siltumnīcefekta gāzu emisiju aprēķina nacionālā metodika”.

Dokumenta mērķis ir nodrošināt vienotu pieeju būvju dzīves cikla aprēķinu veikšanai, definēt datu struktūru, nominālās emisiju vērtības un rezultātu reprezentācijas kārtību, kas piemērojama būvprojektēšanā, publiskajā iepirkumā un klimata mērķu uzraudzībā.

Ņemot vērā normatīvo formu un nepieciešamību saglabāt dokumenta oriģinālo formatējumu, pilns Ministru kabineta noteikumu projekta melnraksta teksts pievienots šī ziņojuma pielikumā (Pielikums Nr. 2).



## Secinājumi

1. Projekta gaitā apstiprinājās, ka Latvijā šobrīd trūkst vienotas metodikas būvju dzīves cikla emisiju aprēķināšanai. Pieejamie dati ir fragmentāri, un dažādās institūcijās tiek lietotas atšķirīgas pieejas gan aprēķina robežām, gan rezultātu interpretācijai.
2. Datu apkopojums no Somijas, Zviedrijas un Vācijas katalogiem parādīja, ka nacionālu tipisko vērtību datubāžu esamība ir priekšnoteikums LCA ieviešanai būvniecībā. Šādas sistēmas trūkums Latvijā ierobežo salīdzināmību un kavē metodikas attīstību.
3. RTU veikto aprēķinu rezultāti pierādīja, ka, izmantojot tikai būvprojekta apjomu specifiskācijas un nacionālās nominālās vērtības, iespējams iegūt pietiekami ticamu emisiju novērtējumu moduļiem A1–A3. Tas ir reālistisks pirmais solis nacionālās metodes praktiskai ieviešanai.
4. Inženierbūvju analīze uzrādīja ievērojamu atšķirību emisiju struktūrā salīdzinājumā ar ēkām, kas liecina, ka būvju kategoriju klasifikācijai būs būtiska nozīme nacionālās metodikas pilnveidē.
5. NOMAD uzsāktais digitālās LCA integrācijas darbs parādīja, ka IFC datu struktūra pašlaik nav tieši savietojama ar LCA datu formātiem, tādēļ nepieciešams apjoma ziņā ilgāks laiks, lai izveidotu algoritmu datu pielāgošanai un apmaiņai starp BIM un vides deklarācijām.
6. LVMI “Silava” sniegtie aprēķini apliecināja, ka koksnes produktu oglekļa uzskaitē makro līmenī šobrīd nav sasaistāma ar faktisko koksnes produktu izlietojumu būvniecībā, jo makro līmeņa dati balstās uz tirdzniecības statistiku, savukārt būvniecības patēriņa dati nav izsekojami.
7. Projekta laikā kļuva skaidrs, ka bez vienota redzējuma par LCA rezultātu reprezentāciju nav iespējams izstrādāt nacionālos scenārijus vai makro modelēšanu, tāpēc galvenais uzsvars tika pārcelts uz metodikas pamatu izstrādi un datu harmonizāciju.
8. BIS sistēmas esošā arhitektūra nav pielāgota jaunu datu tipu integrācijai, ja to neparedz reglamentētā kārtība, tādēļ nepieciešams normatīvs pamats, kas nosaka datu struktūru, apmaiņas formātu un aprēķina kārtību.
9. Izstrādātais Ministru kabineta noteikumu projekta melnraksts apvieno gan tehnisko, gan juridisko ietvaru un sniedz praktisku risinājumu nacionālās LCA metodikas ieviešanai.
10. Projekta gaitā izveidots pamats izglītības un kompetenču attīstībai ilgtspējīgas būvniecības jomā. LBTU sagatavotais kurss un RTU pētnieciskās aktivitātes nodrošina mehānismu zināšanu pārnesei un nākotnes metodikas attīstībai.
11. Projektā iesaistīto institūciju sadarbība apliecināja, ka datu kvalitātes un saskaņošanas jautājumi ir risināmi tikai starpdisciplināri. Šis modelis veido priekšnoteikumu turpmākai koordinācijai starp zinātniskajām institūcijām un valsts pārvaldi.
12. Kopumā projekts radījis reālu pamatu būvju dzīves cikla aprēķinu metodikas ieviešanai Latvijā, vienlaikus iezīmējot soļus, kas nepieciešami, lai pārietu no fragmentāras datu izmantošanas uz strukturētu un normatīvi noteiktu sistēmu.

## Rekomendācijas

1. Saskaņā ar Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīvu (ES) 2023/1791 par energoefektivitāti Latvijai jānodrošina, lai no 2026. gada tiktu īstenota ēku dzīves cikla oglekļa emisiju uzskaitē un ziņošana. Lai to paveiktu, nepieciešams savlaicīgi apstiprināt nacionālo metodiku un izdot Ministru kabineta noteikumus, kas nosaka būvju dzīves cikla aprēķina kārtību, moduļu robežas, datu struktūru un rezultātu reprezentācijas principus, ievērojot EN 15804 un EN 15978 standartus.
2. Pēc metodikas apstiprināšanas jāuzsāk tās integrācija Būvniecības informācijas sistēmā (BIS), nodrošinot iespēju ievadīt, apstrādāt un uzglabāt dzīves cikla datus. Datu apmaiņai un aprēķinu automatizācijai jābūt balstītai vienotā formātā, kas ļauj nodrošināt pārskatāmību un datu atkārtotu izmantojamību.
3. Līdz pilnīgai BIS integrācijai būtu nepieciešams pārejas periods, kura laikā emisiju dati tiek nodoti un validēti centralizētā veidā, izmantojot nacionālo datu glabātuvī un standartizētu datņu formātu.
4. Nacionālais emisiju datu katalogs būtu jāpaplašina ar Latvijas ražotāju EPD un importēto produktu datiem, lai līdz 2027. gadam aptvertu lielāko daļu būvniecībā izmantoto materiālu. Šādi dati kalpotu gan būvprojektēšanas, gan klimata mērķu uzraudzības vajadzībām.
5. Būvju dzīves cikla emisiju aprēķiniem jābūt sasaistītiem ar nacionālo SEG inventarizācijas sistēmu. Turpinot RTU uzsākto darbu, nepieciešams pilnveidot pieeju mikro un makro līmeņa datu savietojamībai, lai ēku aprēķinu rezultātus varētu izmantot IPCC sektorālajā uzskaitē.
6. Kompetenču attīstība ir būtisks priekšnoteikums metodikas ieviešanai. Jāturpina LBTU izstrādātā kursa un RTU akadēmiskās grupas darbs, lai dzīves cikla analīze, EPD izmantošana un oglekļa aprēķini kļūtu par neatņemamu būvinženieru un arhitektu izglītības daļu.
7. Metodikas ieviešanai nepieciešama koordinēta sadarbība starp KEM, EM, BVKB, RTU, LBTU un MeKA. Šādas starpnozaru sadarbības struktūras izveide ļautu nodrošināt datu kvalitātes uzraudzību un saskaņotību ar Eiropas ziņošanas prasībām.
8. Latvijai jānodrošina metodiska saskaņošana ar starptautiskajām iniciatīvām — Level(s), EPD International, One Click LCA un Boverket datu struktūrām —, lai nacionālie dati būtu salīdzināmi un izmantojami Eiropas līmenī.
9. Lai pārliecinātos par metodikas piemērotību praksē, ieteicams īstenot pilotprojektus dažādu būvju tipiem — gan jaunbūvēm, gan renovācijām. Šādu projektu laikā var pārbaudīt aprēķinu precizitāti un sagatavot priekšlikumus datu automatizētai integrācijai BIS vidē.
10. Metodikas ieviešana būtu jāskata kā nepārtraukts process, kurā datu kvalitāte, aprēķinu algoritmi un programmatiskie risinājumi tiek pakāpeniski pilnveidoti, nodrošinot saskaņu starp nacionālo praksi un Eiropas klimata politikas mērķiem

## Informācijas avoti

- AC Konsultācijas. (2023). *Gala ziņojums I sējums "Latvijas situācijas izpēte."*
- Bienert Sven, Kuhlwein Hunter, Schmidt Yannick, Gloria Benedikt & Agbayir Berivan. (2023). *Embodied Carbon of Retrofits Ensuring the ecological payback of energetic retrofits.*
- Bosetti, V., Edmonds, J., Fishedick, M., Havlík, P. & Jaramill, P. (2023). Annex III: Scenarios and Modelling Methods. In *Climate Change 2022 - Mitigation of Climate Change* (pp. 1841–1908). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157926.022>
- Boverket. (2019). *Regulation on climate declarations for buildings proposal for a roadmap and limit values.*
- Boverket. (2023). *Limit values for climate impact from buildings and an expanded climate declaration.*
- Boverket. (2025, 2. June). *The Swedish Board of Housing, Building and Planning's climate database.* Building and Planning's Climate Database. <https://klimatdatabasen.boverket.se/>
- Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P. W., Trisos, C., Romero, J., Aldunce, P., Barrett, K., Blanco, G., Cheung, W. W. L., Connors, S., Denton, F., Diongue-Niang, A., Dodman, D., Garschagen, M., Geden, O., Hayward, B., Jones, C., ... Ha, M. (2023). *IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)].* IPCC, Geneva, Switzerland. (P. Arias, M. Bustamante, I. Elgizouli, G. Flato, M. Howden, C. Méndez-Vallejo, J. J. Pereira, R. Pichs-Madruga, S. K. Rose, Y. Saheb, R. Sánchez Rodríguez, D. Ürge-Vorsatz, C. Xiao, N. Yassaa, J. Romero, J. Kim, E. F. Haites, Y. Jung, R. Stavins, ... C. Péan, Eds.). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- CEN. (2012). *EN 15978:2012 Ilgtspējīga būvniecība. Ēku ekoloģiskās veiktspējas novērtējums. Aprēķinu metode.*
- CEN. (2020). *EN 15804+A2:2020 Ilgtspējīga būvniecība. Izstrādājumu vides deklarācijas. Pamatinstrukcija būvstrādājumu kategoriju noteikšanai.*
- Dodd, N., Cordella, M., Traverso, M. & Donatello, S. (2017). *Level(s)-A common EU framework of core sustainability indicators for office and residential buildings Part 3: How to make performance assessments using Level(s) (Beta v1.0).* <https://doi.org/10.2760/95143>
- Eiropas Komisija. (2022). *COM(2022) 144 final, REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL laying down harmonised conditions for the marketing of construction products, amending Regulation (EU) 2019/1020 and repealing Regulation (EU) 305/2011.* <https://www.consilium.europa.eu/media/41508/st14523-en19.pdf>
- Eiropas Parlaments un Padome. (2024). *Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva (ES) 2024/1275 (2024. gada 24. aprīlis) par ēku energosniegumu (pārstrādāta redakcija) (Dokuments attiecas uz EEZ).* <http://data.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj>
- European Environment Agency. (2024, 31. October). *Greenhouse gas emissions from energy use in buildings in Europe.*

<https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emissions-from-energy#ref-Gy3C6>. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emissions-from-energy?activeAccordion=ecdb3bcf-bbe9-4978-b5cf-0b136399d9f8#ref-gy3C6>

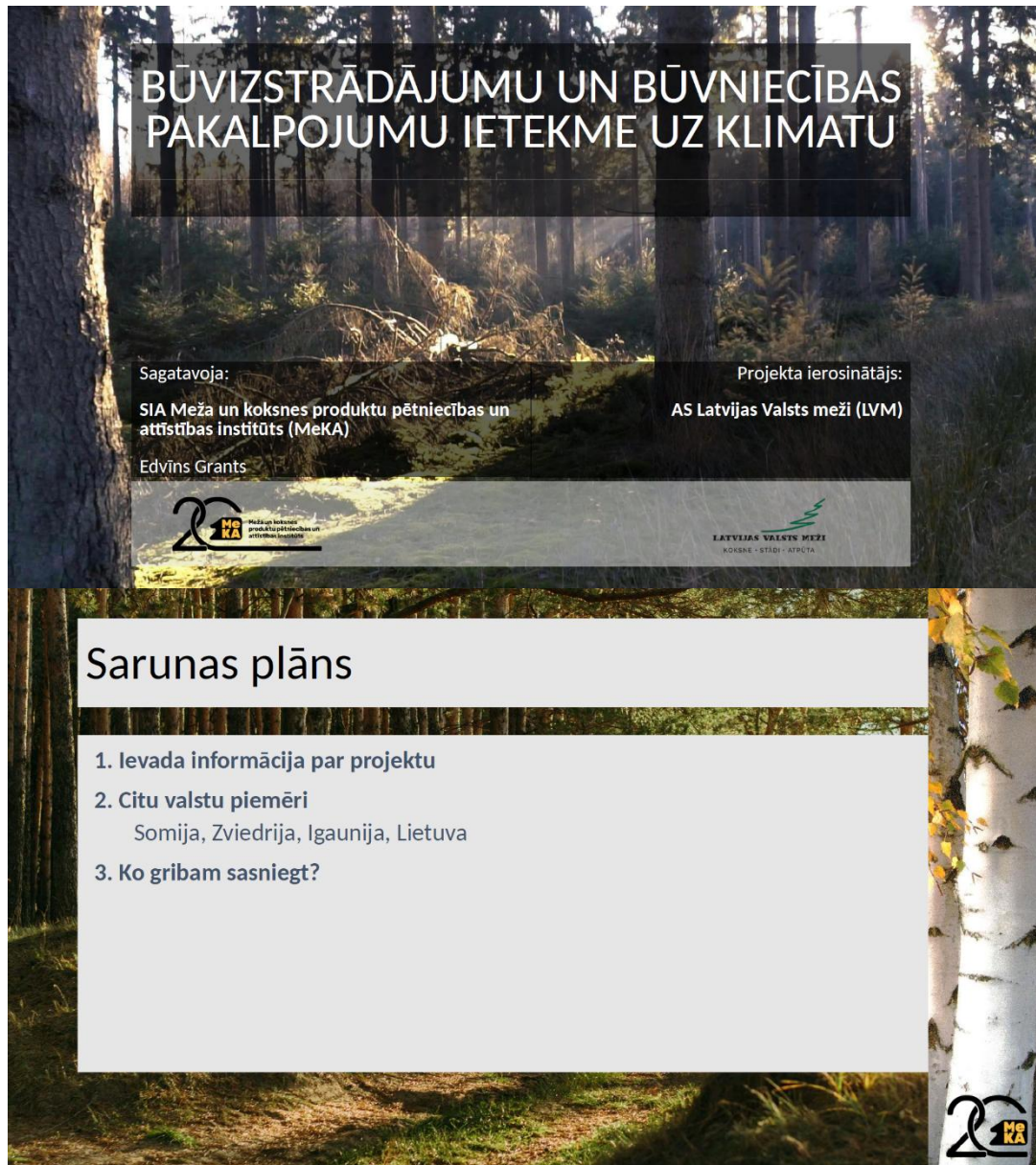
- I. Biukšāne; S. Reinerte. (2025). *LATVIJAS BŪVNICĪBASNOZARES STRATĒGIJA 2025-2030*. <http://www.em.gov.lv>
- KEM. (2025). *LATVIJAS NACIONĀLAIS ENERĢĒTIKAS UN KLIMATA PLĀNS 2021.-2030.GADAM*.
- Klimata un enerģētikas ministrija. (2025). *Ilgtermiņa plānošanas vadlīnijas Enerģētikas stratēģija 2050*.
- Latvijas Republikas Saeima & Latvijas Vēstnesis Nr. 52. (2016). *Energoefektivitātes likums*. <https://www.vestnesis.lv/op/2016/52.1>
- Latvijas Republikas Saeima & Latvijas Vēstnesis Nr. 146. (2013). *Būvniecības likums*. <https://www.vestnesis.lv/op/2013/146.1>
- Latvijas Republikas Saeima & Latvijas Vēstnesis Nr. 254. (2016). *Publisko iepirkumu likums*. <https://www.vestnesis.lv/op/2016/254.1>
- Ministry of Environment of Finland & Matti Kuittinen. (2019). *Method for the whole life carbon assessment of buildings*.
- O P Gibbons, J J Orr, C Archer-Jones, W Arnold & D Green. (2022). *How to calculate embodied carbon, Second Edition*. The Institution of Structural Engineers.
- O P Gibbons, J J Orr & W Arnold. (2025). *How to calculate embodied carbon THIRD EDITION*.
- Pingoud, K., Skog, K. E., Martino, D. L., Tonosaki, M. & Xiaoquan, Z. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use, CHAPTER 12, HARVESTED WOOD PRODUCTS* (Vol. 4).
- Rüter, S., William Matthews, R., Lundblad, M., Sato, A. & Ahmed Hassan, R. (2019). *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use, Chapter 12, HARVESTED WOOD PRODUCTS*.
- SYKE. (2025, 26. September). *National emissions database CO2data*. Building Construction Emissions Database. <https://co2data.fi/>
- Tarja Häkkinen. (2022). *LCA database for building products, services, and systems Description of the content and working methods*.
- Trafikverket. (2024). *Trafikverket - Klimata kalkulators*. <https://klimatkalkyl.trafikverket.se/Modell>
- Vācijas būvniecības un mājokļu ministrija. (2024, 2. October). *ÖKOBAUDAT Sustainable Construction Information Porta*. Datasets for Building Products - EN 15804- and BNB-Compliant. [https://www.oekobaudat.de/no\\_cache/en/database/search/daten/db1.html#bereich1](https://www.oekobaudat.de/no_cache/en/database/search/daten/db1.html#bereich1)
- VARAM. (2018). *Būvniecības LCC kalkulators (Demo versija 0.1)*.



# **Pielikumi**

## Pielikums Nr. 1



### Datu integrācijas Būvniecības informācijas (BIS) sistēmā priekšlikuma prezentācija BVKB



**BŪVIZSTRĀDĀJUMU UN BŪVNICĪBAS  
PAKALPOJUMU IETEKME UZ KLIMATU**


Sagatavoja:  
SIA Meža un koksnes produktu pētniecības un  
attīstības institūts (MeKA)  
Edvīns Grants

Projekta ierosinātājs:  
AS Latvijas Valsts meži (LVM)

### Sarunas plāns

1. Ievada informācija par projektu
2. Citu valstu piemēri  
Somija, Zviedrija, Igaunija, Lietuva
3. Ko gribam sasniegt?



Datu integrācijas Būvniecības informācijas (BIS) sistēmā priekšlikuma prezentācija  
BVKB

## LVM uzdevums MeKA komandai

“Lai noskaidrotu koksnes produktu izmantošanas pozitīvo devumu klimata pārmaiņu mazināšanā, kā arī veicinātu koksnes produktu izmantošanu zaļajos iepirkumos un sekmētu Latvijas Nacionālā enerģētikas un klimata plāna mērķu sasniegšanu, nepieciešams pētījums par dažādu būvzstrādājumu un būvniecības pakalpojumu ietekmi uz klimatu.”



### Kādi mērķi?

- Klimata pārmaiņu mazināšana
- (Zaļais) publiskais iepirkums (ZPI)
- Atbalsts Nacionālajam enerģētikas un klimata plānam
- Vietējo resursu racionālas izmantošanas veicināšana

LATVIJAS VALSTS MEŽI



## Daži prezentācijā lietotie termini

**Biogēnais ogleklis** - Oglekļa apjoms, kas piesaistīts biomasā;

**Oglekļa piesaiste** (sekvestrācija) - Process, kurā oglekļa dioksīda gāze tiek aizvākta no atmosfēras, oglekli noglabājot materiāla struktūrā, piemēram augu fotosintēze;

Oglekļa pēdas vienība: **kg·CO<sub>2</sub>·ekvivalenti** uz materiāla vienību, parasti kg vai m<sup>3</sup>

**kg·CO<sub>2</sub>·ekvivalents** - Ogļskābās gāzes emisiju ekvivalents, dažkārt žargonā saka "ogleklis". Apzīmējums ietver visas globālo sasilšanu izraisošās **siltumnīcas efekta gāzes (GHG - Lat. val. = SEG)**, izteiktas kā **Globālās sasilšanas potenciāls (GWP)** 100 gadu periodā.

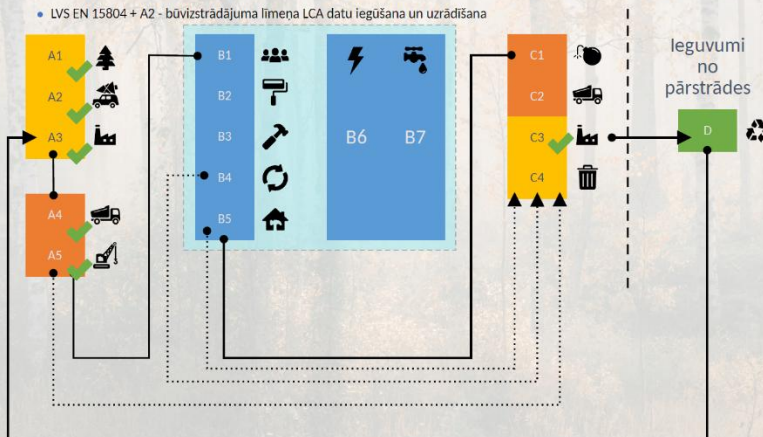
**EPD (Environmental Product Declaration)** - Izstrādājuma vides deklarācija

**Oglekļa emisiju kompensācija** - pasākumi, ar kuriem tiek kompensēts oglekļa dioksīda (CO<sub>2</sub>) vai citu siltumnīcefekta gāzu (SEG) radītais apjoms, kas radies kādā citā vietā vai procesā



## LCA - Dzīves cikla analīze

- LVS EN 15643 - Ēku un inženierbūvju analīzes ietvars
- LVS EN 15978 - LCA metodika ēkām
- LVS EN 15804 + A2 - būvzstrādājuma līmeņa LCA datu iegūšana un uzrādīšana



Eiropas komisijas - Level(s)

ETS  
ne-ETS

ZIZIMM

IPCC





# Datu integrācijas Būvniecības informācijas (BIS) sistēmā priekšlikuma prezentācija BVKB

## Projekta izstrādes plāns

### Etaps 1 (E-I) - Datu vākšana un analīze

- Būvizrādājumu nacionālo klimata datu katalogu apkopošana - Somija, Zviedrija, Vācija;
- Cītu valstu nacionālo katalogu pielietojuma izpēte;
- Veido Latvijas nacionālā būvizrādājuma kataloga versiju.

### Etaps 2 (E-II) - Ievāktu datu pielietošana ēku oglekļa nospieduma aprēķināšanā

- Veic Dzīves cikla analīzi (LCA) atlasītām ēkām, izmantojot pašu izveidotos katalogus;
  - 103. sērijas dzīvokļu ēkas tipveida renovācijas un Rīgā realizētas renovācijas būvprojekts;
  - Tipveida dzīvokļu ēkas jaunbūves projekti;
  - Rīga, Daugavas krastmalas promenādes veloceļu infrastruktūras būvniecības posms;
- Pārbauda rezultāta jūtīgumu modelējot alternatīvus scenārijus;
- Pilnveidota datu kataloga digitalizācijas un integrācijas izmēģinājums.

### Etaps 3 (E-III) - Aprēķinu metodikas mācību satura izveide

### Pētījuma komanda



Meža un koksnes produktu  
pētniecības un attīstības institūts

Projekta koordinators:  
Laura Grabovska



Projekta tehniskais vadītājs:  
Edvīns Grants

Pētnieks: **Māris Šinka**



Atbalsta: Tenūrf profesore Diāna Bajāre  
Professors Aleksandrs Korjajkins

Pētnieks: **Artūrs Riekstiņš**



Atbalsta: Profesors Viktors  
Haritonovs

**Marija Katrīna Dambe**



Atbalsta:  
Vidzemes Augstskola  
Rīgas Enerģētikas Aģentūra

Pētnieks: Kaspars Grābens  
Koordināte: **Anete Meija**



Atbalsta: Aleksejs Nipers



Rīgas tehniskā universitāte



SIA «NOMAD Architects»



Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju  
universitāte

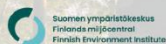


Latvijas Valsts mežzinātnes  
institūts "Sīlava"

Pētnieks: **Andis Lazdiņš**



## Līdzšinējā izpēte - Somija



Somijas nacionālais būvizrādājumu  
klimata datu katalogs

**Finnish Environment Institute (Syke)**

<https://co2data.fi/rakentaminen/>

342 produktu vidējās vērtības  
36 servisi  
9 ēku lietošanas veidi  
5 enerģijas patēriņa scenāriji

Pakārtots nacionālajai būvniecības klasifikācijas sistēmai TALO  
2000

<https://www.rakennustieto.fi/nimikkeistot/talo-2000-nimikkeistot>

Pakārtots datu pielietošanai saskaņā ar EN 15978 un EN 15804 +  
A2 standartu rekomendācijām

Pakārtots būvizrādājumu harmonizācijas sistēmai saskaņā ar  
CPR 305/2011

Somijas nacionālais normatīvais pamats

**Būvniecības likums**

<https://ym.fi/rakentamislaki>

<https://finlex.fi/fi/lainsaadanto/saadaskokoelma/2023/751>

**Zemes izmantošanas likums**

<https://finlex.fi/fi/lainsaadanto/1999/132>



**Building construction  
emissions database**

Discover the service →



**Infrastructure  
construction emissions  
database**

Discover the service →



Datu integrācijas Būvniecības informācijas (BIS) sistēmā priekšlikuma prezentācija  
BVKB

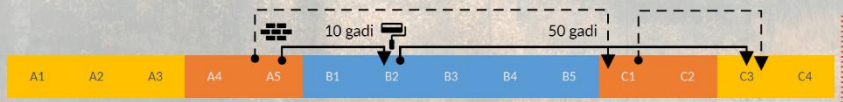
## SYKE CO2data katalogs – kā tiek strukturēti dati?

- 3 līmeņu klasifikācija:
  - **Materiāli (produkti pa kategorijām)**
    - Konstruksiju kokmateriāli, betona izstrādājumi, izolācijas materiāli u.c.;
    - Mērvienības: kg CO<sub>2</sub>e / kg / m<sup>2</sup> / m<sup>3</sup> ar konversijas rekomendācijām
  - **Servisi:**
    - Energoapgāde, transports, būvdarbi un nojaukšanas darbi
    - / kWh / l / h / t\*km
  - **Inženiersistēmas:**
    - Apgaismojums, ventilācija, apkures sistēmas
    - Būvju lietošanas veidi
    - Mērvienības: kg CO<sub>2</sub>e / m<sup>2</sup>

SYKE CO2data katalogs salāgo materiālu, procesu un inženiersistēmu LCA datus ar būvindustrijā lietot klasifikāciju.

## Kalpošanas laiki modelēšana SYKE CO2data pieeja

1. Tipiskie kalpošanas ilgumi katrai produktu grupai
  - Pieņēmumi balstīti un ES (JRC) Level(s) rekomendācijām:
    - Nesošā konstrukcija - 50 gadi (60 gadi);
    - Nenesošās konstrukcijas - 30 gadi;
    - Fasādes:
      - Ārējās apdares sistēma - 30 gadi;
      - Apmetums, krāsa - 10 gadi.
2. Lietojami gan dzīves cikla beigu aprēķinos (moduļi C), gan lietošanas posmos (moduļi B):
  - Materiālu nomaina tiek modelēta LCA, B modulī
  - Produktu kalpošanas termiņš ietekmē ekspluatācijas laika emisijas
3. SYKE nerēķinās ar piesaistēm – tikai uzskatāmi noglabāšanas intervāli:
  - Uzsvars uz reprezentatīvu kalpošanas ilgumu, ne uz maksimāli ilgu ekspluatāciju
  - Izvairās no optimistiskiem scenārijiem, ja nav pierādījumu



## Līdzšinējā izpēte - Zviedrija

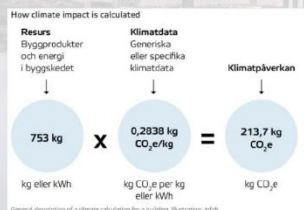


Boverket – the Swedish National Board of Housing, Building and Planning

<https://klimatdatabasen.boverket.se/>

213 būvizrādājumu vidējās vērtības

15 degvielas un enerģijas avoti



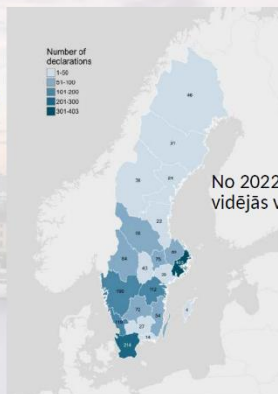
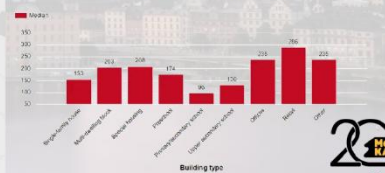
Zviedrijas nacionālais normatīvais pamats

No šī gada ieviešamās apakšējās robežas vērtības

Table 4. Limit values, rounded to the nearest five, for the climate impact of buildings for different building types as proposed above.



Building type	Limit value (kg CO <sub>2</sub> e per m <sup>2</sup> GFA)
<b>Group 1</b>	
Multi-dwelling blocks	375
Offices	385
Education excluding preschools	380
Preschool	330
Single-family houses	180
Special housing	385
<b>Group 2</b>	
Other buildings	460

No 2022. – 2024. gadam faktiski aprēķinātās emisiju vidējās vērtības uz 1 neto grīdas m<sup>2</sup> pēc ēkas tipa



Datu integrācijas Būvniecības informācijas (BIS) sistēmā priekšlikuma prezentācija BVKB

## LCA integrācija nacionālā līmenī arī citās Eiropas valstīs

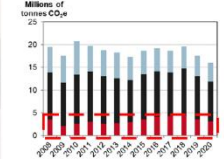



Figure 1. The development of climate impact from the construction and real estate sector for the period 2008-2020. Source: Boverket/Statistiska Sverket.



Sectoral shares in Sweden in 2020 (Exhaust and %)

- Domestic transport industry: 18 922,89
- International shipping: 12 113,49
- Energy supply: 8 301,01
- Agriculture: 6 045,94
- Waste: 4 449,82
- Residential and commercial international aviation: 3 232,66
- Other combustion: 3 109,39
- Land Use, Land-Use Change and Forestry: 2 106,92
- Land Use, Land-Use Change and Forestry: 1 070,98
- Land Use, Land-Use Change and Forestry: -19 352,31

- Valsts identificē būvniecības segmenta daļu no IPCC sektoriem
- Zviedrijas piemērā, balstoties no LCA izgūtiem datiem aprēķināta ikgadējā emisiju daļa no kopējām emisijām:  
Jaunu ēku būvniecības segments - ~ 11 %  
Jaunu infrastruktūras būvju segments - ~ 10 %
- Ierasta prakse ir pārgrupēt LCA moduļu datus uz IPCC sektoriem.

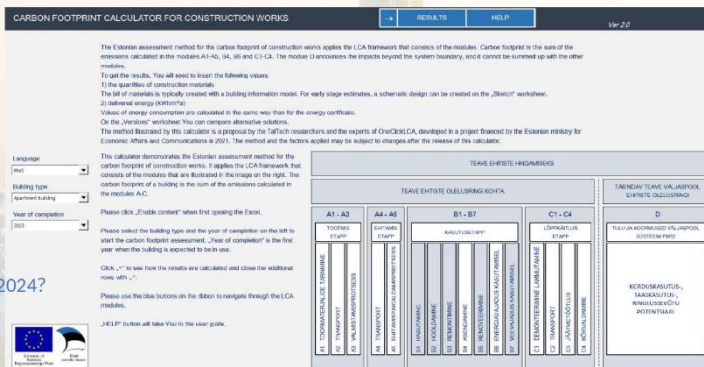
## Līdzšinējā izpēte - Igaunija

Nacionālā kustība  
Green Tiger



<https://arenguraamat.rohettiger.ee/2024?utm>

Plānota obligāta ieviešana ar 2026. gadu



Nacionālais Excel rīks LCA praktiķiem

54 būvzstrādājumu vidējās vērtības - pārņemtas no Somijas SYKE

## Līdzšinējā izpēte - Lietuva

Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija

2024. Gada oktobra Noteikumi Nr. D1-359

Nosaka obligātu būvē izmantoto būvzstrādājumu organiskās izcelsmes materiālu īpatsvara aprēķinu

Unikāla nacionāla pieeja, kas balstās uz LCA principiem ar mērķi līdz 2029. gadam ieviest pilnu LCA kā obligātu būvprojekta daļu

$$PM(CO_2) + PNM(CO_2) \leq 0.5PN(CO_2)$$

$$PM(CO_2) + PNM(CO_2) > 0.5PN(CO_2)$$

$$P_{med} = \frac{100(PM(CO_2) + PNM(CO_2))}{PN(CO_2)}$$

$$P_{med} = 100(1 - 0.6 \cdot e^{(-x)})$$

Materiāls	Noglabātais CO2 apjoms	Emitētais CO2 apjoms
Organiskas izcelsmes	- 770 kg/m <sup>3</sup>	
Betons un stiegrbetons		300 kg/m <sup>3</sup>
Eko-betons un stiegrbetons		150 kg/m <sup>3</sup>
Konstrukciju tērauds		14500 kg/m <sup>3</sup>
Mūra materiāli		300 kg/m <sup>3</sup>
Stiklotās fasādes		250 kg/m <sup>3</sup>

- +/- 50 kg/m<sup>3</sup>
- Aprēķinā nevērtē būves daļas, kas jebkurā gadījumā tiek veidotas no minerālajiem materiāliem;
- Attiecas tikai uz ēku galveno daļu.

- Galveno konstrukciju organisko materiālu uzkrātais CO<sub>2</sub> daudzums (kg);
- Papildu elementu organisko materiālu uzkrātais CO<sub>2</sub> daudzums (kg)
- Galveno konstrukciju neorganisko materiālu atmosfērā izdalītais CO<sub>2</sub> daudzums (kg)

## Kāpēc būvniecība ir "neredzama" klimata politikā?



### 1. IPCC SEG inventarizācijas sistēma:

- Būvniecība netiek atsevišķi izdalīta;
- Emisijas sadalās starp visiem uzskaites sektoriem.



### 2. Rezultāts

- Bez LCA metodikas nav iespējams izmērīt būvniecības ietekmi



### 3. Rīcība citās valstīs:

- Ziemeļvalstis, Lielbritānija, Francija, Nīderlande ievieš LCA pakārtotus datu filtrus



### 4. Secinājums:

- Ja būvniecības nozares datus nenošķir - ietekmi nevar izsekot un plānot

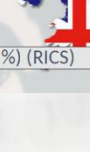
15 ... 18 % (SYKE) CO<sub>2</sub>



~ 21 % (Boverket) CO<sub>2</sub>



25% (42 %) (RICS) CO<sub>2</sub>



## Būvizstrādājumu dati

EN 15804

EPD dati

Datu piemērs par Latvijā ražotu koka dēli ar deklarētu koksnes izcelsmi no Latvijas



Indikators	Latvijas izcelsmes zāgmateriāls kgCO <sub>2</sub> e (A1 - A3) uz 1m <sup>3</sup>	Zāgmateriāls kgCO <sub>2</sub> e (A1 - A3) uz 1m <sup>3</sup>	Zāgmateriāls kgCO <sub>2</sub> e (A1 - A3) uz 1m <sup>3</sup>	Zāgmateriāls kgCO <sub>2</sub> e (A1 - A3) uz 1m <sup>3</sup>
GWP-luluc	1.42	-	-	-
GWP-biogenic	-720.0	-740.24	-715.0	-
GWP-fossil	51.4	32.63*1.2=39.15	29.12*1.25=36.4	47.4
GWP-total	-1,460.0	-	-	-



16

## SEG inventarizācija vs EN 15804 – atšķirīgs un saistīts tvērums

Kritēriji	SEG inventarizācija (IPCC)	Nacionāla mēroga nozares prakse + informācijas sistēma + datu katalogs	LCA (EN 15978, EN 15804+A2)
Mērķis	Valsts līmeņa klimata bilance	Valsts līmeņa nozares bilance	Produkta vai ēkas līmeņa analīze
Datu mērogs	Makro pieeja	Pārveido produkta datus par makro datiem	Produkta mērogs
Emisiju klasifikācija	IPCC sektori	Iezīmē būvniecības jomas emisiju apjomu IPCC sektoros	LCA moduļi
Datu struktūra	Vidējās emisijas pēc darbības veida	Vidējās vērtības specifiskiem jomas segmentiem	Specifiski dati katram materiālam katrā LCA moduļī
Emisiju uzskaites rezultātu salīdzināšana	Specifiskus tautsaimniecības segmentus, kā būvniecību neizdala	Padara jomas datus izsekojamus un tādēļ ir iespējams veidot mērķtiecīgākus emisiju samazināšanas pasākumus	Marķē emisiju apjomus, katrā dzīves ciklā



Datu integrācijas Būvniecības informācijas (BIS) sistēmā priekšlikuma prezentācija BVKB

## Ko mēs gribam?

- Excel kataloga datus piesaistīt ievadāmajai informācijai BIS
- Apmācības un konsultācijas par datu kataloga integrācijas mehānismiem un darbības principiem
- Datu sinerģijas prototipa izveide

Materiala veids	Reģistrācijas numurs	Reģistrācijas datums	Atbilstošs dokuments	Atbilstošs dokuments	Atbilstošs dokuments	Atbilstošs dokuments	Atbilstošs dokuments	Atbilstošs dokuments
Saputrinājuma materiāls	Tekstmatēriāls nr.1	10.0	0.0	nr	SIA "Materialū"			
Saputrinājuma materiāls	Tekstmatēriāls nr.2	20.0	30.0	gab	SIA "Materialū"			
Saputrinājuma materiāls	Tekstmatēriāls nr.2	10.0	30.0	gab	SIA "Materialū"			
Saputrinājuma materiāls	Tekstmatēriāls nr.2	0.0	10.0	gab	SIA "Materialū"			
Saputrinājuma materiāls	AB apvalks nr.1	1.0	0.0	nr	SIA "Materialū nr.1"			1.1.1
Saputrinājuma materiāls	AB apvalks nr.2	10.0	0.0	nr	SIA "Materialū nr.1"			1.1.1

Tīrinošās ierīces: --

Būvniecības objekts: --

Ieraksta detaļas:

Ražotājs: SIA "Materialū"

Būvniecības objekta nosaukums: Teriņa materiāls nr.2

Būvniecības objekta tips: Pasauleslīmeņa līmeņa būvzīmējumi - atbilstoši svinas

Deiznotājs: 20.0 gab.

Iestādības deiznotājs: 0.0 gab.

Izstrādātāja identifikācijas numurs: Spārņi bēh

Ierīces numurs: --

Pasūtītājs: --

Originali jebnīc tehnoloģija: Nē

Dokumenti saraksts:

Atbilstošs apliecināšanas dokuments: BS-8129\_01\_018 30.05.2021 09:52 00100

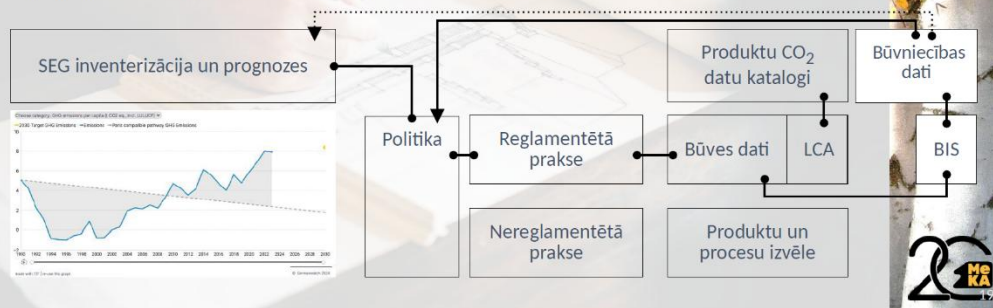
Verifikācija: BS-8129\_2\_010 30.05.2021 09:54 100100

Materiālu apstiprināšanas ieraksti:

Numurs	Statuss	Apstiprināšanas datums
20	Apstiprināts	15.10.2021 11:41

## Secinājums no citu valstu pieredzes

- Valstis, kas virzās uz klimatneitralitāti, apzināti padara būvniecības emisijas redzamas
- LCA aprēķini kļūst par praktisku tiltu starp nacionālo SEG uzskaiti un produktu līmeņa rīcību
- Bez sakārtotiem un harmonizētiem datiem, kas saista izstrādājumus ar procesiem, politikas instrumenti paliek teorētiski



Datu integrācijas Būvniecības informācijas (BIS) sistēmā priekšlikuma prezentācija  
BVKB

## Paldies par uzmanību un līdzdalību!

Jautājumi, ierosinājumi un sadarbības idejas ir ļoti gaidītas.



Edvins Grants

edvins.grants@e-koks.lv

SIA "Meža un koksnes produktu  
pētniecības un attīstības institūts"



## Pielikums Nr. 2

### MK noteikumu projekta melnraksts – pamattekstis

#### I nodaļa. Vispārīgie noteikumi

1. Noteikumu priekšmets.
  - 1) Noteikumi nosaka prasības būvju dzīves cikla siltumnīcefekta gāzu emisiju radītā globālās sasilšanas potenciāla aprēķināšanas nacionālajai metodei, kuras rezultāti tiek izmantoti kā ilgtspējas kritērijs ēku un inženierbūvju būvprojektu vērtēšanā, tajā skaitā publisko iepirkumu procesā.
2. Noteikumu mērķis.
  - 1) Noteikumu mērķis ir noteikt kārtību, kādā aprēķina būvju projektētā dzīves cikla siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisijas.
  - 2) Saistīt emisiju aprēķinus ar būvniecības procesiem, būvizstrādājumu ražošanas procesiem un par tiem izdotajām izstrādājumu ietekmes uz vidi datu deklarācijām, kā arī valsts kopējo SEG inventarizāciju.
  - 3) Nodrošināt vienotu metodiku un salīdzināmību Latvijas būvniecības nozarē.
3. Noteikumu darbības joma.
  - 1) 3. grupas ēkām, kuru lietderīgā grīdas platība nav mazāka par 1000 m<sup>2</sup>;
  - 2) 3. grupas inženierbūvēm, kas tiek projektētas un būvētas publiskā iepirkuma procesa ietvaros.
  - 3) Noteikumi attiecas uz jaunbūvēm, rekonstrukcijām un būtiskām atjaunošanām.
4. Definīcijas.
  - 1) **Dzīves cikla novērtējums** – angļu val. *Life Cycle Assessment (LCA)* – produkta vai būves dzīves cikla izvērtējums, kurā analizē, kā resursu ieguve, ražošana, transportēšana, būvniecība, ekspluatācija, uzturēšana un utilizācija rada siltumnīcefekta gāzu emisijas (SEG) un citas ietekmes uz vidi.
  - 2) **Būvizstrādājuma vides deklarācija** – angļu val. *Environmental Product Declaration (EPD)* — trešās puses verificēts un publiski pieejams dokuments, kurā sniegta kvantitatīva informācija par būvizstrādājuma ietekmi uz vidi visā tā dzīves ciklā.
  - 3) **Deklarētā vienība** – angļu val. *Declared unit* – izstrādājumu apjoma vienība, uz kuru attiecas būvizstrādājuma vides deklarācijā sniegtie kvantitatīvie ietekmes uz vidi rādītāji.
  - 4) **Funkcionālā vienība** – angļu val. *Functional unit* – būves, būvizstrādājuma vai procesa vienība, pret kuru tiek izteikta ietekme uz vidi.
  - 5) **Sistēmas robeža** – angļu val. *System boundary* – standarta procedūrā ar simboliem (A, B, C, D) apzīmēto dzīves cikla posmu kopums, kas nosaka, kuri būves vai būvizstrādājuma dzīves posmi ir iekļauti vai izslēgti ietekmes uz vidi aprēķinos.
  - 6) **Izslēgšanas kritēriji** – angļu val. *cut-off* – kritēriju kopums, saskaņā ar kuriem no dzīves cikla novērtējuma var izslēgt maznozīmīgus procesus vai resursu apjomus, kad to ietekme uz novērtējuma galarezultātiem nepārsniedz noteikto robežsliekšni.

## MK noteikumu projekta melnraksts – pamattekststs

- 7) **Raksturīgais kalpošanas ilgums** – angļu val. *Reference Service Life (RSL)* – novērotais vidējais laika periods, kurā būvei vai būvizstrādājumam, kas lietots atbilstoši uzturēšanas prasībām, vajadzētu saglabāt projektēto un deklarēto veikspēju.
- 8) **Aprēķina kalpošanas ilgums** – angļu val. *Reference Study Period (RSP)* – noteikts laika periods, kas izmantots būves dzīves cikla novērtējumā kā pamats vides ietekmes aprēķiniem, atkarīgs no būves veida, lietošanas veida un būves daļas.
- 9) **Dzīves cikla modulis** – angļu val. *Life cycle module* – dzīves cikla novērtējuma sastāvdaļa, kas standarta procedūrā noteikta kā konkrēts dzīves cikla posms (A1–A3, A4–A5, B1–B7, C1–C4, D) un kurā tiek aprēķinātas un uzrādītas būves vai būvizstrādājuma ietekmes uz vidi kvantitatīvās vērtības.
- 10) **Globālās sasilšanas potenciāls** – angļu val. *Global Warming Potential (GWP)* – rādītājs, kas raksturo dažādu siltumnīcas efektu veicinošu gāzu relatīvo ietekmes apjomu uz klimatu 100 gadu ilgā periodā, kas izteikts kilogramos oglekļa dioksīda ekvivalenta (kg CO<sub>2</sub>e) vienībās. Citiem vārdiem: siltumnīcas efektu izraisošas gāzes “globālās sasilšanas potenciāls” ir kopējais ieguldījums globālajā sasilšanā, ko rada attiecīgās gāzes vienas vienības emisija, salīdzinājumā ar etalongāzes – CO<sub>2</sub>, kam ir piešķirta vērtība 1, – vienas vienības emisiju.
- 11) **Globālās sasilšanas potenciāls no fosilo izejvielu patēriņa** - angļu val. *GWP-fossil* – globālās sasilšanas potenciāla rādītājs, kas raksturo siltumnīcas efekta relatīvo daļu, ko izraisa fosilo resursu ieguve un patēriņš, kas izteikts oglekļa dioksīda ekvivalenta vienībās.
- 12) **Globālās sasilšanas potenciāls no biomasas izejvielu izmantošanas** – angļu val. *GWP-biogenic* – globālās sasilšanas potenciāla rādītājs, kas raksturo siltumnīcas efekta daļu, ko izraisa biomasas izcelsmes izejmateriālu izmantošana, to emisijas un piesaiste, izteiktas oglekļa dioksīda ekvivalenta vienībās.
- 13) **Globālās sasilšanas potenciāls no zemes izmantošanas veida vai tā maiņas** – angļu val. *GWP-luluc* – globālās sasilšanas potenciāla rādītājs, kas raksturo siltumnīcas efekta daļu, ko izraisa izstrādājuma izcelsmes vietas zemes izmantošanas veids vai ražošanas izraisītas zemes izmantošanas maiņas radītās emisijas, izteiktas oglekļa dioksīda ekvivalenta vienībās.
- 14) **Kopējais globālās sasilšanas potenciāls** – angļu val. *GWP-total* – globālās sasilšanas potenciāla rādītājs, kas raksturo siltumnīcas efekta gāzu emisiju kopējo apjomu no fosilo izejvielu izmantošanas, biomasas izcelsmes izejvielu izmantošanas un zemes izmantošanas veida vai tā maiņas radītajām emisijām, izteikts oglekļa dioksīda ekvivalenta vienībās.
- 15) **Biogēnā oglekļa krājums** – angļu val. *Biogenic carbon storage* – būvizstrādājumā vai būvē uzkrātais oglekļa daudzums no biomasas izcelsmes izejvielām, kas rodas oglekļa dioksīda piesaistes rezultātā materiāla struktūrā caur bioloģiskiem procesiem. Piesaisītais biogēnais ogleklis saglabājas visu būvizstrādājuma kalpošanas laiku, līdz materiāla bojāejai, tam degradējoties vai sadegot.
- 16) **Oglekļa piesaistīšana** – angļu val. *Carbon sequestration* – process, kurā oglekļa dioksīds no atmosfēras tiek absorbēts un kā ogleklis tiek uzkrāts biomasas izejmateriālā, kas vēlāk pārstrādāts būvizstrādājumos vai citos izstrādājumos.



## MK noteikumu projekta melnraksts – pamattekstis

Efektīvu biogēnā oglekļa krājumu nodrošina tikai izstrādājumi ar ilgu kalpošanas mūžu.

- 17) **Karbonizācija** – angļu val. *Carbonation* – lēns process, kurā kaļķi saturošu materiālu sastāvdaļas reaģē ar atmosfērā esošo oglekļa dioksīdu, veidojot kalcija karbonātu, tādējādi materiāla struktūrā uzkrājot no atmosfēras piesaistīto oglekli.
- 18) **Atkārtota izmantošana** – angļu val. *Reuse* – process, kurā būvizstrādājums vai tā daļa tiek lietota atkārtoti tajā pašā vai citā pielietojumā, nemainot tā sākotnējo formu vai funkciju. Atkārtota izmantošana samazina jaunu būvizstrādājumu ražošanas nepieciešamību un līdz ar to siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisijas no jaunu izejmateriālu ražošanas.
- 19) **Pārstrāde** – angļu val. *Recycling* – process, kurā būvizstrādājums vai tā daļa pēc lietošanas tiek mehāniski, ķīmiski vai citādi pārveidota, lai iegūtu un ražotu izejmateriālu jauna izstrādājuma ražošanai. Pārstrāde samazina nepieciešamību izmantot primārās izejvielas un līdz ar to arī siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisijas no to ieguves un ražošanas.
- 20) **Izejmateriālu atgūšana enerģijas ražošanai** – angļu val. *Energy recovery* – process, kurā nokalpojušie būvizstrādājumi vai to atlikumi tiek izmantoti kā izejmateriāli enerģijas ražošanai (siltumam vai elektroenerģijai), aizstājot daļu primāro fosilo resursu patēriņa un samazinot ar to saistīto siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisiju daļu.
- 21) **Scenārijs** – angļu val. *Scenario* – dzīves cikla globālās sasilšanas potenciāla aprēķina procedūrā noteikts pieņēmumu un datu kopums, kas raksturo procesus konkrētā dzīves cikla posmā vai modulī. Scenārijs ietver aprēķina pieņēmumus par materiālu iegūvi, transportēšanu, būvizstrādājumu ražošanu, būvniecību, ekspluatāciju, atjaunošanu, atkritumu apsaimniekošanu un pārstrādi. Scenāriji nosaka aprēķinos izmantotos parametrus, tipiskos pieņēmumus un rādītājus, kas nodrošina salīdzināmību starp aprēķinu rezultātiem.
- 22) **Oglekļa pēda** – angļu val. *Carbon footprint* – apzīmējums būves vai būvizstrādājuma kopējam globālās sasilšanas potenciālam visā tā dzīves ciklā, kas aprēķināts primārajā scenārijā un izteikts oglekļa dioksīda ekvivalenta vienībās.
- 23) **Oglekļa rokas spiediens** – angļu val. *Carbon handprint* – apzīmējums informatīva rakstura informācijai par būves vai būvizstrādājuma pozitīvo ietekmi uz klimatu, kas izpaužas kā siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisiju samazinājums vai novēršana ārpus primārā aprēķina scenārija dzīves cikla robežām, salīdzinot primāro scenāriju ar alternatīvu scenāriju vai risinājumu ietekmi uz vidi.
- 24) **Aizstāšana** – angļu val. *Substitution* – process, kurā alternatīva materiāla vai enerģijas plūsma tiek izmantota, lai aizvietotu primāro materiālu vai enerģijas apjomu aprites ciklā, kam piemīt lielāka negatīvā ietekme uz vidi. Aizstāšana var notikt divos līmeņos:
  - dzīves cikla beigās – kad būvizstrādājuma atlikumi tiek atkārtoti izmantoti, pārstrādāti vai izmantoti enerģijas ražošanai, aizstājot primāro izejvielu vai fosilo energoresursu patēriņu;
  - primāro resursu izmantošanas laikā – kad fosilie energoresursi tiek aizstāti ar alternatīvajiem resursiem, piemēram, saules, vēja, vai no biomasas pārstrādes atlikumiem iegūtās enerģijas.

## MK noteikumu projekta melnraksts – pamattekststs

- 25) **Emisiju koeficients** – angļu val. *Emission factor* – reizinātājs, kas raksturo noteiktas darbības vai procesa radīto siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisiju daudzumu uz vienu aktivitātes vienību.
- 26) **Nominālās emisiju vērtības** – angļu val. *Default values* – tipiskas būvizstrādājumu un dzīves cikla procesu nacionāli noteiktās vidējās siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisiju konservatīvās vērtības, kas noteiktas kā projekta aprēķina nominālās vērtības, ja specifiski dati par būvizstrādājumu vai procesu nav pieejami.
- 27) **Nominālais scenārijs** – angļu val. *Primary scenario* – nacionāli noteikts pamata dzīves cikla aprēķina scenārijs, kas izmantojams par izejas pieņēmumu oglekļa pēdas aprēķinā, ja nav pieejami projektam pielāgoti faktiskie scenāriji. Nominālais scenārijs ietver pieņēmumus par transporta distancēm, transporta veidiem, enerģijas patēriņu un citiem tipiskiem procesa parametriem.
- 28) **Alternatīvais scenārijs** – angļu val. *Alternative scenario* – projektam pielāgots dzīves cikla aprēķina scenārijs, kas ietver faktiskos pieņēmumus un datus par materiālu izvēli, transportu, enerģijas patēriņu, būvniecības procesiem, ekspluatāciju vai atkritumu apsaimniekošanu. Alternatīvais scenārijs tiek izmantots, lai tuvinātu pieņēmumus faktiskajai situācijai vai arī salīdzinātu projekta risinājumu ar nominālo scenāriju un noteiktu emisiju samazinājuma ieguvumus vai papildu slogu.
- 29) **Ilgspējas kritērijs** – angļu val. *Sustainability criterion* – nosacījums, kas tiek izmantots būvprojekta vai būvizstrādājuma vērtēšanā, papildus izmaksām un energoefektivitātei ietverot tā ietekmi uz klimatu. Šo noteikumu piemērošanas kontekstā galvenais ilgspējas kritērijs ir būves vai būvizstrādājuma oglekļa pēda, kas tiek aprēķināta kā kopējais globālās sasilšanas potenciāls visā dzīves ciklā.
- 30) **Aprites cikla pieeja** – angļu val. *Circularity approach* – princips, kurā būvizstrādājumi un materiāli pēc iespējas ilgāk tiek saglabāti aprītē, atkārtoti izmantoti vai pārstrādāti par izejmateriāliem, tādējādi aizstājot un samazinot primāro resursu patēriņu un risinot ar to saistītos vides saglabāšanas izaicinājumus.
- 31) **Robežvērtība** – angļu val. *Limit value* – maksimāli pieļaujamais, šā normatīva kontekstā, ilgspējas kritērija, piemēram, oglekļa pēdas lielums, kas noteikts būves funkcionālajai vienībai atbilstoši dzīves cikla aprēķina rezultātiem. Robežvērtība nosaka augšējo sliekšni siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisijām, kas pieļaujama būvei atkarībā no būves veida un funkcijas.

**II nodaļa. Dzīves cikla aprēķina metodika**

5. Dzīves cikla posmi un moduļi
- 5.1. Būvju dzīves cikla aprēķins tiek veikts, izmantojot dzīves cikla moduļu sistēmu saskaņā ar standartizētu metodi.
- 5.2. Dzīves cikla moduļi ir grupēti šādos posmos:
- 5.2.1. A posms – Dzīves cikla sākuma posms:
- Modulis **A1** – izejvielu ieguve;
  - Modulis **A2** – izejvielu piegāde uz pirmapstrādes vietu;
  - Modulis **A3** – izejvielu pārstrāde būvizstrādājumos;
  - Modulis **A4** – būvizstrādājumu piegāde uz iebūvēšanas vietu;

## MK noteikumu projekta melnraksts – pamattekststs

- Modulis **A5** – Būvizstrādājumu uzstādīšana un montāža.
- 5.2.2. B posms – Dzīves cikla vidus posms:
  - Modulis **B1** – lietošana;
  - Modulis **B2** – regulārā uzturēšana;
  - Modulis **B3** – remonts;
  - Modulis **B4** – nebūtiska atjaunošana;
  - Modulis **B5** – būtiska atjaunošana;
  - Modulis **B6** – ekspluatācijas laika enerģijas patēriņš;
  - Modulis **B7** – ekspluatācijas laika dzeramā ūdens patēriņš.
- 5.2.3. C posms – Dzīves cikla beigu posms:
  - Modulis **C1** – demontāža;
  - Modulis **C2** – būvgružu transportēšana uz pārstrādes vietu;
  - Modulis **C3** – būvgružu pārstrāde;
  - Modulis **C4** – utilizācija.
- 5.2.4. D posms – ārpus primārā dzīves cikla:
  - Modulis **D** – iespējamie ieguvumi no atgūto materiālu nākamā dzīves cikla.
- 5.3. Dzīves cikla moduļu shēma ir attēlota pielikumā 1.
- 6. Būvju dzīves cikla aprēķina datu avoti un kvalitāte
- 6.1. Būvju dzīves cikla aprēķinos izmanto šādus datu avotus:
  - 6.1.1. Trešās puses verificētas būvizstrādājumu vides datu deklarācijas, kas atbilst EN 15804 standarta aktuālajai versijai;
  - 6.1.2. Būvprojekta specifiski dati par būvniecības procesiem, būvniecības procesu apjomiem, transportēšanas distancēm un enerģijas patēriņu;
  - 6.1.3. Nacionālās nominālās emisiju koeficientu vai scenāriju vērtības, ja nav zināmi faktiskie būvprojekta specifiskie dati vai nav pieejamas būvizstrādājumu vides deklarācijas.
- 6.2. Datu lietošanas izvēlei ir šādas prioritātes:
  - 6.2.1. Būvprojekta specifiskie dati;
  - 6.2.2. Trešās puses verificētas būvizstrādājumu vides deklarācijas, kas atbilst aktuālajai EN 15804 standarta versijai;
  - 6.2.3. Nacionālās nominālās emisiju vērtības.
- 6.3. Visi izmantotie dati ir dokumentējami tā, lai nodrošinātu aprēķina pārskatāmību. Izsekojamību un rezultātu salīdzināmību.

**III nodaļa. Aprēķina kārtība**

- 7. Būvju dzīves cikla aprēķina stadijas
- 7.1. Šo noteikumu darbības jomā ietilpstošām 3. grupas ēkām un 3. grupas inženierbūvēm dzīves cikla globālās sasilšanas potenciāla aprēķins, saskaņā ar šajos noteikumos noteikto metodiku, tiek veikts un iesniegts vismaz trīs būvprojekta stadijās:
  - 7.1.1. sākotnējais aprēķins – būvniecības ieceres saskaņošanas stadijā (skiču projekta ietvaros), izmantojot nacionālās nominālās emisiju vērtības;
  - 7.1.2. precizētais aprēķins – būvatļaujas saņemšanas stadijā (būvprojekts minimālā sastāvā), ņemot vērā projektētos risinājumus un pieejamos būvizstrādājumu vides deklarāciju datus;

## MK noteikumu projekta melnraksts – pamattekstis

- 7.1.3. detalizētais aprēķins – tehniskā projekta stadijā, ietverot būvizstrādājumu un būvniecības procesu apjomus, transporta un enerģijas patēriņu, nodrošinot salīdzināmību ar iepriekšējām būvprojekta stadijām.
- 7.2. Būvju dzīves cikla radītais globālās sasilšanas potenciāls tiek aprēķināts, summējot aprēķinā ietvertu dzīves cikla moduļu esošo materiālu un procesu summārās ietekmes, izmantojot šādus soļus:
- 7.2.1. Nosaka aprēķinā aplūkotās būves dzīves cikla sistēmas robežu atbilstoši šo noteikumu 4. punktā ietvertajai definīcijai un 5. punktā noteiktajam moduļu dalījumam. Sistēmas robeža aprēķinā tiek piemērota atbilstoši būvniecības ieceres veidam:
- Jaunbūvēm veic dzīves cikla sākuma posma (A1–A5 moduļu) oglekļa pēdas aprēķinu nominālajā scenārijā; rezultātus var informatīvi papildināt ar dzīves cikla vidus (B moduļu) un beigu posma (C moduļu) oglekļa pēdas aprēķiniem, kā arī ārpus dzīves cikla (D moduļa) ieguvumu un alternatīvo scenāriju aprēķiniem;
  - būtiskas atjaunošanas gadījumā veic dzīves cikla sākuma posma nominālā scenārija aprēķinu (ja nav pieejams attiecīgās būves oriģinālā būvprojekta dzīves cikla aprēķins, aprēķins obligāti tiek veikts, izmantojot nominālās vērtības) un B5 moduļa aprēķinu; rezultātus var informatīvi papildināt ar dzīves cikla beigu posma aprēķiniem, kā arī ārpus dzīves cikla ieguvumiem un alternatīvajiem scenārijiem;
  - nojaukšanas gadījumā veic dzīves cikla beigu posma (C moduļu) nominālā scenārija aprēķinu; rezultātus var informatīvi papildināt ar ārpus primārā dzīves cikla (D moduļa) ieguvumiem un alternatīvo scenāriju aprēķiniem.
- 7.2.2. Aprēķinā fiksē un dokumentē būvprojekta specifiskos datus, kas nodrošina aprēķina pārskatāmību un atkārtojamību:
- aprēķinā ietvertu būvizstrādājumu, materiālu un pakalpojumu sarakstu, norādot to funkcionālo vienību;
  - aprēķinā ietvertu būvizstrādājumu, materiālu un pakalpojumu apjoma specifiskos datus, kas iegūti no būvprojekta dokumentācijas, tāmes vai BIM modeļa;
  - izmantoto datu avotu veidu katrai aprēķina pozīcijai (trešās puses verificētas vides deklarācijas, projektam atbilstoši dati vai nacionālās nominālās emisiju vērtības)
  - datu kvalitātes un izsekojamības informāciju, norādot aprēķina pieņēmumus, datu avotu publikācijas gadu un derīguma termiņu, ja tāds ir noteikts.
- 7.2.3. Katra būvprojektā ietvertā materiāla vai pakalpojuma radītais globālās sasilšanas potenciāls tiek aprēķināts, materiāla vai pakalpojuma apjomu ( $m_i$ ) reizinot ar tā attiecīgajā dzīves cikla modulī noteikto emisiju koeficientu ( $GWP_{f,M,i}$ ), kas iegūts no trešās puses verificētām būvizstrādājuma vides deklarācijām vai nacionālo nominālo emisiju vērtību saraksta, izmantojot šādu formulu:

$$OP_{GWP_{f,M}} = \sum_{i=1}^n m_i \times GWP_{f,M,i}$$

kur

## MK noteikumu projekta melnraksts – pamattekstis

$m$  – materiāla vai pakalpojuma apjoms, izteikts ar atbilstošu funkcionālo vienību;

$i$  – aprēķina pozīcijas kārtas numurs (1,2,3 ... n);

$n$  – kopējais aprēķina pozīciju skaits;

$M$  – dzīves cikla moduļa apzīmējums (A1 – A3, A4 – A5, B1 – B5, B6, B7, C1 – C4);

$m_i$  – attiecīgās aprēķina pozīcijas apjoms, izteikts funkcionālajās vienībās;

$GWP_{f,M,i}$  – attiecīgās aprēķina pozīcijas globālās sasilšanas potenciāla emisiju koeficients fosilo izejvielu patēriņam, attiecīgajā dzīves cikla modulī ( $kgCO_2e/preces$  vai  $pakalpojuma deklarētā vienība$ );

$OP_{GWP_{f,M,i}}$  – attiecīgās aprēķina pozīcijas oglekļa pēdas vērtība attiecīgajā dzīves cikla modulī, ( $kgCO_2e$ ).

7.2.4. Būves kopējais dzīves cikla radītais globālās sasilšanas potenciāls tiek aprēķināts, summējot sistēmas robežās ietverto dzīves cikla moduļu (A, B, C posmu) summārās vērtības. Rezultāts tiek attiecināts pret būves funkcionālo vienību:

$$OP_{GWP_f} = \frac{\sum_{M \in \{A,B,C\}} OP_{GWP_{f,M}}}{x}$$

kur

$x$  – Ēkām aprēķina platība ( $m^2$ ), savukārt inženierbūvēm dzīves cikla oglekļa pēdu vērtības attiecina secīgi gan pret deklarēto apbūves laukumu ( $m^2$ ), gan būvapjomu ( $m^3$ );

$\sum_{M \in \{A,B,C\}} OP_{GWP_{f,M}}$  – attiecīgās sistēmas robežas dzīves cikla posma summārā oglekļa pēdas vērtība, ( $kgCO_2e$ );

$OP_{GWP_f}$  – būves dzīves cikla oglekļa pēda izteikta, kā globālās sasilšanas potenciāls no fosilo izejvielu patēriņa, kura izteikta, kā ( $kgCO_2e$ ) attiecība pret būves funkcionālo vienību.

7.2.5. Būves biogēnā oglekļa krājums tiek aprēķināts, summējot būvprojektā ietverto biomasas izcelsmes materiālu apjomu un to emisiju koeficientus, kas norāda uz biogēnā oglekļa piesaisti attiecīgajā dzīves cikla modulī. Aprēķinu veic pēc formulas:

$$OP_{GWP_{b,M}} = \sum_{i=1}^n m_i \times GWP_{b,M,i}$$

kur

## MK noteikumu projekta melnraksts – pamattekstis

$GWP_{b,M,i}$  – attiecīgās aprēķina pozīcijas globālās sasilšanas potenciāla emisiju koeficients biomasas izcelsmes izejvielu patēriņam, attiecīgajā dzīves cikla modulī ( $kgCO_2e/preces\ vai\ pakalpojuma\ deklarētā\ vienība$ );

$OP_{GWP_{b,M,i}}$  – attiecīgās aprēķina pozīcijas biogēnā oglekļa globālās sasilšanas potenciāla vērtība attiecīgajā dzīves cikla modulī, ( $kgCO_2e$ ).

7.2.6. Vispārīgā gadījumā koksne piesaistītā jeb sequestrētā oglekļa globālās sasilšanas potenciāla koeficientu atļauts aprēķināt pēc sekojošas formulas:

$$S_{CO_2} = \frac{44}{12} \times cf \times \frac{1}{1 + \frac{u}{100}}$$

kur

$\frac{44}{12}$  – Ogļskābās gāzes ( $CO_2$ ) un oglekļa ( $C$ ) molmasu attiecība;

$cf$  – Oglekļa daļa koksnes sausnē (Ja nav specifisku datu, tad vispārīgam aprēķinam pieņem  $cf = 0,5$ );

$u$  – Koksnes absolūtais mitrums (Ja nav specifisku ekspluatācijas apstākļiem definētu līdzsvara mitruma vērtību un būvizstrādājuma datu, tad vispārīgiem aprēķiniem var pieņemt  $u = 12\%$ , kas atbilst koksnes līdzsvara mitrumam standarta EN 1995-1-1 definētajiem 1. servisa klases ekspluatācijas apstākļiem);

$S_{CO_2}$  –  $kg$  koksnes piesaistītā oglekļa daudzums ( $kgCO_2/kg$ ), ko vispārīgā gadījumā var izteikt kā globālās sasilšanas potenciāla  $i$ -tā biomasas materiāla biogēnā oglekļa koeficientu izejmateriālu ieguves sākumā (modulis A1)  $GWP_{b,A1,i} = -1,64$  ( $kgCO_2e/kg$ ).

7.2.7. Būves kopējais dzīves cikla biogēnā oglekļa krājums tiek aprēķināts, summējot sistēmas robežās ietvertu dzīves cikla moduļu (A, B, C posmu) summārās vērtības. Rezultāts tiek attiecināts pret būves funkcionālo vienību un uzrādīts kā atsevišķa vērtība nesummējot ar globālās sasilšanas potenciāla vērtībām no fosilo izejmateriālu patēriņa:

$$OP_{GWP_b} = \frac{\sum_{M \in \{A,B,C\}} OP_{GWP_{b,M}}}{x}$$

7.3. Dzīves cikla moduļu specifisko emisiju koeficientu un funkcionālo vienību noteikšana.

7.3.1. Dzīves cikla aprēķinā emisiju koeficienti un funkcionālās vienības tiek noteiktas katram dzīves cikla modulim atsevišķi, atbilstoši šo noteikumu pielikumos sniegtajām nominālajām vērtībām vai, ja dati pieejami, tad no būvizstrādājumu ekspluatācijas īpašību deklarācijām vai trešās puses verificētām būvizstrādājumu vides datu deklarācijām.

7.3.2. Katram dzīves cikla modulim tiek izmantots tā specifiskais emisiju koeficients, kas raksturo siltumnīcefekta gāzu emisiju daudzumu uz deklarēto vienību, izteiktu oglekļa dioksīda ekvivalentos ( $kg\ CO_2e$ ). Aprēķinā izmanto šādu datu prioritātes secību:

## MK noteikumu projekta melnraksts – pamatteksts

- Būvprojekta specifiskie dati par materiālu apjomiem, transportu piegāžu ķēdēs, enerģijas un degvielas patēriņu;
  - Būvizstrādājumu ekspluatācijas īpašību deklarācijas, kas sagatavotas saskaņā ar saskaņotajiem noteikumiem par būvizstrādājumu atbilstības noteikšanu;
  - Trešās puses verificētas būvizstrādājumu vides deklarācijas, kas atbilst EN 15804+A2;
  - Nacionālās nominālās emisiju vērtības, kas noteiktas šo noteikumu pielikumos.
- 7.3.3. Ja projektā nav pieejami būvizstrādājuma vai procesa specifiskie dati, aprēķinā izmanto nacionālās nominālās vērtības – konservatīvas nacionālās vidējās emisiju koeficientu vērtības un tipveida scenārijus.
- 7.3.4. Nacionālie nominālie emisiju koeficienti un funkcionālās vienības būvizstrādājumu dzīves cikla moduļiem doti šī normatīva pielikuma 1. tabulā.
- 7.3.5. Tipiskie transporta emisiju koeficienti doti šī normatīva pielikuma 2. tabulā.
- 7.3.6. Tipiskie energopatēriņa emisiju koeficienti doti šī normatīva pielikuma 3. tabulā.
- 7.3.7. Dzīves cikla aprēķinā izmantotie emisiju koeficienti un datu avoti dokumentējami pie katras aprēķina pozīcijas, norādot datu avotu (būvizstrādājuma vides datu deklarācija, projekta dati vai pielikuma atsauce), publikācijas gadu un derīguma termiņu (ja piemērojams).
- 7.4. Datu avotu kvalitāte un nenoteiktības prasības.
- 7.4.1. Dzīves cikla aprēķinā izmantoto emisiju koeficientu datiem jānodrošina aprēķina rezultāta pārskatāmība, atkārtojamība un salīdzināmība starp būvprojektiem.
- 7.4.2. Emisiju koeficientu precizitātes līmenis tiek noteikts katram aprēķina datu avotam individuāli, izmantojot šādu četrpakāpju skalu (A–D), kur:
- | Līmenis  | Datu precizitātes līmenis | Aprēķina datu raksturojums   |
|----------|---------------------------|--|
| <b>A</b> | Augsts                    | Trešās puses verificēti, aktuāli ( $\leq 5$ gadi), mērījumiem un ģeogrāfiskai lokācijai atbilstoši dati                            |
| <b>B</b> | Labs                      | Publicēti datu avoti, kas daļēji aptver izmērītos procesus un reģionālos apstākļus vai ir vecāki par 5 gadiem.                     |
| <b>C</b> | Vidējs                    | Aprēķinātas vai modelētas vērtības, kas atspoguļo līdzīgu produktu vai procesu emisijas.   |
| <b>D</b> | Zems                      | Nominālas vai tipiskas vērtības, kuru izcelsme ir nacionālās vidējās vērtības mērītiem un modelētiem datiem un datējums nav zināms |
- 7.4.3. Ja dzīves cikla aprēķinā tiek izmantoti dati, kuru precizitātes līmenis ir zemāks par B, attiecīgie emisiju koeficienti tiek palielināti, piemērojot konservatīvu nenoteiktības koeficientu 1,25, kas atspoguļo iespējamo datu nenoteiktības ietekmi uz aprēķina rezultātu.
- 7.4.4. Nenoteiktības koeficients, kā reizinātājs, tiek piemērots katras aprēķina pozīcijas raksturīgajai emisiju koeficienta vērtībai, kas klasificēta, kā C vai D precizitātes līmeņa datu vērtība.

## MK noteikumu projekta melnraksts – pamattekstis

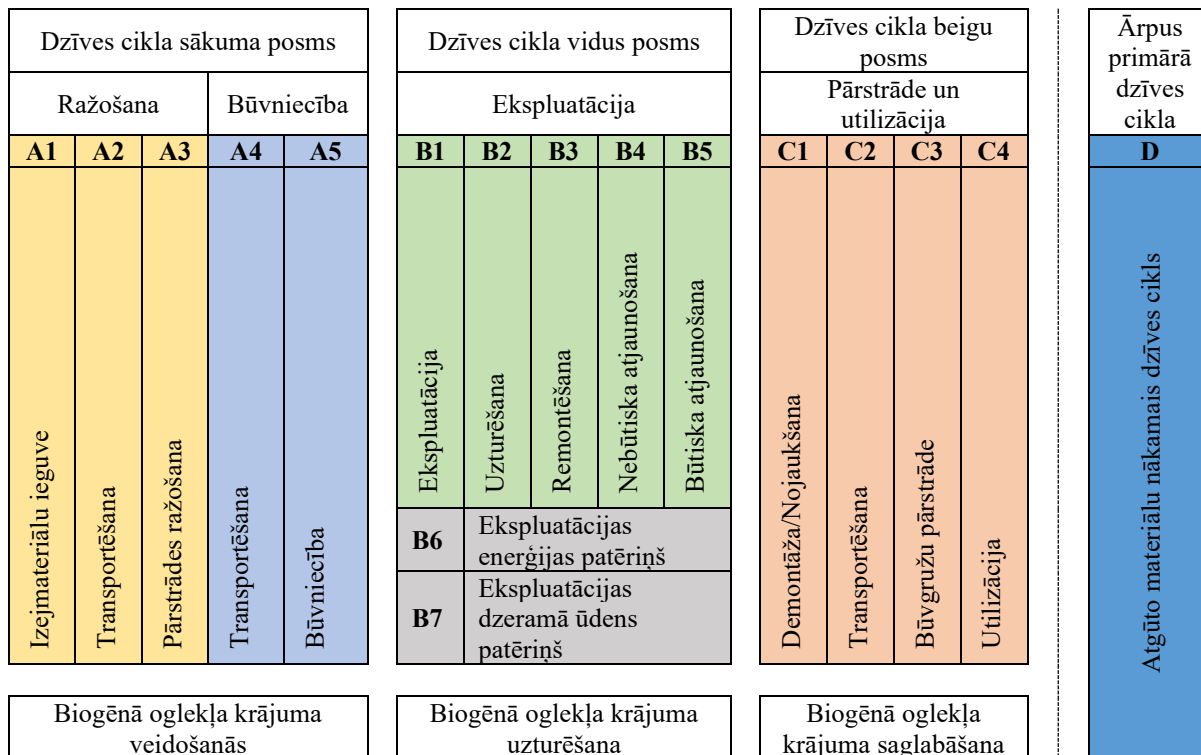
- 7.4.5. Ja aprēķinā izmantoti augstas precizitātes dati (A vai B līmenis), nenoteiktības koeficients nav jāpiemēro.
- 7.4.6. Lietotais aprēķina emisiju koeficientu raksturīgo vērtību precizitātes līmenis un piemērotais nenoteiktības koeficients norādāms aprēķina dokumentācijā pie attiecīgās aprēķina pozīcijas.
- 7.5. Aprēķina rezultātu demonstrēšana
- 7.5.1. Dzīves cikla aprēķina rezultāti uzrādāmi kā globālās sasilšanas potenciāla vērtības, izteiktas oglekļa dioksīda ekvivalenta vienībās ( $\text{kg CO}_2\text{e}$ ).
- 7.5.2. Rezultāti jāuzrāda sadalījumā pa dzīves cikla moduļiem un ietekmes kategorijām šādā kārtībā:
- Obligāti uzrādāmais rezultāts sekojošiem moduļiem: A1 – A3, A4, A5.
  - Neobligāti, informatīvi uzrādāmie moduļi: B1 – B5 (B6, B7), C1 – C4 un D (atkarīgs no datu pieejamības un būvprojekta projektēšanas uzdevuma specifikas).
  - Ēku dzīves cikla B posma, B6 un B7 moduļu globālās sasilšanas potenciālu uzrāda atbilstoši Ministru kabineta noteikumiem par ēku energoefektivitāti un energosertifikāciju.
- 7.5.3. Katra dzīves cikla posma aprēķina rezultāti uzrādāmi atsevišķi šādām aprēķina komponentēm:
- būves dzīves cikla oglekļa pēdas vērtība ( $OP_{GWP_f}$ ) izteikta, kā summārā globālās sasilšanas potenciāla vērtība ( $tCO_2e$ ) no fosilo izejvielu patēriņa, un atsevišķi summārais globālās sasilšanas potenciāla vienību skaits ( $\text{kgCO}_2e$ ) attiecināts pret būves funkcionālo vienību.
  - Būves dzīves ciklā noglabātā biogēnā oglekļa krājums ( $OP_{GWP_b}$ ) izteikts, kā globālās sasilšanas potenciāl vērtība ( $tCO_2e$ ) no biomasas izejvielu patēriņa, un atsevišķi summārais globālās sasilšanas potenciāla vienību skaits ( $\text{kgCO}_2e$ ) attiecināts pret būves funkcionālo vienību.
- 7.5.4. Dzīves cikla aprēķina rezultātu uzrādīšanai izmanto šādas funkcionālās vienības:
- Ēkām – attiecinot aprēķina globālās sasilšanas potenciāla komponentes summārās vērtības pret aprēķina laukumu ( $\text{kgCO}_2e/m^2$ ).
  - Inženierbūvēm, ražošanas ēkām un noliktavām, to starpā arī lauksaimniecības ražošanas ēkām un būvēm – globālās sasilšanas potenciāla komponentes summārās vērtības attiecina pret apbūves laukumu ( $\text{kgCO}_2e/m^2$ ). un būvapjomu ( $\text{kgCO}_2e/m^3$ ).
  - Ainavas būvēm – globālās sasilšanas potenciāla komponentes summārās vērtības attiecina pret apbūves laukumu ( $\text{kgCO}_2e/m^2$ ).
  - Tiltiem – globālās sasilšanas potenciāla komponentes summārās vērtības attiecina pret tilta klātnes funkcionālo laukumu ( $\text{kgCO}_2e/m^2$ ).
  - Ceļiem – globālās sasilšanas potenciāla komponentes summārās vērtības attiecina pret apbūves laukumu ( $\text{kgCO}_2e/m^2$ ).
  - Dzelzceļam – globālās sasilšanas potenciāla komponentes summārās vērtības attiecina pret trases garumu ( $\text{kgCO}_2e/\text{km}$ ).
  - Cauruļvadiem – globālās sasilšanas potenciāla komponentes summārās vērtības attiecina pret trases garumu ( $\text{kgCO}_2e/\text{km}$ ).



MK noteikumu projekta melnraksts – pamatteksts

- 7.5.5. Būvprojekta dzīves cikla A posma (A1 – A5) oglekļa pēdas aprēķina vērtība ir deklarējamā vērtība, kas izmantojama būvprojektu salīdzināšanai vai publiskā iepirkuma vērtēšanai.
- 7.5.6. Dzīves cikla B un C posmu oglekļa pēdas aprēķina vērtības ir informatīvas, izņemot ēkas energoefektivitātes aprēķina rezultātus no B posma B6 un B7 moduļa, kuru aprēķina kārtību nosaka noteikumi par ēku energoefektivitātes aprēķinu un sertifikāciju.
- 7.5.7. Aprēķina kopsavilkums uzrādāms vienotā formā, kā norādīts šo noteikumu Pielikumā 2 “Aprēķina rezultātu atskaite”, un pievienojams būvprojektam.
- 7.6. Modulis D un oglekļa rokas nospieduma uzrādīšana.
  - 7.6.1. Modulis D ietver procesus, kas notiek ārpus būves primārā dzīves cikla un rada iespējamu pozitīvu ietekmi uz klimatu nākamajos materiālu vai produktu dzīves ciklos.
  - 7.6.2. Modulī D uzrāda potenciālos ieguvumus no:
    - būvizstrādājumu vai to sastāvdaļu atkārtotas izmantošanas;
    - būvgružu vai materiālu pārstrādes jaunā produktā;
    - būvgružu vai biomasas izmantošanas enerģijas ražošanai, aizstājot fosilo kurināmo.
  - 7.6.3. Modulī D iegūtie rezultāti tiek uzrādīti brīvprātīgi, atsevišķi no dzīves cikla posmiem A–C, kā oglekļa rokas nospiedums.
  - 7.6.4. Šie rezultāti nav summējami kopā ar dzīves cikla kopējo globālās sasilšanas potenciālu.
  - 7.6.5. Ja būvprojekta ietvaros ir zināmi dati par būvizstrādājumu atkārtotu izmantošanu vai pārstrādi, moduli D var noteikt, izmantojot aizstāšanas principu, salīdzinot emisijas, kas novērstas, aizstājot primāro materiālu ražošanu.

Būvju un būvizstrādājumu dzīves cikla shēma



Tabula 1.1

Nominālie būvizstrādājumu emisiju koeficienti (A1 – A3)\*

Izstrādājumu grupa	Izstrādājumu tips	Izstrādājums	Pieņemtais tilpumsvars, ( $kg/m^3$ )	Rekomendētā nominālā emisiju koeficienta vērtība, ( $kgCO_2e/kg$ )
Ceļa segumi	Asfaltbetoni	PG bitumens ar vietējās izcelsmes minerālajām piedevām	2100	0,06
		PMB asfalts ar granīta piedevām	2100	0,09
	Betons	Betona bruģakmeņi	2400	0,13
		Betona borti un apmales	2400	0,12
	Dabīgs akmens	Kalts granīta bruģakmens	2600	0,05
		Kaltas granīta apmales	2600	0,10
Beramie materiāli	Minerālmateriāli	Grants	2000	0,004
		Smilts	1800	0,004
		Dolomīta šķembas	1800	0,004
		Granīta šķembas	1850	0,008
		Putu stikls	250	0,27
Cementi	Cementi	Portland cements (CEM I)	2950	0,67
		Kompozītais portlandcements (CEM II)	2920	0,58
		Sārņu cements (CEM III)	2950	0,44
Apmetumi un mūrjas	Cementa mūrjas un apmetumi	Cementa bāzes sausie maisījumi	1800	0,19
		Cementa bāzes līmjas mūrēšanai	2000	0,38
	Ģipša apmetumi	Ģipša bāzes apmetuma sausie maisījumi	1300	0,12
Stiegrojuma sieti	Stikla šķiedra	Stikla šķiedras sieti	300	1,1
Konstrukciju betoni	Transportbetons	C8/10	2400	0,07
		C16/20	2400	0,08
		C20/25	2400	0,09
		C25/30	2400	0,10

## MK noteikumu projekta melnraksts – pielikumi

		C30/37	2400	0,11
		C35/45	2400	0,12
		C40/50	2400	0,13
		C45/55	2400	0,13
		C50/60	2400	0,14
	Saliekamais dzelzsbetons	Dobtie pārseguma paneļi	2000	0,11
		Dzelzsbetona sijas	2300	0,15
		Dzelzsbetona pārseguma plātnes	2300	0,15
		Dzelzsbetona sienu paneļi siltināti	1800	0,15
		Dzelzsbetona sienu paneļi	2300	0,13
Izstrādājumi mūriem	Keramikas izstrādājumi	Māla ķieģeļi un bruņakmeņi	2150	0,26
		Dobtie māla ķieģeļi un bloki	1200	0,15
	Gāzbetona izstrādājumi	Gāzbetona bloki	450	0,34
		Stiegrots gāzbetona mūra elementi	520	0,40
Metāli	Tēraudi	Stiegrojums	7850	0,56
		Karsti velmēts tērauds	7850	2,40
		Auksti velmēti tērauds	7850	3,08
		Metināti, cinkoti tērauda konstrukciju izstrādājumi	7850	2,56
	Nerūsošais tērauds	Stieņi	7900	3,80
		Plātnes	7900	3,40
		Profili	7900	3,60
	Alumīnijs	Alumīnija folija	2800	12,00
		Alumīnija profili	2700	6,00
		Alumīnija loksnes	2700	10,00
	Varš	Vara plāksnes	8940	0,50
		Vara profili	8960	0,65
		Vara stieples	8960	4,20
Celtniecības plātņu materiāli	Ģipša bāzes plātnes	Augsta blīvuma ģipškartons	875	0,23
		Ģipškartons	670	0,26
Siltumizolācijas materiāli	Putupolistirols	EPS	16	2,90
		XPS	32	2,60
	Citi polimēru siltumizolācijas materiāli	Poliuretāns (PU)	31	3,5
		Tērauda un poliuretāna kompozīt paneļi	120	2,98

## MK noteikumu projekta melnraksts – pielikumi

		Tērauda un poliizociānurenāta (PIR) kompozīt paneļi	115	1,82
	Minerālvate	Akmens vate – zema blīvuma	30	0,50
		Akmens vate – vidēja blīvuma	60	0,50
		Akmens vate – berama	33	0,50
		Stikla vate – zema blīvuma	20	1,00
		Stikla vate – vidēja blīvuma	60	1,00
		Stikla vate – augsta blīvuma	100	1,00
		Stikla vate - berama	30	0,9
			Tērauda un minerālvates kompozītpaneļi	160
	Biomasa izolācijas materiāli	Celulozes šķiedru vates plākšņu izolācija	37	0,85
		Celulozes šķiedru beramā izolācija	30	0,09
Koksnes konstrukciju izstrādājumi	Konstrukciju zāgmateriāli	Zāģēti konstrukciju materiāli - skujkoka	460	0,07
		Kalibrēti konstrukciju zāgmateriāli - skujkoka	460	0,19
	Līmēti konstrukciju kokmateriāli	Līmēti konstrukciju zāgmateriāli (GLT) - skujkoka	480	0,42
		Līmētas konstrukciju plātnes (CLT) - skujkoka	480	0,41
	Koksnes plātņu materiāli	Saplāksnis - Bērza	700	0,49
		Saplāksnis ar pārklājumu - Bērza	700	0,56
		Saplāksnis - skujkoka	460	0,40
		Saplāksnis ar pārklājumu - skujkoka	470	0,49
		Skaidu plāksnes	670	0,56
		Skaidu plāksnes ar pārklājumu	670	0,74

## MK noteikumu projekta melnraksts – pielikumi

		Šķiedru cementa plātnes	1300	0,96
		Augsta blīvuma šķiedru plātnes (HDF)	940	0,22
		Vidēja blīvuma šķiedru plātnes (MDF)	720	0,58
		Vidēja blīvuma šķiedru plātnes ar pārklājumu (MDF)	720	0,76
		Mīkstās šķiedru plātnes	250	0,2
		OSB plātnes	610	0,28
Koksnes apšuvuma materiāli	Sienu un griestu apšuvuma materiāli	Profilēti un krāsoti apšuvuma dēļi - Skujkoka	440	0,22
		Profilētas apšuvuma nobeiguma līstes - priede	495	0,68
		Profilētas apšuvuma nobeiguma līstes - bērza	620	0,52
		Profilētas apšuvuma nobeiguma līstes - ozols	750	0,47
		Krāsotas, profilētas apšuvuma nobeiguma līstes - priede	440	0,95
		Krāsotas, profilētas apšuvuma nobeiguma līstes - bērza	620	0,70
	Termiski modificēta koksne	Termokoksne	430	0,18
Celtniecības membrānas	Tvaika barjeras	Polietilēna (PE) audumi	925	2,2
	Ģeotekstili	Polipropilēna (PP) audumi	900	3,2
Jumta materiāli	Metāla jumta materiāli	Tērauda jumta loksnes	7850	2,60
		Bitumena jumta materiāli	Bitumena mebrānas jumtiem	1410
	Bitumena jumta dakstiņi		1290	0,4

	Betona jumta materiāli	Betona jumta dakstiņi	-	0,14
Būvju komplektējošie būvizstrādājumi	Logi un durvis	Koka – alumīnija logi ar trīs-stiklu loga paketi (39,9 kg/m <sup>2</sup> )	-	1,22

## Piezīmes:

\* Tabulā 1 uzrādītās būvizstrādājumu nominālās vērtības ir tipiskās vērtības, kas nav mērītas tādēļ aprēķina vērtības nosaka nominālās vērtības reizinot ar nenoteiktības koeficientu 1,25.

**Dzīves cikla A4 moduļa transporta emisiju noteikšanas kārtība.**

1. Sistēmas robežas un datu hierarhija.
  - 1.1. Būves dzīves cikla A4 modulis aptver preču (būvizstrādājumu, materiālu, iekārtu) pārvadāšanu no preču ražošanas vietas līdz būvniecības vietai.
  - 1.2. Transporta radīto tipisko emisiju koeficienta vērtību aprēķinā ņem vērā patēriņa apjomu un attiecīgā apjoma degvielas vai elektroenerģijas ieguves emisijas. Aprēķinā transporta emisiju koeficientu izsaka, kā emisiju ekvivalentu (kgCO<sub>2</sub>e) pret kravas svaru (t) un distanci (km).
  - 1.3. Rezultātu uzrādāms, veicot aprēķinu katrai materiāla pozīcijai, kur summāro vērtību attiecina pret būves funkcionālo vienību, iekļaujot visus projektētos piegādes posmus.
  - 1.4. Aprēķinā izmantojamo datu prioritāte:
    - 1) būvprojekta specifiskie dati (būvizstrādājumu svars, transportēšanas distances, transporta vienību skaits un veids);
    - 2) Tehniskie dati no būvizstrādājuma vides datu deklarācijām;
    - 3) Nacionāli noteiktā tipiskās emisiju koeficientu vērtības transporta vienībām.
2. Aprēķina pieņēmumi.
  - 2.1. Projektētās transporta vienības turpceļā uz būvniecības vietu piepildītas par 80%.
  - 2.2. Projektētās transporta vienības atpakaļceļā no būvniecības vietas piepildītas 0%.
  - 2.3. Aprēķina distance:
    - 1) Iekšzemes (Latvijas teritorija) piegādei, ja nav zināma specifiskā būvprojekta informācija, aprēķina distance ir 100 km;
    - 2) Starptautiskajām piegādēm izmanto faktisko informāciju par distanci no būvizstrādājuma ražošanas vietai līdz būvniecības vietai, ja nav zināmi piegādes ķēdes faktiskā informācija.
  - 2.4. Gadījumos, kad piegādes ķēdē ietverti vairāki transporta veidi, aprēķina rezultātus summē.
3. Aprēķina kārtība.
  - 3.1. Globālās sasilšanas koeficientu katram piegādes posmam (*j*) un materiāla pozīcijai (*i*) nosaka šādi:

$$OP_{A4(i,j)} = \sum_{i,j=1}^n m_i \times d_{i,j} \times GWP_{transport,j} \times k$$

, kur

$m_i$  – konkrētā materiāla apjoms (t);

$d_j$  – konkrētā transporta veicamā distance (km);

$k$  – aprēķina rezultāta nenoteiktības koeficients;

$k = 1$ , ja aprēķinā zināmi būvprojekta specifiskie dati, parasti A un B posmos;

$k = 1,25$ , ja aprēķina distances tiek pieņemtas, parasti C un D posmos un lietojot nominālās vērtības.

$GWP_{transport,j}$  – konkrētā transporta veida emisiju koeficients (kgCO<sub>2</sub>e/(t·km)), tipiskās vērtības dotas tabulā 2.1;



$OP_{A4(i,j)}$  – Dzīves cikla A4 moduļa globālās sasilšanas potenciāls ( $\text{kgCO}_2\text{e}$ ).

Tabula 2.1

## Nominālie transporta emisiju koeficienti

Transporta tips	Transporta apakštips	Pieņemtais transporta veida emisiju koeficients, $GWP_{transport}$ ( $\text{kgCO}_2\text{e}/(\text{t}\cdot\text{km})$ )
Autotransports	Kravas auto (15t)	0,143
	Vairāku treileru kravas auto (40t)	0,097
	Beramkravu auto (32t)	0,107
Dzelzceļš	Dīzeļvilciens	0,022
Jūras transports	Konteinerkuģis	0,045
	Beramkravu kuģis	0,013

Piezīmes.

1. Nominālo vērtību koeficienti autotransportam ietver turp un atpakaļceļa vidējo piepildījumu – vidējais piepildījums 40% (turp 80% - atpakaļ 0%);
2. Ja faktiskais kravas piepildījums būtiski atšķiras no 80%, atļauts veikt proporcionālu korekciju.

**Pielikums Nr. 3****Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem  
par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi**

<b><i>Kursa nosaukums</i></b>	<b>Piesaistītā oglekļa aprēķināšana būvkonstrukcijās</b>
<b><i>Kursa kods</i></b>	
<b><i>Zinātnes nozare</i></b>	Būvniecības un transporta inženierzinātnes
<b><i>Zinātnes apakšnozare</i></b>	Citas būvniecības un transporta inženierzinātnes apakšnozares
<b><i>Kredītpunkti (ECTS)</i></b>	3
<b><i>Kopējais stundu skaits kursā</i></b>	16
<b><i>Lekciju stundu skaits</i></b>	8
<b><i>Patstāvīgā darba stundu skaits</i></b>	8
<b><i>Kursa apstiprinājuma datums</i></b>	
<b><i>Atbildīgā struktūrvienība</i></b>	Būvniecības un kokapstrādes institūts
<b><i>Kursa izstrādātājs(-i)</i></b>	

**Priekšzināšanas**

Kursam priekšzināšanas nav nepieciešamas

***Kursa anotācija***

Šis studiju kurss ir izstrādāts, lai sniegtu Latvijas būvinženiekiem visaptverošu un uz pierādījumiem balstītu pamatu piesaistītā oglekļa aprēķiniem un ziņošanai. Materiāls ir strukturēts astoņās lekcijās. Kursam mērķis ir nodrošināt inženieriem nepieciešamās zināšanas un rīkus, lai oglekļa emisiju aprēķināšana kļūtu par neatņemamu projektēšanas procesa sastāvdaļu, tādējādi veicinot ilgtspējīgas un klimatneitrālas būvniecības nozares attīstību.

***Kursa rezultāti un to vērtēšana***

Zināšanas – par oglekļa emisiju novērtēšanas būtību un metodēm, kompetence – izmantot oglekļa emisiju aprēķina metodes zinātniskajā darbā un ēku projektēšanā

***Kursa saturs(kalendārs)***

1. Ievads
2. Termins un standarti
3. Produkta dzīves cikls
4. Produkta dzīves cikla posmi un moduļi
5. Produkta dzīves cikla aprēķins
6. Dzīves cikla aprēķins ēkām
7. Ieguvumi un slodzes ārpus sistēmas robežām (D modulis)

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

8. Piesaistītā oglekļa samazināšana un datu ziņošana

***Prasības kredītpunktu iegūšanai***

Lekciju apmeklējums – vismaz 75% klātbūtne

Patstāvīgais darbs – aprēķinu uzdevums

Nokārtots noslēguma pārbaudes darbs

***Obligātā literatūra***

1. O P Gibbons, J J Orr and W Arnold. How to calculate embodied carbon (Third edition)

<https://www.istructe.org/resources/guidance/how-to-calculate-embodied-carbon/>

2. The Carbon Leadership Forum. Department of Architecture. University of Washington. Life Cycle Assessment of Buildings: A Practice Guide. <https://carbonleadershipforum.org/lca-practice-guide/>

***Papildliteratūra***

1. European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability: International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. First edition March 2010. EUR 24708 EN. Luxembourg. Publications Office of the European Union; 2010. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Handbook-General-guide-for-LCA-DETAILED-GUIDANCE-12March2010-ISBN-fin-v1.0-EN.pdf>Level(s)
2. LEVEL (s) European framework for sustainable buildings [https://green-forum.ec.europa.eu/green-business/levels\\_en](https://green-forum.ec.europa.eu/green-business/levels_en)

***Periodika un citi informācijas avoti***

1. Journal of Building Engineering. Published by Elsevier Ltd. Online ISSN: 2352-7102. Pilni teksti Science Direct datubāzē.
2. Building and Environment. Published by Elsevier Ltd. Print ISSN: 0360-1323  
Online ISSN: 1873-684X. Pilni teksti Science Direct datubāzē.

***Piezīmes***

## Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

**Ievads**

Lai nodrošinātu ilgtspējīgu attīstību, Apvienoto Nāciju Organizācija ir definējusi 17 ilgtspējīgas attīstības mērķus, starp kuriem ir arī mērķis Nr. 13 - nekavējoties rīkoties, lai apkarotu klimata pārmaiņas un to ietekmi. 2015.–2024. gads bija siltākā reģistrētā desmitgade, un 2024. gadā globālā vidējā temperatūra sasniedza 1,55 °C virs pirmsindustriālā līmeņa. Cilvēka darbības izraisītā globālā sasilšana pašlaik pieaug ar ātrumu 0,25 °C desmitgadē. Temperatūras pieaugums par 2 °C, salīdzinot ar pirmsindustriālo periodu, ir saistīts ar nopietnām negatīvām sekām dabas videi, cilvēku veselībai un labklājībai, tostarp daudz lielāku risku, ka notiks bīstamas un, iespējams, katastrofālas izmaiņas globālajā vidē. Šī iemesla dēļ starptautiskā sabiedrība ir atzinusi nepieciešamību saglabāt sasilšanu ievērojami zem 2 °C un pielikt pūles, lai to ierobežotu līdz 1,5 °C.

Galvenais klimata pārmaiņu virzītājspēks ir pastiprinātais siltumnīcas efekts. Noteiktas gāzes Zemes atmosfērā darbojas līdzīgi kā siltumnīcas stikls – tās notur saules siltumu un neļauj tam aizplūst atpakaļ kosmosā, tādējādi izraisot globālo sasilšanu. Daudzas no šīm gāzēm rodas dabīgi, bet cilvēku darbība palielina to koncentrāciju atmosfērā, īpaši: oglekļa dioksīdu (CO<sub>2</sub>), metānu, slāpekļa oksīdu, un fluorētās gāzes (GHG). Šo gāzu ietekmi uz vidi raksturo ar globālās sasilšanas potenciālu 100 gadu periodā (GWP100) un izsaka oglekļa ekvivalentos (CO<sub>2</sub>e), aprēķinot lietojot emisijas faktoros, par kuru apkopošanu un atjaunošanu ir atbildīga klimata pārmaiņu starpvaldību padome (IPCC) un šobrīd norisinās darbs pie tās 7. ziņojuma.

Būvniecības nozare būtiski ietekmē vidi, jo īpaši, veicinot globālās CO<sub>2</sub> emisijas – ēkas rada aptuveni 40 % no tām, tostarp 28 % ekspluatācijas laikā un 10 % no piesaistītā oglekļa. Reaģējot uz to, Eiropas zaļais kurss paredz divpakāpju procesu ceļā uz klimatneitralitāti: emisiju samazinājumu par 55 % līdz 2030. gadam un nulles emisiju līmeni līdz 2050. gadam. Šo mērķu sasniegšanai nepieciešamas inovācijas ikvienā būvniecības procesa posmā, neatkarīgi no projekta mēroga.

Level(s) ir Eiropas Komisijas izstrādāta kopēja sistēma (rāmis), kas paredzēta ēku ilgtspējības novērtēšanai visā to dzīves ciklā. Tā piedāvā standartizētus ilgtspējības indikatorus, lai mērītu un ziņotu par dažādiem aspektiem: oglekļa emisijām (gan ražošanas posmā, gan ekspluatācijas laikā, gan dzīves cikla beigās), materiāliem, ūdens patēriņu, veselību un komfortu, klimatisko ietekmi (piemēram, siltumnīcefekta gāzu emisijām). Šī sistēma palīdz identificēt “karstos punktus” (hotspots) ilgtspējības aspektos: kurās ēkas daļās vai konstrukcijās ir lielas emisijas, resursu patēriņš, ūdens vai citas ietekmes. Tas ļauj mērķtiecīgi veikt uzlabojumus. Level(s) veicina aprites ekonomikas (circular economy) ieviešanu būvniecībā — piemēram jautājumos, kas attiecas uz materiālu izvēli, ilgmūžību, atkārtotu izmantošanu un dzīves cikla beigu posma izvērtēšanu. Šī sistēma atbalsta ES politikas mērķus par klimata pārmaiņu mazināšanu, enerģijas efektivitāti, resursu taupīšanu un veselīgu vidi.

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

Būvinženierim būtiski ieviest Level(s) indikatorus jau projektēšanas sākumā, lai salīdzinātu dažādus konstrukciju / materiālu variantus pēc oglekļa ietekmes, materiālu patēriņa, ūdens patēriņa u.c. Izmantojot Level(s) rokasgrāmatas un kalkulatorus, iespējams veikt aprēķinus un izveidot modeļus, kur iespējams redzēt, kuri risinājumi būtu optimāli. Vēlams iekļaut Level(s) rādītājus projektos, kas tiek iesniegti būvvaldēs, investoram vai sertifikācijas sistēmām, ja šīs iestādes/puses pieprasa vai dod priekšroku ilgtspējības novērtējumiem. Ziņošana pēc Level(s) standartiem palīdz nodrošināt, ka dati un metodoloģija ir saprotama un salīdzināma.

Pēc ēkas nodošanas ekspluatācijā iespējams izmantot Level(s), lai monitorētu vai pārskatītu ēkas sniegumu attiecībā uz komfortu, veselību, enerģijas izmantošanu un oglekļa emisijām dzīves cikla laikā. Var ieviest uzlabojumus ekspluatācijas laikā (apkure/apsilde, ventilācija, materiālu nomainā), balstoties uz Level(s) indikatoriem. Iespējams lietot Level(s) kā pierādījumu, ka ēka vai projekts tiek veidots, ņemot vērā ilgtspējības standartus. Projekta snieguma prezentēšana skaidros kvantitatīvos indikatoros (Level(s)) palielina projekta uzticamību un var palīdzēt piesaistīt finansējumu vai apliecināt atbilstību regulām.

Saskaņā ar Level(s), ir seši makro-mērķi:

Siltumnīcas efekta gāzu emisijas visā ēkas dzīves ciklā

2. Resursu efektīvi un apritīgi materiālu dzīves cikli
3. Ūdens resursu efektīva izmantošana
4. Veselībai draudzīgas un ērtas telpas
5. Pielāgošanās un noturība pret klimata pārmaiņām
6. Optimālas dzīves cikla izmaksas un vērtība

Šiem sešiem virsmērķiem ir definēti 16 snieguma indikatori, no kuriem pirmā mērķa otrais apakšindikators ir dzīves cikla globālās sasilšanas potenciāls ( $\text{CO}_2\text{e}/\text{m}^2/\text{gadā}$ ).

Tādējādi  $\text{CO}_2$  ekv. aprēķinu mērķis atbilstoši Eiropas Komisijas pamatnostādņēm ir palīdzēt ne vien izmērīt, bet arī samazināt emisijas, veicinot efektīvāku resursu izmantošanu, atkārtotu materiālu lietošanu un pāreju uz aprites ekonomiku. Tādējādi oglekļa aprēķini kļūst par būtisku instrumentu, kas palīdz saskaņot būvniecības praksi ar globālajiem klimata mērķiem.

Tieši būvinženieriem ir būtiska loma šajā procesā. Viņu lēmumi par konstrukciju risinājumiem, materiālu izvēli un projektēšanas stratēģijām tieši ietekmē projekta oglekļa pēdu. Piemēram, tiek lēsts, ka vidēji būvinženieris, kas ir atbildīgs par aptuveni  $5000 \text{ m}^2$  attīstību gadā un sasniedz 20% iebūvētā oglekļa samazinājumu (t.i.,  $40 \text{ kgCO}_2\text{e}/\text{m}^2$  samazinājumu), var ietaupīt  $200\,000 \text{ kgCO}_2\text{e}$  gadā. Tas ir ievērojami vairāk nekā to nodrošina individuāli dzīvesveida pielāgojumi, piemēram, viena ekonomiskās klases lidojuma atcelšana uz Ņujorku ( $1100 \text{ kgCO}_2\text{e}$  ietaupījums), gaļas un piena produktu izslēgšana no uztura ( $1400 \text{ kgCO}_2\text{e}/\text{gadā}$ ) vai automašīnas vadīšanas pārtraukšana ( $2600 \text{ kgCO}_2\text{e}/\text{gadā}$ ). Šie salīdzinājumi spilgti parāda būvinženieru profesijas ietekmes būtiskumu.

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu  
ietekmi uz vidi

Ar integrētiem aprēķiniem, agrīnu iejaušanos projektos, oglekļa samazināšanas hierarhijas principiem un ciešu sadarbību ar citām iesaistītajām pusēm, būvinženieri var kļūt par galvenajiem virzītājiem būvniecības dekarbonizācijā.

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

### Lekcijas literatūra

- IPCC. CLIMATE CHANGE 2023 Synthesis Report.

[https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_Full\\_Volume.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_Full_Volume.pdf)

- O P Gibbons, J J Orr and W Arnold. How to calculate embodied carbon (Third edition)

<https://www.istructe.org/resources/guidance/how-to-calculate-embodied-carbon/>

Apvienotās Nācijas. Ilgtspējīgas attīstības mērķi. <https://sdgs.un.org/goals>

Katarzyna Jeleniewicz, Olga Szlachetka, Łukasz Mazur. Environmental and circularity assessment of steel and timber structures in a small-scale residential building. Journal of Building Engineering, Volume 110, 2025.

<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2025.113020>.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710225012574>

Nejat P., Jomehzadeh F., Taheri M.M., Gohari M., Abd. Majid M.Z. A global review of energy consumption, CO<sub>2</sub> emissions and policy in the residential sector (with an overview of the top ten CO<sub>2</sub> emitting countries. 2015. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 43, pp. 843 – 862. DOI: 10.1016/j.rser.2014.11.066 <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84915821869&doi=10.1016%2fj.rser.2014.11.066&partnerID=40&md5=2d69365a89f5b280692564e6e1e219bc>

EIROPAS PARLAMENTA UN PADOMES REGULA (ES) 2021/1119 (2021. gada 30. jūnijs), ar ko izveido klimatneitralitātes panākšanas satvaru un groza Regulas (EK) Nr. 401/2009 un (ES) 2018/1999 (“Eiropas Klimata akts”). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1119>

Ekonomikas ministrija. LATVIJAS BŪVNICĪBAS NOZARES STRATĒGIJA 2025-2030 <https://www.em.gov.lv/lv/media/20655/download?attachment>

LEVEL (s) European framework for sustainable buildings [https://green-forum.ec.europa.eu/green-business/levels\\_en](https://green-forum.ec.europa.eu/green-business/levels_en)

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

### **Termini un standarti**

Šajā jomā, kas saistīta ar iebūvētā oglekļa aprēķiniem un oglekļa pārvaldību būvniecībā, ir vairāki galvenie termini un standarti, kas nodrošina kopīgu valodu un metodoloģiju. Būtiskākie standarti:

LVS EN ISO 14040:2006/A1:2021 Vides pārvaldība. Dzīves cikla novērtēšana. Principi un struktūra. 1.grozījums. (Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework). Šis starptautiskais standarts apraksta dzīves cikla novērtējuma (LCA) principus un struktūru, kas ietver mērķa un tvēruma definēšanu, dzīves cikla inventarizācijas analīzi (LCI), dzīves cikla ietekmes novērtējumu (LCIA) un dzīves cikla interpretāciju. Tas nosaka pamatprasības, veicot LCA.

LVS EN ISO 14044:2006/A2:2021 Vides pārvaldība. Dzīves cikla novērtēšana. Prasības un vadlīnijas. 2.grozījums. (Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines). Šis starptautiskais standarts nosaka prasības un sniedz vadlīnijas dzīves cikla novērtējumam (LCA), tostarp LCA mērķa un tvēruma definīcijai, LCI fāzei, LCIA fāzei un dzīves cikla interpretācijas fāzei. Tas uzsver nepieciešamību novērtēt salīdzināmo sistēmu ekvivalenci, izmantojot to pašu funkcionālo vienību un līdzvērtīgus metodoloģiskos apsvērumus. 1. grozījums modificē standartu EN ISO 14044:2006, pievienojot jaunu normatīvo pielikumu C par "pēdām" (footprints). Tas norāda, ka oglekļa pēdas kvantifikācija ir aplūkota ISO/TS 14067, bet ūdens pēdas kvantifikācija – ISO 14046. Otrais grozījums modificē standartu EN ISO 14044:2006, tostarp atjauninot "dzīves cikla" definīciju, lai aprakstītu produkta sistēmas secīgus un savstarpēji saistītus posmus, sākot no izejvielu iegūšanas vai ražošanas no dabas resursiem līdz galīgai apglabāšanai.

LVS EN ISO 14020:2023. Produktu vides deklarācijas un programmas. Principi un vispārīgas prasības. (Environmental statements and programmes for products - Principles and general requirements). Šis standarts nosaka principus un vispārīgās prasības, kas piemērojamas visu veidu ar produktu saistītām vides deklarācijām un vides deklarāciju programmām. Tas ietver pašdeklarētas vides pretenzijas, ekomarķējumus, vides produktu deklarācijas (EPD) un pēdas komunikācijas, un kalpo kā pamatdokuments ISO 14020 standartu saimei.

LVS EN ISO 14021:2016/A1:2021 Vides marķējumi un deklarācijas. Apgalvojumi vides pašdeklarēšanai (II tipa vides marķēšana). 1.grozījums: Oglekļa pēda, oglekļa neitralitāte (Environmental labels and declarations - Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling)). Šis standarts nosaka prasības pašdeklarētiem vides apgalvojumiem (II tipa vides deklarācijām). Tas ietver noteikumus par terminu un simbolu lietošanu vides apgalvojumos, piemēram, par pārstrādātu saturu, kur Mobiusa cilpa ar procentuālo vērtību norāda pārstrādāto saturu. 2021. gada grozījums modificē standartu EN ISO 14021:2016, pievienojot prasības attiecībā uz oglekļa pēdu un oglekļa neitralitāti pašdeklarētos vides apgalvojumos.

LVS EN ISO 14025:2010 Vides marķējumi un deklarācijas. Trešā tipa vides deklarācijas. Principi un procedūras. (Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures). Šis starptautiskais standarts nosaka principus un procedūras III tipa vides deklarāciju programmu un



## Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

deklarāciju izstrādei. Tas īpaši nosaka ISO 14040 standartu sērijas izmantošanu šajā procesā. III tipa vides deklarācijas sniedz kvantificētu vides informāciju par produkta dzīves ciklu, lai iespējotu salīdzinājumus starp produktiem, kas pilda ekvivalentas funkcijas, balstoties uz neatkarīgi pārbaudītiem dzīves cikla novērtējuma (LCA) datiem.

LVS EN 15804+A2:2020 Ilgtspējīga būvniecība. Izstrādājumu vides deklarācijas. Pamatnoteikumi būvizstrādājumu kategoriju noteikšanai. (Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products). Šis standarts nosaka pamatnoteikumus vides deklarāciju (EPD) izstrādei būvizstrādājumu kategorijai. Tas ir paredzēts III tipa vides deklarāciju izstrādei būvizstrādājumiem un ir daļa no standartu kopuma, kas paredzēti būvdarbu ilgtspējības novērtēšanai. Standarts attiecas uz kvantificējamiem, iepriekš noteiktiem vides ietekmes rādītājiem.

LVS CEN/TR 16970:2016 Ilgtspējīga būvniecība. Vadlīnijas EN 15804 ieviešanai. Tehniskais ziņojums. (Sustainability of construction works - Guidance for the implementation of EN 15804(Sustainability of construction works - Guidance for the implementation of EN 15804)). Šis tehniskais ziņojums sniedz vadlīnijas CEN tehniskajām komitejām būvizstrādājumiem un citiem subjektiem, piemēram, Vides deklarāciju programmu operatoriem būvniecības nozarē, izstrādājot produktu kategoriju noteikumus (PCR), kas papildina EN 15804. Tas nodrošina kopīgu struktūru EN 15804 un papildu PCR.

LVS ISO 21930:2020 Ēku un inženierbūvju ilgtspējība. Pamatnoteikumi būvizstrādājumu un būvniecības pakalpojumu vides deklarācijām. (Sustainability in buildings and civil engineering works — Core rules for environmental product declarations of construction products and services). Šis starptautiskais standarts nodrošina pamatnoteikumus vides produktu deklarāciju (EPD) izstrādei būvizstrādājumiem un būvniecības pakalpojumiem. Tas nosaka principus un prasības vides datu kvantifikācijai, ziņošanai un komunikācijai, izmantojot dzīves cikla novērtējumu (LCA), un atsaucas uz ISO 14040 un ISO 14044 sērijas standartiem. Tajā definēti arī tādi jēdzieni kā funkcionālā vienība, deklarētā vienība un references kalpošanas laiks (RSL)

LVS EN 15942:2022 Ilgtspējīga būvniecība. Produktu vides deklarācijas. Uzņēmumu savstarpējās komunikācijas formāts (Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Communication format business-to-business). Šis standarts definē standartizētu vides deklarāciju (EPD) komunikācijas formātu "business-biznesam" (B2B). Tas nodrošina informācijas pārsūtīšanas matricu (ITM) vides informācijas prezentēšanai un pārsūtīšanai starp uzņēmumiem, kas saistīta ar būvizstrādājumiem un pakalpojumiem.

LVS EN 16485:2014 Apaļie un zāģētie kokmateriāli. Izstrādājumu vides deklarācijas. Būvniecībā izmantojamās koksnes un koksnes izstrādājumu kategoriju noteikumi. (Round and sawn timber - Environmental Product Declarations - Product category rules for wood and wood-based products for use in construction). Šis Eiropas standarts nodrošina produktu kategoriju noteikumus (PCR) koksnes un koksnes izstrādājumiem, kas paredzēti izmantošanai būvniecībā. Tas papildina EN 15804, nosakot īpašas prasības, piemēram, par funkcionālās vienības definēšanu un informāciju par kokmateriālu blīvumu un mitrumu.

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

ISO 15392:2019 Sustainability in buildings and civil engineering works -- General principles. Šis standarts nosaka vispārīgos principus ilgtspējībai ēkās un inženierbūvēs.

LVS EN 15643:2021 Ilgtspējīga būvniecība. Ēku un inženierbūvju novērtēšanas pamatnostādnes. (Sustainability of construction works. Framework for assessment of buildings and civil engineering works). Šis standarts nodrošina pamatprincipus ēku un inženierbūvju ilgtspējības novērtējumam.

LVS CEN/TR 17005:2017 Būvdarbu ilgtspējība. Papildu ietekmes uz vidi kategorijas un rādītāji. Pamatinformācija un iespējas iekļaut ietekmes uz vidi kategorijas un saistītos rādītājus un aprēķina metodes ēku ekoloģisko raksturlielumu novērtējumā. Tehniskais ziņojums. (Sustainability of construction works - Additional environmental impact categories and indicators - Background information and possibilities - Evaluation of the possibility of adding environmental impact categories and related indicators and calculation methods for the assessment of the environmental performance of buildings). Šis tehniskais ziņojums sniedz skaidru un strukturētu skatījumu par iepriekš definētu papildu vides ietekmes kategoriju un saistīto rādītāju nozīmīgumu, pamatotību un pielietojamību būvdarbu, būvizstrādājumu un būvmateriālu vides raksturlielumu novērtēšanā. Tas apraksta novērtēšanas kritērijus indikatoru un aprēķina metožu piemērotībai iekļaušanai standartos EN 15978 un EN 15804.

LVS EN 15978:2012. Ilgtspējīga būvniecība. Ēku ekoloģiskās veiktspējas novērtējums. Aprēķinu metode. (Sustainability of construction works - Methodology for the assessment of performance of buildings). Šis standarts nosaka aprēķina metodi ēku vides raksturlielumu novērtēšanai, pamatojoties uz dzīves cikla novērtējumu (LCA), izmantojot EPD būvizstrādājumiem un pakalpojumiem, kā arī citu kvantificētu vides informāciju

PAS 2080 Oglekļa pārvaldība ēkās un infrastruktūrā (Carbon Management in Infrastructure and Built-in Environment). Šis publiski pieejamais standarts nodrošina ietvaru oglekļa pārvaldībai visā infrastruktūras dzīves ciklā. Tas ietver prasības līderībai, integrācijai lēmumu pieņemšanā, oglekļa samazināšanas hierarhijai, novērtējumam, bāzes līmeņiem un mērķiem, monitoringam un ziņošanai, kā arī iepirkumiem, ar mērķi atbalstīt lēmumu pieņemšanu ilgtspējīgu risinājumu veicināšana

### **Galvenie termini:**

- Piesaistītais ogleklis (embodied carbon) - dzīves cikla piesaistītais ogleklis. Tas ietver kopējās siltumnīcas efektu izraisošo gāzu (GHG) emisijas un piesaistes, kas saistītas ar materiāliem un būvniecības procesiem visā aktīva elementa dzīves ciklā (Moduļi A0–A5, B1–B5, C1–C4 atbilstoši standartam EN 15804).

Kapitāla ogleklis (capital carbon) - tiek lietots infrastruktūras sektorā, un PAS 2080 to definē kā GHG emisijas, kas saistītas ar aktīva elementa izveidi un tā dzīves cikla beigu apstrādi, un pēc izvēles arī ar tā uzturēšanu un atjaunošanu. PAS 2080 atzīst, ka "piesaistītais ogleklis" un "sākotnējais ogleklis" tiek izmantoti līdzīgu posmu apzīmēšanai, taču "kapitāla ogleklis" izvēlēts salīdzināšanai ar izmaksu vadības/izdevumu profilu.

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

- Sākotnējais ogleklis (upfront carbon) - GHG emisijas, kas saistītas ar materiāliem un būvniecības procesiem līdz praktiskai pabeigšanai (Moduļi A0–A5). Tas neietver biogēno oglekli, kas piesaistīts instalētajos produktos pēc praktiskās pabeigšanas.

- Pilna dzīves cikla ogleklis (whole life carbon) - visu ar aktīvo elementu saistīto GHG emisiju un piesaistes kopsumma, gan ekspluatācijas, gan iebūvētās, visā aktīva elementa dzīves ciklā, ieskaitot tā apglabāšanu (Moduļi A0–A5, B1–B7 (B8 pēc izvēles) un C1–C4, viss, ieskaitot biogēno oglekli, ar A0 pieņēmumu par nulli ēkām). Kopējā pilna dzīves cikla aktīva elementa veiktspēja ietver atsevišķu ziņošanu par iespējamiem ieguvumiem no turpmākās enerģijas reģenerācijas, atkārtotas izmantošanas un pārstrādes, kā arī no eksportētajām komunālajām iekārtām (moduļi D1 un D2). PAS 2080 definē to kā siltumnīcefekta gāzu emisijas un piesaistes visā aktīva elementa, tīkla vai sistēmas dzīves ciklā.

- Nulles neto ogleklis visā dzīves ciklā (net zero whole life carbon) - gadījums, kad visu ar aktīva elementu saistīto GHG emisiju kopsumma, gan ekspluatācijas, gan iebūvētās, visā tā dzīves ciklā (moduļi A1–A5, B1–B7, C1–C4), plus kompensācijas, ir vienāda ar nulli. Priekšroka vienmēr dodama emisiju samazināšanai, nevis kompensēšanai.

- Biogēnais ogleklis (biogenic carbon) - oglekļa piesaistes, kas saistītas ar oglekļa sekvestrāciju biomasā, kā arī visas emisijas, kas saistītas ar šo piesaistīto oglekli. Biogēnais ogleklis jāziņo atsevišķi, ja tiek ziņots tikai sākotnējais ogleklis, bet jāiekļauj kopējā summā, ja tiek ziņots piesaistītais ogleklis vai pilna dzīves cikla ogleklis.

- Oglekļa faktors (carbon factor) -  $\text{kgCO}_2\text{e}$  uz produkta vienību, bieži vien ar mērvienībām  $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kg}$  vai  $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}^3$ .

- Oglekļa dioksīda ekvivalents ( $\text{kgCO}_2\text{e}$ ) - emisijas, kas apzīmētas ar "ogleklis", ņem vērā citas siltumnīcefekta gāzu emisijas (GHG) papildus oglekļa dioksīdam ( $\text{CO}_2$ ), izsakot tās  $\text{CO}_2$  ekvivalenta izteiksmē, normalizējot tās pēc to globālās sasilšanas potenciāla (GWP100). PAS 2080 norāda, ka "ogleklis" bieži tiek lietots kā saīsinājums "GHG" (vai ekvivalentam  $\text{CO}_2\text{ekv.}$ ).

- Vides produkta deklarācija (EPD – Environmental Product Declaration) - neatkarīgi verificēts un reģistrēts dokuments, kas sniedz pārredzamu un salīdzināmu informāciju par produktu dzīves cikla ietekmi uz vidi. EPD parasti ietver A1–A3 oglekļa faktoros, bet jaunākas versijas (saskaņā ar EN 15804) pieprasa arī C1–C4 un D moduļu deklarēšanu, kas ir obligāti produktiem, kas satur biogēno oglekli.

- Sistēmas robeža (system boundary) - definē procesus, kas jāiekļauj novērtēšanas modelī, lai nodrošinātu, ka ietekmes, īpaši attiecībā uz reģenerēto materiālu atgūšanu un izmantošanu, netiek dubultā ieskaitītas. Tā tiek noteikta, pamatojoties uz EN 15804 standartu, sasniedzot "atkritumu beigu stāvokli", kas dažādiem materiāliem atšķiras.

- Atsauces pētījuma periods (RSP – Reference study period) - periods, kurā tiek analizētas novērtējamā objekta no laika atkarīgās īpašības. Ēkām noklusējuma RSP ir 60 gadi, infrastruktūrai – 120 gadi.

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

- Oglekļa budžets (carbon budget) - aptuvenais pilna dzīves cikla oglekļa daudzums, ko sistēma var emitēt. Budžeti parasti tiek noteikti sistēmas līmenī un saskaņoti ar valsts vai starptautiskajiem neto nulles mērķiem.

- Oglekļa kompensācijas (carbon offsets) - emisiju samazinājumi vai piesaistes, ko sasniegusi viena vienība un ko var izmantot, lai kompensētu citas vienības emisijas. Sertificētas kompensācijas tiek tirgotas kā oglekļa kredīti. Prioritāte jādod oglekļa piesaistēm, kas tieši izvada CO<sub>2</sub> no atmosfēras.

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

### **Lekcijas literatūra**

<https://www.lvs.lv/products/149377>

<https://www.lvs.lv/lv/products/20763>

<https://www.lvs.lv/products/149374>

<https://www.lvs.lv/lv/products/138761>

<https://www.lvs.lv/lv/products/20764>

<https://www.lvs.lv/products/158567>

<https://www.lvs.lv/products/153082>

<https://www.lvs.lv/lv/products/129034>

<https://www.lvs.lv/products/28565>

<https://www.lvs.lv/products/145471>

<https://www.lvs.lv/lv/products/34782>

<https://www.lvs.lv/products/132580>

<https://www.lvs.lv/products/148170>

<https://www.lvs.lv/products/154137>

<https://www.lvs.lv/products/35269>

<https://www.lvs.lv/products/144869>

<https://www.lvs.lv/products/152739>

<https://www.lvs.lv/products/133519>

<https://www.lvs.lv/products/31422>

<https://www.bsigroup.com/en-GB/insights-and-media/insights/brochures/pas-2080-carbon-management-in-infrastructure-and-built-environment/>

P Gibbons, J J Orr and W Arnold. How to calculate embodied carbon (Third edition)

<https://www.istructe.org/resources/guidance/how-to-calculate-embodied-carbon/>

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

### **Produkta dzīves cikla novērtējums**

Saskaņā ar starptautisko standartu ISO 14040:2006, dzīves cikla novērtēšana (LCA) ir tehnika, kas sistemātiski novērtē produkta, procesa vai pakalpojuma potenciālo ietekmi uz vidi visā tā pastāvēšanas laikā.

Metodoloģijas pamatā ir visas saistītās enerģijas un materiālu, kā arī vidē nonākušo izmešu (piemēram, emisiju un atkritumu) uzskaitē, to potenciālās ietekmes izvērtēšana un rezultātu interpretācija. Šī analīze palīdz pieņemt pārdomātus un uz datiem balstītus lēmumus, lai uzlabotu vides sniegumu.

LCA pamatā ir visaptverošs princips – "no šūpuļa līdz kapam" (cradle-to-grave). Tas nozīmē, ka analīze aptver visu produkta dzīves ciklu: sākot no izejvielu iegūšanas, turpinot ar ražošanu, izmantošanu, nolietošanos, pārstrādi un beidzot ar galīgo utilizāciju. Šāda pieeja ļauj identificēt un izvairīties no situācijām, kad, uzlabojot vienu dzīves cikla posmu, vides slogs netīšām tiek pārcelts uz citu posmu.

LCA process sastāv no četriem galvenajiem posmiem, kas ir savstarpēji saistīti un bieži tiek veikti iteratīvi (atkārtoti), precizējot datus un pieņēmumus, lai sasniegtu novērtējuma mērķi.

#### **1. posms: mērķa un tvēruma definēšana**

Šis ir pētījuma plānošanas posms, kurā tiek skaidri definēts, kāpēc novērtējums tiek veikts un kas tieši tiks analizēts. Pareiza mērķa un tvēruma noteikšana ir ļoti būtiska, jo tā nosaka visu turpmāko darbu un nodrošina, ka rezultāti būs atbilstoši un noderīgi.

Saskaņā ar ISO 14044 standartu, mērķa definīcijai ir jāatbild uz četriem galvenajiem jautājumiem:

- Paredzētais pielietojums: kā novērtējuma rezultāti tiks izmantoti (piemēram, produktu attīstībai, stratēģiskajai plānošanai, mārketingam)?
- Novērtējuma veikšanas iemesli: kāpēc LCA tiek veikts (piemēram, lai identificētu uzlabojumu iespējas, salīdzinātu alternatīvas)?
- Paredzētā auditorija: kam rezultāti ir domāti (piemēram, uzņēmuma vadībai, inženieriem, patērētājiem)?
- Salīdzinoši apgalvojumi: vai rezultātus plānots izmantot publiskiem apgalvojumiem par viena produkta pārākumu pār citu?

Tvērums nosaka novērtējuma robežas un detaļas. Svarīgākie elementi, kas jādefinē, ir:

- Produktu sistēma.
- Produkta funkcijas un funkcionālā vienība (būvizstrādājumu gadījumā – deklarētā vienība, kas balstīta uz būvizstrādājuma daudzumu)

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

- Sistēmas robeža, kas nosaka, kuri procesi tiks iekļauti analīzē.
- Alokācijas procedūras (resursu sadalīšanas metodes).
- Nepieciešamo datu veids un kvalitātes prasības.
- Galvenie pieņēmumi un ierobežojumi.

## 2. posms: dzīves cikla inventarizācija (LCI)

Šis ir izaicinošākais laikietilpīgākais un arī būtiskākais LCA posms, no kura tieši atkarīga iegūto ietekmes uz vidi novērtējuma datu kvalitāte. Tas ir datu vākšanas posms, kurā tiek apkopota informācija par visiem ievades resursiem (izejvielas, enerģija un ūdens) un visām izejas plūsmām (emisijas, atkritumi un blakusprodukti).

Viens no lielākajiem šī posma izaicinājumiem ir alokācija. Tā ir nepieciešama situācijās, kad viens process rada vairākus produktus (blakusproduktus). Tādā gadījumā ir jāizlemj, kā sadalīt šī procesa ietekmi uz vidi starp visiem tā radītajiem produktiem. Šī procedūra ir kritiski svarīga, jo alokācijas metodes izvēle var būtiski ietekmēt pētījuma rezultātus un secinājumus, īpaši salīdzināšos pētījumos. ISO 14044 standarts nosaka skaidru trīs soļu procedūru:

1. Izvairīšanās no alokācijas: vislabākais risinājums ir mēģināt izvairīties no alokācijas, sadalot procesu sīkākos apakšprocesos vai paplašinot sistēmas robežu, lai iekļautu arī blakusproduktu funkcijas.
2. Fizikālo attiecību izmantošana: ja no alokācijas nevar izvairīties, resursi un emisijas jāsadala, balstoties uz fizikālām sakarībām starp tām un produktiem (piemēram, pēc masas, tilpuma vai enerģijas satura).
3. Citu attiecību izmantošana: ja fizikālas attiecības nav iespējams noteikt, var izmantot citas sakarības, piemēram, sadalīt ietekmi proporcionāli produktu ekonomiskajai vērtībai.

## 3. posms: dzīves cikla ietekmes uz vidi novērtēšana (LCA)

Šis posms pārvērš garo inventarizācijas sarakstu (LCI rezultātus) vieglāk saprotamos vides ietekmes rādītājos. Tā ir LCA fāze, kurā dati tiek saistīti ar konkrētām vides problēmām, piemēram, klimata pārmaiņām vai skābo lietu veidošanos.

Saskaņā ar ISO 14044 standartu, šajā posmā ir trīs obligāti veicami soļi:

Ietekmes kategoriju izvēle: tiek izvēlētas vides problēmas, kas tiks pētītas. Populārākās kategorijas ir klimata pārmaiņas, stratosfēras ozona slāņa noārdīšanās, eitrofikācija (ūdenstilpju aizaugšana), skābināšanās u.c. (Bieži vien ietekmes uz vidi kategorijas nosaka standarts, kā, piemēram, EN 15804)

Klasifikācija: katrs inventarizācijas saraksta elements (piemēram, CO<sub>2</sub> emisijas, slāpekļa oksīdu noplūdes) tiek piesaistīts attiecīgajai ietekmes kategorijai. Viena viela var ietekmēt vairākas kategorijas.

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

Raksturošana: tiek aprēķināta katras vielas ietekme konkrētajā kategorijā. To dara, reizinot vielas daudzumu (no LCI) ar tās raksturošanas faktoru, kas parāda vielas relatīvo ietekmi salīdzinājumā ar atsaucē vielu. Visas ietekmes vienā kategorijā tiek summētas, iegūstot kopējo ietekmes rādītāju.

Piemērs: klimata pārmaiņu ietekmes aprēķins

- Ietekmes kategorija: klimata pārmaiņas.
- LCI rezultāts: Pētāmā sistēma emitē noteiktu daudzumu dažādu siltumnīcas efekta gāzu, piemēram, 100 kg CO<sub>2</sub> un 5 kg CH<sub>4</sub> (metāna).
- Raksturošanas faktors: Katrai gāzei ir noteikts globālās sasilšanas potenciāls (GWP100), kas parāda tās ietekmi salīdzinājumā ar CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> GWP=1). Piemēram, metāna GWP100 ir 27 (pēdējais. 6. IPPC novērtējuma ziņojums)
- Kategorijas indikatora rezultāts: Kopējā ietekme tiek izteikta kā CO<sub>2</sub> ekvivalents (kg CO<sub>2e</sub>). Aprēķins:  $(100 \text{ kg CO}_2 \times 1) + (5 \text{ kg CH}_4 \times 27) = 100 + 135 = 235 \text{ kg CO}_2e$ .

Papildus obligātajiem soļiem pastāv arī neobligāti elementi, piemēram, normalizācija (rezultātu salīdzināšana ar vidējiem rādītājiem reģionā) un svēršana (dažādu ietekmes kategoriju nozīmīguma salīdzināšana).

#### 4. posms: dzīves cikla interpretācija

Šis ir noslēdzošais posms, kurā tiek analizēti LCI un LCIA fāzēs iegūtie rezultāti, lai izdarītu secinājumus, formulētu ieteikumus un novērtētu LCA ticamību.

Saskaņā ar ISO 14044 standartu, interpretācija sastāv no trim galvenajiem elementiem:

- Būtisku jautājumu identificēšana: tiek noteikts, kuri dzīves cikla posmi, procesi, izejvielas vai emisijas visvairāk ietekmē kopējo rezultātu katrā ietekmes kategorijā. Šī analīze palīdz fokusēt uzmanību uz "karstajiem punktiem".
- Novērtēšana: tiek pārbaudīta rezultātu ticamība un stabilitāte, lai pārliecinātos, ka secinājumi ir pamatoti. Šajā solī tiek veiktas vairākas pārbaudes:
  - Pilnīguma pārbaude: process, lai noteiktu, vai informācija no dzīves cikla novērtēšanas posmiem ir pietiekama, lai izdarītu secinājumus saskaņā ar mērķa un tvēruma definīciju.
  - Jūtīguma pārbaude: tiek analizēts, kā mainās rezultāti, ja tiek mainīti sākotnējie pieņēmumi, dati vai metodes (piemēram, alokācijas noteikumi, parametri). Tas parāda, cik stabili ir secinājumi.
  - Konsekvences pārbaude: process, lai noteiktu, vai pieņēmumi, metodes un dati ir konsekventi piemēroti visā pētījumā un atbilst mērķa un tvēruma definīcijai.



Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

- Secinājumi, ierobežojumi un ieteikumi: balstoties uz analīzi, tiek formulēti gala secinājumi.

Interpretācija nodrošina, ka pētījuma rezultāti tiek apkopoti, kontekstualizēti un pasniegti skaidrā un saprotamā veidā.

Dzīves cikla novērtēšana ir sistemātiska un iteratīva metode, kas nodrošina visaptverošu, uz zinātni balstītu skatījumu uz produkta vai pakalpojuma ietekmi uz vidi. Ievērojot ISO standartos noteiktos četrus posmus – mērķa un tvēruma definēšanu, inventarizācija, ietekmes novērtēšanu un interpretāciju –, tiek nodrošināta procesa caurspīdīgums, konsekvence un ticamība.

Ir svarīgi atcerēties, ka LCA ir tikai viens no vairākiem vides pārvaldības rīkiem. Tā parasti neskar ekonomiskos vai sociālos aspektus. Šo aspektu vērtēšanai tiek izmantots produkta dzīves cikla izmaksu aprēķins (LCC) vai produkta dzīves cikla sociālais novērtējums (S-LCA). Dzīves cikla ilgtspējas novērtējums (LCSA) ir visu šo trīs novērtējuma metožu apkopojums un sniedz vispilnīgāko priekšstatu.

Tomēr LCA sniedz būtisku un nenovērtējamu informāciju, kas palīdz uzņēmumiem, politikas veidotājiem un citām ieinteresētajām pusēm pieņemt pamatotākus un videi draudzīgākus lēmumus.

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

### **Lekcijas literatūra**

LVS EN ISO 14040:2006/A1:2021 Vides pārvaldība. Dzīves cikla novērtēšana. Principi un struktūra.

LVS EN ISO 14044:2006/A2:2021

Vides pārvaldība. Dzīves cikla novērtēšana. Prasības un vadlīnijas.

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 6. ziņojums

[https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_Full\\_Volume.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_Full_Volume.pdf)

Salim Barbhuiya, Bibhuti Bhusan Das. Life Cycle Assessment of construction materials: Methodologies, applications and future directions for sustainable decision-making. Case Studies in Construction Materials, Volume 19, 2023.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509523005065>

ISO 15686-5:2017 Buildings and constructed assets — Service life planning Part 5: Life-cycle costing

ISO 14075:2024 Environmental management. Principles and framework for social life cycle assessment

ORIENTING 2024 (D2.9) LCSA Handbook. Authors: Pihkola, H., Isasa, M., Bachmann, T., van der Kamp, J., Zanchi, L., Zamagni, Behm K., Horn, R., Correa I., Sanchez-Moreno L., Markkula A., Halme J., Sonderegger T., Taelman S., Bianchi, M., Pillay S., Mangana, M. EU Horizon 2020 project ORIENTING (GA No 958231).

<https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e50bf7e2c5&appId=PPGMS>

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

### **Produkta dzīves cikla posmi un moduļi**

Produkta dzīves cikls būvniecībā ir sadalīts vairākos posmos un moduļos, kas tiek izmantoti vides deklarāciju (EPD) izstrādē, lai nodrošinātu saskaņotu vides informācijas atspoguļojumu. Galvenais standarts, kas nosaka būvizstrādājumu kategorijas pamatnoteikumus, ir LVS EN 15804+A2:2020 "Ilgtspējīga būvniecība. Izstrādājumu vides deklarācijas. Pamatnoteikumi būvizstrādājumu kategoriju noteikšanai". Šis standarts apraksta, kuri produkta dzīves cikla posmi tiek ņemti vērā EPD un kuri procesi ir jāiekļauj katrā dzīves cikla posmā.

Produkta dzīves cikla novērtēšana (LCA) modelē produkta dzīves ciklu kā produkta sistēmu, kas veic vienu vai vairākas definētas funkcijas. Produkta sistēmas tiek iedalītas vienību procesos, kas savstarpēji saistīti ar starpproduktu plūsmām, atkritumiem, kas paredzēti apstrādei un emisijām vidē, ko raksturo ar elementārplūsmām.

Produkta dzīves cikla posmi un moduļi (saskaņā ar EN 15804 un ISO 21930):

Produkta dzīves cikls tiek iedalīts šādos informācijas moduļos:

**A. Ražošanas posms** (production stage) – A1, A2, A3 (obligāti deklarējami moduļi)

•A1 Izejvielu ieguve un pirmapstrāde (raw material supply) - ietver izejvielu ieguves un apstrādes procesus, kas nepieciešami produkta ražošanai.

•A2 Izejvielu transports līdz rūpnīcas vārtiem (transport to factory gate) - ietver izejvielu transportēšanu līdz ražotnes vārtiem un iekšējo transportu.

•A3 Ražošana (manufacturing) - ietver produkta ražošanas procesus, ieskaitot palīgmateriālu un iepakojuma ražošanu, kā arī jebkādu atkritumu apstrādi vai likvidēšanu, kas rodas rūpnīcā un neiziet no tās kopā ar produktu. Šie trīs moduļi (A1-A3) ir obligāti jādeklarē visiem būvizstrādājumiem un materiāliem.

**A. Būvniecības procesa posms** (construction process stage) – A4, A5

•A4 Transports uz būvlaukumu (transport to site) - ietver produkta transportēšanu no ražotnes (vai piegādātāja) līdz būvlaukumam.

•A5 Uzstādīšana (installation) - ietver produkta uzstādīšanu būvdarbos, ieskaitot palīgmateriālu ražošanu un transportēšanu, kā arī jebkuru tiešo enerģijas vai saldūdens patēriņu, kas nepieciešams uzstādīšanai būvlaukumā, un ar uzstādīšanu saistīto būvlaukuma sagatavošanu, ieskaitot atkritumu apsaimniekošanu, ja tā ir aktuāla.

**B. Lietošanas posms** (use stage) – B1-B7

•B1 Lietošana (use) - ietver produkta lietošanu būvdarbos.

•B2 Apkope (maintenance) - ietver produkta apkopi, ieskaitot nepieciešamo materiālu ražošanu, transportēšanu un utilizāciju. Piemēram, grīdas seguma tīrīšanai nepieciešamās palīgproduktu (abrazīvu, šķīdinātāju utt.) ražošanas un enerģijas nodrošināšanas vides aspekti tiek deklarēti modulī B2.

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

- B3 Remonts (repair) - ietver produkta remontu, ieskaitot nepieciešamo materiālu ražošanu, transportēšanu un utilizāciju.

- B4 Nomaina (replacement) - ietver produkta nomainīšanu, ieskaitot jaunu komponentu ražošanu, transportēšanu un utilizāciju.

- B5 Atjaunošana (refurbishment) - ietver produkta atjaunošanas procesu.

- B6 Operatīvā enerģijas izmantošana (operational energy use) - ietver enerģijas patēriņu ēkas ekspluatācijas laikā.

- B7 Operatīvā ūdens izmantošana (operational water use) - ietver ūdens patēriņu ēkas ekspluatācijas laikā.

**C. Dzīves cikla beigu posms (end-of-life stage) – C1, C2, C3, C4 (obligāti deklarējami moduļi)**

- C1 Demontāža (deconstruction / demolition) - ietver būvizstrādājuma demontāžu vai nojaukšanu.

- C2 Transports uz atkritumu pārstrādes vietu (transport to waste processing) - ietver atkritumu transportēšanu no būvlaukuma uz apstrādes vietu.

- C3 Atkritumu apstrāde pārstrādei/reģenerācijai (waste processing for reuse, recovery and/or recycling) - ietver atkritumu apstrādi, lai sagatavotu tos atkārtotai izmantošanai, reģenerācijai vai pārstrādei.

- C4 Atkritumu izvešana (disposal) - Ietver atkritumu galīgo noglabāšanu, piemēram, uz atkritumu poligoniem vai sadedzināšanu ar efektivitāti, kas mazāka par 60%. Ja atkritumu apsaimniekošanas ietekme ir deklarēta modulī, kurā tie radušies, vai dzīves cikla beigās modulī C4, tad eksportētā enerģija tiek deklarēta modulī, kurā tā radīta un atkritumi utilizēti, bet aizstāšanas ieguvumi – modulī D.

**D. Papildu informācijas modulis (benefits and loads beyond the system boundary) – ietver potenciālos tīros ieguvumus no atkārtotas izmantošanas, pārstrādes un/vai enerģijas atgūšanas ārpus sistēmas robežām. Modulis D ir obligāti jādeklarē visiem būvizstrādājumiem un materiāliem.**

Šie ir pamatmoduļi, kas definēti produktu ietekmes uz vidi novērtējumā. Skatoties ēku līmenī, tiek definēti vēl papildus moduļi A0 un B8.

A0 – pirmsbūvniecības posms (pre-construction stage) - aptver procesu, kas norisinās pirms būvniecības, piemēram, priekšizpēte, ietekmes uz vidi novērtējumus, risku novērtējumus, ieinteresēto pušu iesaisti, projektēšanu un tehniskos pētījumus, produktu/materiālu testus, apsekošanas darbus un zemes iegādi

B8 – Lietotāja ogleklis (user carbon) – šis ogleklis nav būvinženiera kompetencē

Produktu līmenī raugoties un iekļaujot tikai moduļus A1-A3 var runāt par LCA no “šūpuļa līdz vārtiem” (cradle to gate)

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

Iekļaujot A1-C4 un papildus deklarējot moduli D iegūst produkta pilnu dzīves ciklu no šūpuļa līdz kapam (cradle to grave).

Skatoties ēku līmenī, kā būtisku izšķir moduli A0-A5 ar pamatojumu, ka šīs emisijas notiks līdz 20250. gadam, tātad tieši ietekmēs klimatneitralitātes mērķu sasniegšanu

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

### **Lekcijas literatūra**

LVS EN 15804+A2+AC:2022 Ilgtspējīga būvniecība. Izstrādājumu vides deklarācijas. Pamatnoteikumi būvizstrādājumu kategoriju noteikšanai. <https://www.lvs.lv/products/153855>

LVS ISO 21930:2020. Ēku un inženierbūvju ilgtspējība. Pamatnoteikumi būvizstrādājumu un būvniecības pakalpojumu vides deklarācijām. <https://www.lvs.lv/products/148170>

P Gibbons, J J Orr and W Arnold. How to calculate embodied carbon (Third edition)

<https://www.istructe.org/resources/guidance/how-to-calculate-embodied-carbon/>

Dang Huy Ly, Truong Dang Hoang Nhat Nguyen, Hanbyeol Jang, Byeol Kim, Yonghan Ahn, Nahyun Kwon. Developing a life cycle assessment-based framework for module-based impact distribution in adaptive reuse of modular buildings,

Journal of Building Engineering, Volume 112, 2025, <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2025.113703>.

Julia Santiago Lira, Elaine Aparecida da Silva. A systematic literature review of dynamic life cycle assessment in Buildings: Challenges and guidelines, Journal of Building Engineering, Volume 111, 2025, 113503,

<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2025.113503>.

Licia Felicioni, Ludovica Casalone, Lia Marchi, Jacopo Gaspari. Integrating life cycle assessment and cost analysis in decision making: Optimising design choices in a public building case study, Energy and Buildings, Volume 347, Part B, 2025, 116399, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.116399>.

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

### Produkta dzīves cikla aprēķins

Oglekļa aprēķins produkta dzīves ciklā ir būtisks elements ilgtspējīgas būvniecības novērtēšanā, un tas tiek veikts, izmantojot dzīves cikla novērtēšanas (LCA) metodiku. Šie aprēķini parasti ir produkta vides deklarāciju (EPD) pamatā, kuras nodrošina caurskatāmu un pārbaudāmu informāciju par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi.

Šī aprēķina veikšanā ļoti būtiska ir datu vākšana un izmantotie oglekļa faktori. Oglekļa emisiju (CO<sub>2</sub>e) aprēķināšana pamatojas uz izmantotā materiāla daudzumu (masu vai tilpumu), reizinot to ar attiecīgo oglekļa emisijas koeficientu (oglekļa faktoru), kas izteikts kā kg CO<sub>2</sub>e/kg vai kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>.

materiāla daudzums (kg) × oglekļa faktors (kgCO<sub>2</sub>e/kg) = piesaistītais ogleklis (kgCO<sub>2</sub>e)

Lai nodrošinātu visaugstāko precizitāti, ieteicams izmantot produkta specifiskās EPD, kas ir pieejamas no dažādām datu bāzēm un programmām (piemēram, BRE IMPACT, European Aluminium EPD Programme, INIES, ÖKOBAUDAT, IBU, EPD-Norge, EPD International un citas).

Ja specifiskas EPD nav pieejamas, var izmantot vispārīgās datu bāzēs vai vadlīnijās ieteiktās noklusētās vērtības dažādiem materiāliem (piemēram, betons, tērauds, koks, alumīnijs, akmens, stikls, asfalts). Jāņem vērā, ka šiem datiem var būt augstāka nenoteiktība. Koksnes izstrādājumiem (piemēram, CLT, glulam) ir svarīgi ņemt vērā biogēno oglekļa piesaisti, jo koksnes materiāli to uzglabā. Biogēnā CO<sub>2</sub> emisijas faktors ir 1 kg CO<sub>2</sub>e/kg.

Veicot aprēķinus, ir svarīgi ņemt vērā dažus būtiskus faktorus:

Funkcionālā vienība un deklarētā vienība - funkcionālā vienība nosaka produkta funkciju kvantificēšanas veidu un ir atsaucis punkts datu normalizēšanai, lai nodrošinātu salīdzināmību. Ja funkcionālo vienību nevar definēt, tiek izmantota deklarētā vienība. Būvizstrādājumu gadījumā parasti konkrētu produkta funkciju ir grūti definēt, tāpēc izmanto deklarēto vienību, kas raksturo konkrētu materiāla svaru vai tilpumu, pret kuru attiecināti visi pārējie aprēķini.

Sistēmas robežas - sistēmas robežām jābūt skaidri definētām, lai nodrošinātu visu būisko plūsmu iekļaušanu un izvairītos no divkāršas uzskaites.

Alokācijas (sadališanas) noteikumi - ja viens vienības process rada vairākus blakusproduktus (co-products), jāpiemēro alokācijas noteikumi, lai pareizi sadalītu vides ietekmes starp produktiem. Standarts EN ISO 14044 nosaka, ka modelējot vispirms vēlamā izvairīties no alokācijas, attiecīgi mainot sistēmas robežas, ja tas nav iespējams, jāveic alokācija balstoties uz fizikāliem lielumiem, piemēram, masu, ja arī tas nav pamatoti, var veikt alokāciju, balstoties uz citiem principiem, piemēram, tirgus vērtību, taču jāņem vērā, ka šāda alokācija samazina LCA precizitāti, jo tirgus vērtība ir laikā mainīgs lielums. Standartā ISO 21930 ļoti detalizēti aprakstītas sistēmas robežas un scenāriji, kā jāapstrādā atkritumi un atgūtie materiāli/enerģija, kas, būtībā, ir specifiski alokācijas noteikumu pielietojumi būvizstrādājumu vides deklarācijās (EPD). Tas nosaka, kā novērtēt ieguvumus un slogus ārpus sistēmas robežām (D

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

modulis), balstoties uz kritērijiem, vai atgūtais materiāls, produkts vai degviela ir vispārīgi izmantojama, tai ir tirgus pieprasījums un tā atbilst tehniskajām un normatīvajām prasībām

Datu kvalitāte, kas izmantota aprēķinos ir kritiski svarīga, un jebkura nenoteiktība, kas saistīta ar oglekļa faktoriem vai aprēķiniem, ir jāatzīst un jākomunicē.

Produkta kalpošanas laiks (reference service life) - produkta references kalpošanas laiks ir jāņem vērā, lai scenārijos atspoguļotu apkopi, remontu un nomaiņu lietošanas posmā.

Kad iegūti aprēķinu rezultāti, var veikt oglekļa pēdas (carbon footprint) deklarēšanu.

Oglekļa pēdas vai tās daļas kvantifikācija jāveic saskaņā ar ISO 14067 standartu.

Oglekļa pēdas aprēķinu rezultātu paziņošana jāveic saskaņā ar ISO 14026.

Oglekļa aprēķināšanai ir pieejami dažādi digitālie rīki, piemēram, BRE IMPACT – datubāze, SimaPro – LCA programmatūra, vairāk piemērota pētniecībai, One Click LCA – programmatūra īpaši pielāgota ražošanai un būvniecības sektoram, īpaši EPD veidošanai. Nesen SimaPro un One Click LCA apvienojās un tagad tā ir pasaulē vadošā dzīves cikla novērtējuma (LCA) platforma ietekmes, atbilstības un izaugsmes nodrošināšanai, kas apvieno zinātnisko precizitāti ar viegli lietojamiem rīkiem, lai veicinātu oglekļa emisiju samazināšanu globālā mērogā. Apvienotā platforma tagad ietver pasaulē lielāko LCA datubāzi ar vairāk nekā 500 000 datu kopām būvniecības, ražošanas piegāžu ķēžu, ķīmijas un citos sektoros. Tirgū pieejama arī Sphera's LCA for Experts (ex. Gabi) - LCA programmatūra ar savu datubāzi, piemērota lietošanai būvniecības nozarē un openLCA – bezmaksas programmatūra, Ecoinvent - lielākā LCA datu bāze.



Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

### **Lekcijas literatūra**

LVS EN ISO 14067:2019 Siltumnīcefekta gāzes. Produktu oglekļa pēda. Kvantitatīvās noteikšanas prasības un vadlīnijas.

<https://www.lvs.lv/products/141098>

LVS EN ISO 14026:2019 Vides marķējumi un deklarācijas. Principi, prasības un vadlīnijas informācijas apmaiņai par pēdas nospiedumu.

<https://www.lvs.lv/products/141134>

LVS ISO 21930:2020 Ēku un inženierbūvju ilgtspējība. Pamatnoteikumi būvizstrādājumu un būvniecības pakalpojumu vides deklarācijām

<https://www.lvs.lv/products/148170>

• P Gibbons, J J Orr and W Arnold. How to calculate embodied carbon (Third edition)

<https://www.istructe.org/resources/guidance/how-to-calculate-embodied-carbon/>

BRE IMPACT datubāze <https://bregroup.com/products/impact/the-impact-database>

SimaPro programmatūra <https://simapro.com>

Sphera's LCA for Experts programmatūra un datubāze <https://lca-software.org/sphera-gabi/>

openLCA programmatūra - <https://www.openlca.org/>

One Click LCA programmatūra - <https://oneclicklca.com>

Ecoinvent datubāze - <https://ecoinvent.org/>

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

### **Dzīves cikla aprēķins ēkām**

Piesaistītā oglekļa aprēķinu ēkām nosaka standarts LVS EN 15978:2012 "Ilgtspējīga būvniecība. Ēku ekoloģiskās veiktspējas novērtējums. Aprēķinu metode".

Šis standarts specifiski nosaka aprēķina metodi, lai novērtētu ēkas vides sniegumu, pamatojoties uz dzīves cikla novērtējumu (LCA), un izmanto būvizstrādājumu un pakalpojumu vides deklarācijas (EPD). Tas sniedz prasības un procedūras aprēķiniem, kas nepieciešami ēku vides snieguma novērtēšanai.

Galvenie punkti, ko aptver EN 15978 attiecībā uz oglekļa aprēķiniem ēkām:

- Novērtēšanas metode balstās uz dzīves cikla pieeju, aptverot visus ēkas dzīves cikla posmus.
- Aprēķinos tiek izmantoti dati, kas iegūti no produktu vides deklarācijām (EPD) un to informācijas moduļiem (kuri ir definēti saskaņā ar EN 15804).
- Standarts ietver novērtējamā objekta aprakstu, sistēmas robežas, inventarizācijas analīzes procedūru, indikatoru sarakstu un to aprēķināšanas procedūras, kā arī prasības rezultātu atspoguļošanai un paziņošanai.
- LVS EN 15978:2012 norāda, ka tajā ir iekļauti vides indikatori, kuriem ir saskaņotas aprēķina metodes dzīves cikla novērtējuma (LCA) kontekstā. Globālā sasilšanas potenciāls (GWP100), kas ir oglekļa pēdas mērs, ir viens no obligātajiem ietekmes kategorijām, kas jādeklarē saskaņā ar saistīto standartu LVS ISO 21930.
- Lai gan standarts tieši neuzskaita oglekļa faktoros, tā pielietošanai ir nepieciešami oglekļa faktori dažādiem materiāliem (piemēram, betonam, tēraudam, kokam), kas tiek ņemti no EPD, saskaņā ar EN 15804.
- EN 15978 detalizēti apraksta sistēmas robežas produkta posmam (A1-A3), būvniecības procesa posmam (A4, A5), lietošanas posmam (B1-B7) un dzīves cikla beigu posmam (C1-C4), kā arī papildus modulim D.
- Standarts norāda, ka piemērojamas ir EN 15804 definētās datu kvalitātes prasības, kas ietver arī datu laika un ģeogrāfisko nogriezni, tehnoloģisko reprezentitāti.

Respektīvi, kamēr LVS EN 15804+A2:2020 nosaka pamatnoteikumus produktu vides deklarācijām (EPD) būvizstrādājumiem, LVS EN 15978:2012 ir tas standarts, kas nosaka metodiku un veidu, kā šie dati tiek apvienoti un izmantoti, lai aprēķinātu ēku piesaistīto oglekli visā to dzīves ciklā.

Ir pieejami dažādi digitālie rīki, kas palīdz veikt oglekļa aprēķinus ēkām. Starp minētajiem rīkiem ir:

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

Structural Carbon Tool (izstrādāts sadarbībā ar The Institution of Structural Engineers) – bezmaksas rīks Excel vidē, kas veidots, lai būvinženieri varētu ātri novērtēt piesaistītā oglekļa daudzumu savos projektos, īpaši struktūrās. Tas var sniegt atbalstu lēmumu pieņemšanā - palīdz identificēt “karstos punktus” (materiālus vai elementus ar lielu oglekļa ietekmi), salīdzināt dažādus strukturālos risinājumus un komunicēt šos aspektus projektēšanas komandā

- OneClick LCA - mākoņ-bāzēta (“cloud-based”) dzīves cikla novērtējuma (LCA) un vides produktu deklarāciju (EPD) platforma, kas paredzēta būvniecības, infrastruktūras, ražošanas un saistīto nozaru projektiem. Plaša datu bāze ar vairāk nekā 300,000+ datu punktu būvmateriāliem, EPD-datiem, gan reģionālajiem, gan globālajiem standartiem. Tajā iekļauti gan verificēti materiālu dati, gan vispārīgi (generic) dati. Var importēt datus no Revit, Rhino, Grasshopper, IFC, citiem BIM-un enerģijas modeļiem.

- BRE IMPACT - ir specifikācija un datubāze būvizstrādājumu dzīves cikla novērtējumam (LCA). Tā nav atsevišķs programmatūras rīks, bet datu avots un noteikumu kopums, ko var integrēt LCA un BIM/ARCAD-vai CAD-programmatūrās. Satur 350 datu kopu, dati bieži balstīti uz Eiropas vai Apvienotās Karalistes datiem.

Athena Impact Estimator - bezmaksas programma (LCA / dzīves cikla novērtējumam) ēkām un būvkomplektiem, ar jau sagatavotām materiālu montāžām. Ļauj salīdzināt dizainus (jauns/renovēts), ņem vērā materiālu ražošanu, transportu, būvniecību, apkopes un demontāžu.

Beacon – Revit spraudnis strukturālajiem inženieriem, kas vizualizē iegultā oglekļa daudzumu pa materiāliem, ēkas elementiem un stāviem. Sniedz ātru atgriezenisko saiti dizaina procesos. Atvērta/bez maksas.

EC3 - bezmaksas, atvērta piekļuve rīks, kurš ļauj salīdzināt būvmateriālu oglekļa ietekmi, izmantojot verificētas EPD (uzsvārs uz materiālu izvēli un iepirkšanu – kur materiālu oglekļa intensitāti var salīdzināt un izvēlēties zemāko).

Cerclos eTool - LCA programma, īpaši orientēta uz lielām ēkām un infrastruktūru; ļauj modelēt gan operacionālo, gan iegultā oglekļa emisijas visā objekta dzīves ciklā. Ar scenāriju salīdzināšanas iespējām, sertifikāciju un atbalstu.

Kaleidoscope – vienkāršots rīks agrīno projektēšanas posmu salīdzināšanai — piemēram, fasāžu sistēmām — ļauj salīdzināt dažādus risinājumus pēc oglekļa ietekmes, dzīves ilguma, biogēnā oglekļa u.c. bez nepieciešamības veidot pilnu 3D modeli.

Preoptima CONCEPT - Web aplikācija / API, kas ļauj agrīnos posmos veikt visu dzīves cikla oglekļa novērtējumu (whole-life carbon), salīdzināt dažādus dizaina variantus, identificēt oglekļa “karstos punktus”, nodrošināt ātru atgriezenisko saiti bez sarežģītām ievades datu prasībām

ECCOLAB - Tiešsaistes LCA rīks, kas vienlaikus aprēķina gan oglekļa, gan enerģijas, gan izmaksu aspektus ēkas vai projekta dzīves ciklam. Tas ļauj ātri analizēt un optimizēt dizaina variantus, kvantificēt ietekmi uz izmaksām, enerģijas patēriņu un CO<sub>2</sub> emisijām, kā arī novērtēt atkritumu plūsmu un aprites ekonomikas aspektus.

## Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

Rīks nodrošina salīdzināšanu starp dažādiem būvniecības scenārijiem ("optioneering"), kas ir noderīgi agrīnajos projektēšanas posmos. Īpaši noderīgs izvērtējumam par dzīves cikla oglekli ("whole life carbon") un lēmumu pieņemšanai par "atkārtotas izmantošanas vs. jaunas būvniecības" stratēģijām.

Tally - LCA rīks kā Revit spraudnis, kas ļauj uzreiz redzēt materiālu izvēles ietekmi (ģenerētās montāžas, visas dzīves cikla stadijas) uz vidi. Lietotāji rīku var integrēt ar dizaina modeļiem un izvēlēties materiālus ar zemāku oglekļa ietekmi.

Piesaistītā oglekļa aprēķini ēkām ir svarīgi vairāku iemeslu dēļ, kas saistīti ar būvniecības nozares ilgtspēju, ietekmes uz vidi samazināšanu un globālo klimata mērķu sasniegšanu.

Aprēķini sniedz projektētājiem, inženieriem un citiem lēmumu pieņēmējiem vērtīgu ieskatu par materiālu, konstrukcijas un būvniecības procesu ietekmi uz vidi. Tas ļauj izvēlēties materiālus ar zemāku oglekļa pēdu, piemēram, izmantojot vides deklarācijas (EPD), optimizēt dizainu un konstrukcijas metodes, lai samazinātu emisijas, identificētu galvenās oglekļa emisiju jomas visā ēkas dzīves ciklā un koncentrētu samazināšanas centienus uz tām. Aprēķini veicina materiālu atkārtotas izmantošanas, pārstrādes un reģenerācijas potenciāla novērtēšanu, tādējādi atbalstot cirkulārās ekonomikas principu ieviešanu būvniecībā un samazinot atkritumu daudzumu. Oglekļa aprēķini mudina piegādes ķēdes dalībniekus piedāvāt un ieviest zema oglekļa emisiju risinājumus, jo var tikt izveidoti iepirkumu mehānismi, kas atalgo šādus risinājumus. Tie veicina inovāciju un jaunu tehnoloģiju attīstību dekarbonizācijas virzienā. Būtiski atcerēties, ka jo agrākā būvniecības procesa stadijā (projektēšanā) tiek ņemts vērā piesaistītais ogleklis, jo labāku rezultātu uz ēkas kopējo oglekli ir iespējams iegūt.

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

### Lekcijas literatūra

The Structural Carbon Tool – version 3.  
<https://www.istructe.org/resources/guidance/the-structural-carbon-tool/>

LVS EN 15978:2012 Ilgtspējīga būvniecība. Ēku ekoloģiskās veiktspējas novērtējums. Aprēķinu metode. <https://www.lvs.lv/products/31422>

LVS ISO 21930:2020 Ēku un inženierbūvju ilgtspējība. Pamatnoteikumi būvizstrādājumu un būvniecības pakalpojumu vides deklarācijām. <https://www.lvs.lv/products/148170>

LVS EN 15804+A2+AC:2022 Ilgtspējīga būvniecība. Izstrādājumu vides deklarācijas. Pamatnoteikumi būvizstrādājumu kategoriju noteikšanai. <https://www.lvs.lv/products/153855>

Athena Impact estimator <https://www.athenasmi.org/our-software-data/impact-estimator>

Beacon <https://www.thorntontomasetti.com/capability/embodied-carbon>

EC3 <https://ec-3.org/>

Cerclos e-tool <https://cerclos.com/products/etool/>

Kaleidoscope: Embodied Carbon Design Tool  
<https://payette.com/kaleidoscope/>

Preoptima CONCEPT <https://www.preoptima.com/concept>

ECCOLAB <https://www.architype.co.uk/perform/cutting-carbon>

Tally <https://choosetally.com/>

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

### **Ieguvumi un slodzes ārpus sistēmas robežām (D modulis)**

D modulis, kas nosaukts kā "ieguvumi un slodzes ārpus sistēmas robežām" (benefits and loads beyond the system boundary), ir būvizstrādājuma dzīves cikla novērtējuma (LCA) sastāvdaļa, kas sniedz papildu informāciju par produkta potenciālo vides ietekmi ārpus tā tiešajām dzīves cikla fāzēm.

Galvenie aspekti, kas raksturo D moduli:

- D modulis nav dzīves cikla posms līdzīgi kā A, B un C moduļi (tas atrodas ārpus pētāmās produkta sistēmas un būvdarbu sistēmas robežām)

- D modulis sniedz papildu informāciju par potenciālajiem tīrajiem ieguvumiem no atkārtotas izmantošanas, pārstrādes un enerģijas reģenerācijas, kas rodas ārpus pētītās sistēmas robežām.

- Saskaņā ar standartu LVS EN 15804+A2:2020, informācija par D moduli jāiekļauj visās Produkta vides deklarācijās (EPD). Ja tiek iekļauta D moduļa informācija, tās LCA rezultāti vienmēr jāziņo atsevišķi. Šis ir būtisks papildinājums, salīdzinot ar vecākām vadlīnijām, kurās D modulis tika uzskatīts par izvēles moduli.

- Uz D moduli nav attiecināma alokācijas pieeja un tas nenorāda ietekmes, kas tiek nodotas citām produktu sistēmām blakusproduktu rašanās vai materiālu atgūšanas procesu rezultātā.

- Tas kvantificē potenciālos tīros ieguvumus un slodzes, kas rodas, ja materiāli, produkti vai degvielas tiek atkārtoti izmantoti, pārstrādāti vai reģenerēti un aizstāj pirmatnējo resursu izmantošanu citās produktu sistēmās.

- D modulis aprēķina tīrās ietekmes, apvienojot četras apakškomponentes:

- D1e: Slodzes un ieguvumi, kas saistīti ar sekundāro materiālu eksportu.

- D2e: Slodzes un ieguvumi, kas saistīti ar sekundāro degvielu eksportu.

- D3e: Slodzes un ieguvumi, kas saistīti ar enerģijas eksportu no atkritumu sadedzināšanas (gan ar efektivitāti zem 60%, gan virs 60%).

- D4e: Slodzes un ieguvumi, kas saistīti ar enerģijas eksportu no atkritumu apglabāšanas (poligoniem).

- D moduļa aprēķini balstās uz scenārijiem, kas apraksta komponentu nākotnes izmantošanu pēc projekta vai produkta dzīves cikla beigām. Šiem scenārijiem jābūt reālistiskiem, īstenojamiem un balstītiem uz pašreizējo praksi, lai nodrošinātu pārbaudāmus rezultātus, pat ja tie attiecas uz nākotni. Ja nav pieejami dati par vidējo pašreizējo tehnoloģiju, jāizmanto konservatīva pieeja. Jānorāda arī visi izdarītie pieņēmumi par apstrādes tehnoloģijām, aizvietošanas procesiem, efektivitāti un korekcijas faktoriem.

- Tāpat kā aprēķinot citus moduļus, arī D moduļa aprēķinos izmantoto datu kvalitāte ir jānovērtē.

D moduļa aprēķināšana un iekļaušana vides deklarācijās sniedz vairākus būtiskus ieguvumus:

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

- D modulis palīdz kvantificēt projekta kopējo vides ietekmi un nodrošina aprites mērījumu. Tas sniedz plašāku ieskatu par produkta vai ēkas vides sniegumu, aptverot tā potenciālo pienesumu ilgtspējībai ārpus savām sistēmas robežām.

- Modulis D atbalsta koncepciju "projektēšana atkārtotai izmantošanai, pārstrādei un reģenerācijai" (design for reuse, recycling and recovery). Kvantificējot ieguvumus no resursu atgūšanas, tas mudina izstrādāt risinājumus, kas veicina materiālu un komponentu ilgāku dzīves ciklu un samazina atkritumu daudzumu.

- Veicinot esošo aktīvu, komponentu vai materiālu atkārtotu izmantošanu, D modulis palīdz samazināt nākotnes A1-A3 (ražošanas posma) emisijas. Tas ir tādēļ, ka atkārtoti izmantoti vai pārstrādāti materiāli aizstāj jaunus (pirmējos) izejmateriālus, tādējādi izvairoties no jaunu ražošanas procesu ietekmes uz vidi sloga.

- Deklarējot D moduļa informāciju, tiek nodrošināta pārredzamība par potenciālajiem vides ieguvumiem no atgūtajiem resursiem. Tas ļauj projektētājiem un citiem vērtību ķēdes dalībniekiem pieņemt informētus lēmumus, izvēloties materiālus un projektēšanas risinājumus, kas maksimāli palielina atgūšanas potenciālu un samazina kopējo dzīves cikla oglekļa pēdu.

- Nepieciešamība aprēķināt D moduli mudina ražotājus un piegādātājus izstrādāt un piedāvāt produktus, kas ir vieglāk atkārtoti izmantojami, pārstrādājami vai reģenerējami, tādējādi veicinot inovācijas un ilgtspējīgu materiālu attīstību.

- D moduļa standartizēta aprēķināšana (pat ja izmantojot scenārijus) nodrošina labāku salīdzināmību starp dažādiem būvizstrādājumiem un projektiem, ļaujot novērtēt to ieguldījumu plašākā aprites sistēmā.

D modulis, kas bieži vien uzrāda negatīvas vērtības (ieguvumus), palīdz veidot pilnīgāku ēkas vai produkta "no šūpuļa līdz kapam plus D" oglekļa pēdas attēlu, iekļaujot pozitīvo ietekmi, ko produkts rada citās sistēmās. Šis punkts īpaši attiecas uz koksnes būvizstrādājumiem.

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

### **Lekcijas literatūra**

LVS EN 15804+A2+AC:2022 Ilgtspējīga būvniecība. Izstrādājumu vides deklarācijas. Pamatnoteikumi būvizstrādājumu kategoriju noteikšanai. <https://www.lvs.lv/products/153855>

LVS ISO 21930:2020 Ēku un inženierbūvju ilgtspējība. Pamatnoteikumi būvizstrādājumu un būvniecības pakalpojumu vides deklarācijām. <https://www.lvs.lv/products/148170>

LVS EN 15978:2012 "Ilgtspējīga būvniecība. Ēku ekoloģiskās veiktspējas novērtējums. Aprēķinu metode". <https://www.lvs.lv/products/31422>

New Product LCA Network for the UK. What is the story with Module D? <https://constructionlca.co.uk/2025/05/06/what-is-the-story-with-module-d/>

European Aluminium. Stenghtening EPD robustness – best practices for module D. [https://european-aluminium.eu/wp-content/uploads/2025/03/28\\_02\\_2025\\_Module-D-Guidance-Paper.pdf](https://european-aluminium.eu/wp-content/uploads/2025/03/28_02_2025_Module-D-Guidance-Paper.pdf)

Green Delta. Module D in Environmental Product Declarations (EPDs). 2025. v2 [https://www.greendelta.com/wp-content/uploads/2025/01/Module-D-in-Environmental-Product-Declarations\\_08012025\\_final.pdf](https://www.greendelta.com/wp-content/uploads/2025/01/Module-D-in-Environmental-Product-Declarations_08012025_final.pdf)



Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

### **Piesaistītā oglekļa samazināšana un datu ziņošana**

Piesaistītā oglekļa aprēķināšana nav pašmērķis – tas ir līdzeklis, lai sasniegtu galveno mērķi - samazināt būvniecības ietekmi uz klimatu. Katram inženierim ir jāuzņemas atbildība aktīvi meklēt un ieviest oglekļa samazināšanas iespējas katrā projektā. Mūsu uzdevums ir pārvērst skaitļus reālā rīcībā, izaicinot ierasto praksi un piedāvājot inovatīvus un efektīvus risinājumus.

#### **Oglekļa samazināšanas hierarhija**

Lai strukturētu oglekļa samazināšanas centienus, ir lietderīgi izmantot hierarhisku pieeju, kas balstīta uz PAS 2080 standartu. Šī hierarhija sakārto stratēģijas pēc to ietekmes potenciāla, sākot ar visefektīvākajām.

#### **Necelt neko (build nothing)**

Šis ir visefektīvākais veids, kā samazināt emisijas. Tas ietver kritisku pasūtītāja vajadzību izvērtēšanu. Šis līmenis sniedz vislielāko ietekmes potenciālu un prasa inženieru proaktīvu iesaisti ar klientu agrīnajās konceptuālajās stadijās (piem., RIBA 0-1).

Piemēram - apstrīdēt projekta nepieciešamību, ierosināt esošo telpu efektīvāku izmantošanu.

#### **Celt mazāk (build less)**

Ja no jaunas būvniecības nevar izvairīties, nākamais solis ir samazināt tās apjomu. Tas nozīmē maksimāli izmantot un pielāgot esošās būves.

Piemēram - saglabāt un pastiprināt esošās konstrukcijas, samazināt jaunbūves platību.

#### **Celt gudri (build clever)**

Šis līmenis koncentrējas uz projektēšanas lēmumiem, kas samazina materiālu patēriņu un izmanto materiālus ar zemu oglekļa ietekmi. Tā ir būvinženiera projektēšanas darba (piem., RIBA 2-4 stadijas) sirds.

Piemēram - izmantot efektīvas konstrukciju formas, samazināt laidumus, optimizēt slodzes, izvēlēties materiālus ar zemu oglekļa ietekmi.

#### **Celt efektīvi (build efficiently)**

Šis posms attiecas uz būvniecības procesu un metodēm, kas samazina resursu patēriņu un atkritumu daudzumu būvlaukumā.

Piemēram - izmantot saliekamās konstrukcijas, lai samazinātu atkritumus; optimizēt loģistiku.

Atsevišķu projektu datu koplietošana ir vitāli svarīga visai nozarei. Ziņojot datus publiskās datubāzēs tas veicina:

Salīdzinošās novērtēšanas (benchmarking) attīstību - tas ļauj objektīvi novērtēt, cik labi veicas konkrētajam projektam.

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

- Reālistisku mērķu noteikšanu - uzkrājot datus, nozare var noteikt pamatotus un sasniedzamus oglekļa samazināšanas mērķus.
- Labākās prakses identificēšanu - datu analīze palīdz atklāt visefektīvākās stratēģijas.

Īpaši svarīgi ir veikt un ziņot faktiskos (as-built) aprēķinus. Tie balstās uz reāli piegādātajiem materiāliem un būvniecības procesiem, sniedzot visprecīzākos datus.

Papildus datu ziņošanai, ir svarīgi dalīties arī ar gadījumu izpēti un gūtajām atziņām, piemēram, iesniedzot rakstus nozares žurnāliem un piedaloties konferencēs.

Šis lekciju kurss ir sniedzis metodoloģisko ietvaru un praktiskos rīkus, lai piesaistītā oglekļa aprēķināšana kļūtu par katra būvinženiera ikdienas praksi. Tomēr zināšanas ir tikai pirmais solis. Patiesās pārmaiņas sākas ar rīcību.

Kļūsim par pārmaiņu virzītājspēku, kas ved būvniecības nozari pretim ilgtspējīgai un klimatneitrālai nākotnei. Mūsu lēmumi šodien veido pasauli, kurā dzīvosim rīt.

Apmācību programmas dažādu specialitāšu studentiem par būvizstrādājumu ietekmi uz vidi

### Lekcijas literatūra

PAS 2080:2023 Carbon Management in Infrastructure and Built Environment - PAS 2080 specifies the requirements for the management of whole-life carbon in buildings and infrastructure. <https://www.bsigroup.com/en-GB/insights-and-media/insights/brochures/pas-2080-carbon-management-in-infrastructure-and-built-environment/>

P Gibbons, J J Orr and W Arnold. How to calculate embodied carbon (Third edition) <https://www.istructe.org/resources/guidance/how-to-calculate-embodied-carbon/>

VARAM. Ilgtermiņa stratēģija. Stratēģija Latvijas oglekļa mazieltīpīgai attīstībai līdz 2050.gadam. [https://www.varam.gov.lv/sites/varam/files/varamstr\\_121119\\_oma.pdf](https://www.varam.gov.lv/sites/varam/files/varamstr_121119_oma.pdf)

RMI. Reducing Embodied Carbon in Buildings, Low-Cost, High-Value Opportunities, Report. July 2021. [https://rmi.org/wp-content/uploads/dlm\\_uploads/2021/08/Embodied\\_Carbon\\_full\\_report.pdf](https://rmi.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/2021/08/Embodied_Carbon_full_report.pdf)

Nrep. Sustainability. LCA and LCC on upcycle studios&the resource rows, September 2020. [https://nrep.com/wp-content/uploads/2020/11/200923\\_Upcycle-Studios-RR-LCALCC\\_NREP.pdf](https://nrep.com/wp-content/uploads/2020/11/200923_Upcycle-Studios-RR-LCALCC_NREP.pdf)