Klimata un enerģētikas ministrija

civitta

# LIETOTĀJA ROKASGRĀMATA

## Ietekmes uz klimatu rīka aprēķina metodoloģija: Atkritumu transportēšana, pārstrāde, reģenerācija un apglabāšana reģionu līmenī

**Pasūtītājs**
Klimata un enerģētikas ministrija

**Piegādātājs**
piegādātāju apvienība “Civitta”

Lietotāja rokasgrāmata
Augusts 2024

Metodoloģija, kā aprēķināt ietekmi uz klimatu no atkritumu transportēšanas, pārstrādes, reģenerācijas un apglabāšanas darbībām atkritumu apsaimniekošanas reģionu līmenī, metodoloģijas pielietojuma demonstrācija un metodoloģijas pielietojuma apmācību nodrošināšana.

Metodoloģijas izstrādātājs ir piegādātāju apvienība “Civitta” un metodoloģija ietekmes uz klimata aprēķina veikšanai atkritumu apsaimniekošanas nozarei ir izstrādāts LIFE integrētā projekta “Atkritumi kā resursi Latvijā – Reģionālās ilgtspējas un aprites veicināšana, ieviešot atkritumu kā resursu izmantošanas koncepciju" (LIFE Waste To Resources IP, LIFE20 IPE/LV/000014) ietvaros.

# Saturs

Izmantotie termini ..... 5
Summary ..... 7
Kopsavilkums ..... 8
1. IEVADS ..... 9
2. ATKRITUMU APSTRĀDES PLŪSMAS ..... 10
3. ATKRITUMU APGLABĀŠANA ..... 13
3.1. Ievads ..... 13
3.2. Metodika ..... 13
3.3. Ievades parametri ..... 14
3.4. Aprēķini ..... 16
3.5. Pieņēmumi ..... 22
3.6. Rezultāti ..... 22
3.7. Nenoteiktības novērtējums un kvalitātes kontrole ..... 23
4. BIOLOĢISKI NOĀRDĀMO ATKRITUMU PĀRSTRĀDE ..... 24
4.1. Kompostēšana ..... 24
4.1.1. Ievads ..... 24
4.1.2. Metodika ..... 24
4.1.3. Ievades parametri ..... 24
4.1.4. Aprēķini ..... 25
4.1.5. Rezultāti ..... 25
4.1.6. Nenoteiktības novērtējums un kvalitātes kontrole ..... 26
4.2. Anaerobā pārstrāde ..... 26
4.2.1. Ievads ..... 26
4.2.2. Metodika ..... 26
4.2.3. Ievades parametri ..... 26
4.2.4. Aprēķini ..... 28
4.2.5. Rezultāti ..... 29
4.2.6. Nenoteiktības novērtējums un kvalitātes kontrole ..... 29
5. ENERĢĒTIKA ..... 30

5.1. Ievads ... 30
5.2. Stacionārās emisijas ... 30
5.2.1. Metodika ... 30
5.2.2. Ievades parametri ... 30
5.2.3. Aprēķini ... 32
5.2.4. Rezultāti ... 33
5.2.5. Nenoteiktības novērtējums un kvalitātes kontrole ... 33
5.3. Nestacionārās emisijas ... 34
5.3.1. Ievads ... 34
5.3.2. Metodika ... 34
5.3.3. Ievades parametri ... 34
5.3.4. Aprēķini ... 35
5.3.5. Pieņēmumi ... 38
5.3.6. Rezultāti ... 38
5.3.7. Nenoteiktības novērtējums un kvalitātes kontrole ... 38
5.4. Atkritumu sadedzināšana ar enerģijas atguvi (reģenerācija) ... 39
5.4.1. Ievads ... 39
5.4.2. Metodika ... 39
5.4.3. Ievades parametri ... 39
5.4.4. Aprēķini ... 39
5.4.5. Pieņēmumi ... 41
5.4.6. Rezultāti ... 41
5.4.7. Nenoteiktības novērtējums un kvalitātes kontrole ... 41
6. APRITES EKNOMIKAS UN ENERGOEFEKTIVITĀTES PASĀKUMI ... 42
6.1. Ievads ... 42
6.2. Metodika ... 42
6.3. Ievades parametri ... 42
6.4. Aprēķini ... 44
6.5. Rezultāti ... 46
6.6. Nenoteiktības novērtējums un kvalitātes kontrole ... 46
7. REZULTĀTI ... 47
1. Pielikums: Vēsturisko emisiju aprēķina metodika atkritumu apglabāšanai ... 49

2. Pielikums: Parametru un rezultātu skaidrojums ..... 50
3. Pielikums: Praktiski piemēri aprites ekonomikas pasākumu ieviešanā ..... 53
Aprites ekonomikas principu un stratēģiju īstenošana ..... 54
ES aprites ekonomikas stratēģiju piemēri uzņēmējdarbībā: “Pirms lietošanas” stratēģijas (R0 – R2) ..... 56
ES aprites ekonomikas stratēģiju piemēri uzņēmējdarbībā: “Lietošanas laikā” stratēģijas (R3 – R7) ..... 57
ES aprites ekonomikas stratēģiju piemēri uzņēmējdarbībā: “Pēc lietošanas” stratēģijas (R8 – R9) ..... 59

# Izmantotie termini

| | |
|---|---|
| AdBlue | Tirdzniecības markas nosaukums urīnvielas jeb karbamīda šķīdumam dejonizētā ūdenī |
| AFOLU | Lauksaimniecība, mežsaimniecība un cits zemes izmantojums |
| Atkritumu veida indekss | Speciāls apzīmējums formulas pierakstā (*sum index*), kurš apzīmē, ka konkrētais aprēķins tiek veikts vienam atkritumu veidam un pēc tam nākamajiem |
| BNA | Bioloģiski noārdāmie atkritumi |
| $CH_4$ | Metāns |
| CNG | Saspiestā dabasgāze |
| $CO_2$ | Oglekļa dioksīds |
| $CO_2$ekv. | Oglekļa dioksīda ekvivalents |
| DOC | Degradējamais organiskais ogleklis |
| ES | Eiropas Savienība |
| IKP | Iekšzemes kopprodukts |
| IPCC | Klimata pārmaiņu starpvaldību padome |
| IPCC vadlīnijas | 2006. gada Klimata pārmaiņu starpvaldību padomes vadlīnijas par valstu siltumnīcefekta gāzu pārskatiem |
| LPG | Sašķidrinātā naftas gāze |
| LVĢMC | Latvijas Vides ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs |
| MK | Ministru kabinets |
| MK noteikumi Nr. 42 | Ministru kabineta 2018. gada 23. janvāra noteikumi Nr. 42 "Siltumnīcefekta gāzu emisiju aprēķina metodika" |
| Modelis | Projekta “Metodoloģija, kā aprēķināt ietekmi uz klimatu no atkritumu apsaimniekošanas darbībām atkritumu apsaimniekošanas reģionu līmenī un metodoloģijas pielietojuma apmācību nodrošināšana” ietvaros izstrādātais emisiju aprēķina modelis |

| | |
|---|---|
| Nepārvaldīta apglabāšana | Balstoties uz Klimata pārmaiņu starpvaldību padomes un Nacionālo inventarizācijas ziņojumu metodoloģiju, šeit atkritumu apglabāšana tiek kategorizēta kā nepārvaldīta, ja tā neatbilst pārvaldīto sadzīves atkritumu apglabāšanas vietu kritērijiem |
| NIR | Nacionālais inventarizācijas ziņojums |
| $N_2O$ | Dislāpekļa oksīds |
| Organizācija | Organizācija atkritumu apsaimniekošanas nozarē, par kuru izstrādātā emisiju aprēķina modeļa ietvaros tiek ievadīta vai analizēta informācija |
| Pārvaldīta apglabāšana | Balstoties uz Klimata pārmaiņu starpvaldību padomes un Nacionālo inventarizācijas ziņojumu metodoloģiju, šeit atkritumu apglabāšana tiek kategorizēta kā pārvaldīta, ja apsaimniekotajā atkritumu apsaimniekošanas sistēmā ir kontrolēta atkritumu izvietošana (t.i., atkritumi tiek novirzīti uz konkrētām apglabāšanas zonām, tiek kontrolēta atkritumu izvietošana un ugunsgrēku kontroles pakāpe), un tajā ietilpst kāds no šiem elementiem: pārklājamais materiāls, mehāniskā sablīvēšana vai atkritumu izlīdzināšana |
| SA | Sadzīves atkritumi |
| SEG | Siltumnīcefekta gāzu emisijas. Emisiju aprēķina modeļa tvērumā par šī termina tiek uzskaitītas oglekļa dioksīda ($CO_2$), metāna ($CH_4$) un dislāpekļa oksīda ($N_2O$) emisijas, kas tiek izteiktas arī $CO_2$ ekvivalentā |
| UNFCCC | Apvienoto Nāciju Organizācijas Vispārējā konvencija par klimata pārmaiņām |

# Summary

The aim of this methodology is to provide an explanation for the developed emission calculation model, which uses an automated approach for calculating greenhouse gas emissions from organizations in the waste management sector in Latvia. The emission calculation model uses the approaches laid out in the guidelines developed by the International Panel on Climate Change (IPCC)[1], as well as other recognized sources in this field.

Calculations give the greenhouse gas emissions in $CO_2$eq, which in this case is comprised of the global warming potentials of $CO_2$, $CH_4$ and $N_2O$[2]. In addition, the emission calculation model contains information on the circularity and energy efficiency aspects that are reported by the organizations.

One of the most important areas for greenhouse gas emissions for the waste sector is solid waste disposal. The emissions are estimated from both historical carbon data and annual landfilled waste, which forms a system where a constant stock of carbon in landfills is being estimated.

Biodegradable waste emissions are estimated for composting and anaerobic processing. These emissions are mainly biogenic, but the processes are important ways of reusing biodegradable waste that has been disposed of and as such are crucial to examine. The main advantage of these processes is the production of biogas and potential fertilizer in addition to the discarded waste.

Energy waste emissions from the waste sector make up the third major component of this estimation. Energy is both produced and used in the waste sector. Major uses of energy are transportation, processes and infrastructure. For transportation, the emissions are estimated simply from fuel usage, while process energy usage / production is more complex as some energy carriers need to be brought in while some may be produced by the organizations themselves. For infrastructure it is a mix of simple energy usage from the grid or consumption of energy produced on site.

Finally, circularity and energy efficiency measures for the waste sector have been estimated as an indicator of the progress of the waste sector towards a sustainable operation model. These measures do have an effect on emissions, but they are assumed to be produced in an effort to reduce the usage of fossil emissions.

The methodology is a compilation of approaches and calculations that provides an overview of a waste manager's greenhouse gas emissions. Considering that the emission calculation model is developed according to national inventory collection guidelines, it is a powerful tool, which simplifies data gathering, while providing direct input to reporting and policymaking at the national level.

[1] IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. <saite>

[2] Komisijas Deleģētā regula (ES) 2020/1044 (2020. gada 8. maijs). <saite>

# Kopsavilkums

Metodoloģijas mērķis ir sniegt skaidrojumu par izstrādāto emisiju aprēķina modeli, kas izmanto automatizētu pieeju organizāciju radīto siltumnīcefekta gāzu emisiju aprēķināšanai atkritumu apsaimniekošanas nozarē Latvijā. Emisiju aprēķina modelis izmanto Starptautiskās Klimata pārmaiņu starpvaldību padomes (IPCC)[3] izstrādātajās vadlīnijās noteiktās pieejas un metodikas, kā arī citus šajā nozarē atzītus avotus.

Aprēķinos siltumnīcefekta gāzu emisijas izteiktas $CO_2$ ekv., kas šajā gadījumā sastāv no $CO_2$, $CH_4$ un $N_2O$ globālās sasilšanas potenciāla[4]. Turklāt emisiju aprēķina modelis satur informāciju par aprites un energoefektivitātes aspektiem, kuri nozares pārstāvjiem ir aktuāli ikdienas darbā.

Viena no svarīgākajām siltumnīcefekta gāzu emisiju jomām atkritumu nozarē ir sadzīves atkritumu apglabāšana. Emisijas tiek aprēķinātas, izmantojot gan vēsturiskos oglekļa datus, gan ikgadējos datus par poligonos apglabātajiem atkritumiem, kas veido sistēmu, kurā tiek novērtēts poligonos uzkrātais ogleklis.

Bioloģiski noārdāmo atkritumu emisijas ir aprēķinātas kompostēšanas un anaerobās pārstrādes darbībām. Šīs emisijas galvenokārt ir biogēnas, taču šie procesi ir svarīgi veidi, kā atkārtoti izmantot bioloģiski noārdāmos atkritumus, kuru procesu galvenā priekšrocība ir biogāzes un potenciālā mēslojuma iegūšana papildus radītajiem atkritumiem.

Enerģētikas jomā emisijas no atkritumu nozares ir trešā nozīmīgākā šī novērtējuma sastāvdaļa. Atkritumu nozarē tiek gan ražota, gan izmantota enerģija. Galvenie enerģijas izmantošanas veidi ir transports, procesi un infrastruktūra. Transportam emisijas tiek aprēķinātas, balstoties uz degvielas patēriņu transportlīdzekļos, savukārt enerģijas izmantošana/ražošana procesos ir sarežģītāka, jo daži enerģijas avoti tiek iegādāti no ārējiem pakalpojumu sniedzējiem, bet daži tiek saražoti uz vietas poligonā. Attiecībā uz infrastruktūru – tas ir vienkāršs elektroenerģijas patēriņš no tīkla vai uz vietas saražotās enerģijas patēriņš.

Ir būtiski izcelt, ka rādītājs, kas norāda uz atkritumu nozares progresu ceļā uz ilgtspējīgas darbības modeļa ieviešanu, ir ieviestie aprites un energoefektivitātes pasākumi nozarē. Šiem pasākumiem ir ietekme uz radītajām emisijām, taču tiek pieņemts, ka šo pasākumu ieviešanas mērķis ir samazināt fosilo emisiju apjomu.

Metodoloģija ir starptautiski atzītu pieeju un aprēķinu apkopojums, kas sniedz pārskatu par atkritumu apsaimniekotāja siltumnīcefekta gāzu emisijām. Ņemot vērā, ka emisiju aprēķina modelis izstrādāts atbilstoši valsts inventarizācijas apkopošanas vadlīnijām, tas var sniegt atbalstu datu apkopošanā un vienlaikus sniegt tiešu ieguldījumu ziņošanā un politikas veidošanā valsts līmenī.

[3] IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. <saite>

[4] Komisijas Deleģētā regula (ES) 2020/1044 (2020. gada 8. maijs). <saite>

# 1.IEVADS

Metodoloģija ir izstrādāta ar mērķi novērtēt reģionālo atkritumu apsaimniekošanas plānu ietvaros veiktās atkritumu transportēšanas, pārstrādes, reģenerācijas un apglabāšanas darbības ietekmi uz klimatu. Izstrādātais Modelis aprēķina SEG emisijas, liekot uzsvaru uz $CO_2$, $CH_4$ un $N_2O$ emisijām atkritumu nozares darbībām:

- Sadzīves atkritumu (turpmāk arī – SA) apglabāšana,
- Bioloģiski noārdāmo atkritumu (turpmāk arī – BNA) pārstrāde,
- Atkritumu sadedzināšana ar enerģijas atguvi,
- Transports (nestacionārās emisijas),
- Enerģētika (stacionārās emisijas),
- Aprites pasākumu ieviešana.

Metodoloģijas sadaļā par SA apglabāšanu ir sniegts metodoloģiskais apraksts, kas novērtē uzkrātā oglekļa izmaiņas no SA apglabāšanas aktivitātēm poligonos un kas tiek iekļauta kā būtiska sadaļa atkritumu apsaimniekošanas nozarē.

Katrā no augstāk minētajām darbībām ietekme uz klimatu tiek atspoguļota gan atsevišķu SEG emisiju tvērumos $CO_2$, $CH_4$ un $N_2O$, gan kā $CO_2$ekv. Lai sniegtu aprēķinu rezultātu kā $CO_2$ekv., $CO_2$, $CH_4$ un $N_2O$ emisijām tiek ņemts vērā to globālais sasilšanas potenciāls jeb *global warming potential*, kas ir balstīts uz IPCC Piekto novērtējuma ziņojumu (AR5, attiecīgi vērtības ir 28 un 265) un šīs vērtības tiek norādītas izstrādātajā Modeļa izklājlapā “Emisiju faktori”. Aprēķins ir saskaņā ar UNFCCC.

**$CH_4$ un $N_2O$ izteikšana $CO_2$ekv.**:

$$Emisijas_{GHG} = M_{GHG} * GWP_{GHG} \quad (1.1)$$

kur

Emisijas – Kopējais emisiju apjoms, kg$CO_2$ekv.

GHG – SEG emisiju indekss ($CH_4$ vai $N_2O$)

M – Kopējais emisiju apjoms, kg SEG gāzes

GWP – Globālās sasilšanas potenciāls

Šī dokumenta 2.pielikums apkopo informāciju par Organizācijas ievades datiem visās Modeļa sadaļās.

Papildus tam, izstrādātais Modelis ietver arī Konvertācijas izklājlapu, kas paredzēta datu konvertācijai starp dažādām izmantotajām vienībām.

# 2. ATKRITUMU APSTRĀDES PLŪSMAS

Sākotnēji modeļa izklājlapā "Ievades dati_Atkritumu plūsmas" Organizācija norāda vai tiek monitorēta informācija par apglabāto atkritumu sastāvu. Ja jā, tad šī informācija tiek ievadīta tālāk aprakstītajā sadaļā saistībā ar atkritumu apstrādes plūsmām. Taču ja šāda veida informācija nav pieejama, tad atsevišķi ir jāievada informācija par kopējo apglabāto atkritumu daudzumu izvēlētajā pārskata gadā (Attēls 1).

Attēls 1. Ievades vieta kopējam apglabāto atkritumu daudzumam izvēlētajā pārskata gadā

| Atkritumu apglabāšana / Waste landfilling | | | |
|---|---|---|---|
| **Vai Jūsu organizācija monitorē informāciju par apglabāto atkritumu (sadzīves un rūpnieciskie atkritumi) sastāvu?** | *Does your organization monitor data on landfilled waste composition (municipal and industrial waste)?* | Nē | |
| **Lūdzu, norādiet informāciju par kopējo apglabāto atkritumu daudzumu (sadzīves un rūpnieciskie atkritumi) izvēlētajā pārskata gadā:** | *Please enter the total amount of waste landfilled (municipal and industrial waste) in the reporting year, t* | 0 | tonnas (t) |

*Avots: Modelis*

Modeļa izklājlapā "Ievades dati_Atkritumu plūsmas" Organizācijai neieciešams ievadīt arī Organizācijas rīcībā esošos datus par katra atkritumu veida apstrādes plūsmām konkrētajā ziņošanas gadā, kas tālāk tiek izmantoti kā ievades dati citu atkritumu nozaru aprēķinos. Shematiska izklājlapas uzbūve norādīta Attēlā 2.

Attēls 2. Shematiska izklājlapas uzbūve atkritumu veidu apstrādes plūsmu ievadei

| Atkritumu kategorija | Atkritumu veids | Atkritumu plūsmas veids |
|---|---|---|
| Sadzīves atkritumi (SA) | 13 atkritumu veidi | 7 dažādi atkritumu plūsmu veidi |
| Notekūdeņu attīrīšanas dūņas | 2 atkritumu veidi | |
| Rūpnieciskie atkritumi | 8 atkritumu veidi | |
| Citi atkritumi | 3 atkritumu veidi | |

*Avots: pētījuma autori*

Četras atkritumu kategorijas un tajās iekļautie atkritumu veidi tiek izvirzīti balstoties uz 2006. gada IPCC vadlīnijām par valstu siltumnīcefekta gāzu pārskatiem[5] (turpmāk – IPCC vadlīnijas). Lai nodrošinātu sasaisti ar Latvijā izmantoto statistikas ietvaru atkritumu klasifikācijā, tādējādi nodrošinot vienotu pieeju un skaidru atkritumu veidu klasifikāciju, katram atkritumu veidam ir piešķirtas konkrētas atkritumu klases, kuras noteiktas MK noteikumos Nr. 302 "Noteikumi par atkritumu klasifikatoru un īpašībām, kuras padara atkritumus bīstamus". Informāciju par šo sadalījumu var skatīt Modeļa izklājlapā "Atkritumu klasifikācija". Piemēram, atkritumu kategorijas "Sadzīves atkritumi (SA)" atkritumu veidam "Pārtikas atkritumi" ir piesaistītas trīs atkritumu klases.

[5] IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. <saite>

Jāņem vērā, ka ir atsevišķi atkritumu veidi, kuriem esošajā klasifikācijas ietvarā nebija iespējams izdalīt atsevišķas klases (atkritumu kategorijā "Sadzīves atkritumi (SA)" – atkritumu veidiem "Autiņi" un "Gumija un āda", bet atkritumu kategorijā "Rūpnieciskie atkritumi" – "Gumijas ražošanas atkritumi"). Šīs sadaļas nav paredzēts aizpildīt un tās Modelī ir iekrāsotas pelēkā krāsā, taču tiek saglabātas, ja nākotnē ir izmaiņas atkritumu klasifikācijā, kas ļautu ievadīt datus arī par šīm kategorijām.

Pie atkritumu klašu sadalījuma atsevišķa uzmanība jāpievērš kodam 191213 "Bioloģiski noārdāmi atkritumi, kas piemēroti kompostēšanai vai anaerobai pārstrādei", ņemot vērā, ka tie bieži vien sastāda nozīmīgu daļu no kopējā atkritumu sastāvā, kā arī to piemērotību bioloģiski noārdāmo atkritumu pārstrādei. Ņemot vērā, ka šo atkritumu veidu nevar viennozīmīgi ievietot IPCC vadlīniju ietvarā (piemēram, pie veidiem "Pārtikas atkritumi" vai "Dārzu un parku atkritumi", kas pārsvarā sastāda šīs atkritumu klases saturu), tad Modeļa ietvaros to tiek ieteikts sadalīt pa attiecīgajiem atkritumu veidiem, ja Organizācijas ietvaros ir veikti mērījumi vai pētījumi par šīs atkritumu klases vidējo sastāvu. Ja Organizācijas ietvaros šāda informācija nav, tad konsekvences nodrošināšanai ir ieteicams šo apjomu sadalīt divās vienādās daļās un ievadīt pie veidiem "Pārtikas atkritumi" vai "Dārzu un parku atkritumi". Jāmin, ka emisiju apjomu savstarpējais sadalījums starp šiem diviem veidiem neietekmē, jo aprēķinos izmantotās vērtības šīm abām grupām ir vienādas.

Arī atkritumu apstrādes plūsmu veidi balstās uz IPCC vadlīnijās esošo sadalījumu. Arī šeit, lai nodrošinātu sasaisti ar Latvijā izmantoto statistikas ietvaru atkritumu klasifikācijā, katram atkritumu apstrādes plūsmas veidam ir piešķirti konkrēti kodi vai apakškodi, kuri noteikti MK noteikumos Nr. 271 "Noteikumi par vides aizsardzības oficiālās statistikas un piesārņojošās darbības pārskata veidlapām" (savāktajam daudzumam) vai MK noteikumos Nr. 319 "Noteikumi par atkritumu reģenerācijas un apglabāšanas veidiem" (pārējiem atkritumu plūsmu veidiem)[6].

IPCC vadlīnijās atsevišķi tiek izdalīts atkritumu apstrādes plūsmas veids "Atklāta dedzināšana", kam ir pieejami arī konkrēti atkritumu apglabāšanas veida kodi, taču, ņemot vērā, ka šis atkritumu apstrādes plūsmas veids nav aktuāls, tad arī šī sadaļa Modelī ir iekrāsota pelēkā krāsā un sadaļu aizpildīt nav paredzēts.

Rezultātā, IPCC vadlīnijās izvirzītais ietvars tiek sasaistīts ar Latvijā izmantoto statistikas ietvaru atkritumu jomā, kas ļauj vienkāršot nepieciešamo datu ievadi, piemēram, izmantojot informāciju no jau iesniegtajiem Organizācijas atkritumu pārskatiem Latvijas Vides ģeoloģijas un meteoroloģijas centra (turpmāk arī – LVĢMC) sistēmā (3-Atkritumi).

Praktisku piemēru ar aizpildītu ievades datu formu skatīt Attēlā 3.

[6] Jāņem vērā, ka starp atkritumu plūsmām netiek skatīts kods R12 "Atkritumu īpašību mainīšana, lai ar tiem veiktu jebkuras darbības, kas apzīmētas ar kodu R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10 un R11", kas noteikts MK noteikumos Nr. 319 "Noteikumi par atkritumu reģenerācijas un apglabāšanas veidiem". Saistībā ar šo kodu nepieciešams pievērst uzmanību, lai par Organizāciju tiek ievadīta informācija tikai par mainīto kodu reģenerācijas veidiem, lai netiek veikta atkritumu dubultā uzskaite (piemēram, sadaļā par atkritumu apstrādes plūsmām kādā vietā uzskaitot to atkritumu daudzumu, kam piemērots kods R12, bet pēc tam daļu no šī daudzuma uzskaitot zem kāda cita atkritumu apstrādes plūsmas veida.

## Attēls 3. Shematiska izklājlapas uzbūve atkritumu veidu apstrādes plūsmu ievadei

| Atkritumu apstrādes plūsmas (mitrais saturs) [tonnas] / Waste treatment flows (wet content) [tonnes] | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Atkritumu kategorija** | **Atkritumu veids** | ***Waste category*** | ***Waste type*** | **Apstrādes plūsmas veids** | **Savāktais daudzums [tonnas]** | **Pārstrāde/ Atkārtota izmantošana/ Reģenerācija [tonnas]** | **Sadedzināšana ar siltuma atgūšanu [tonnas]** | **Atklāta dedzināšana [tonnas]** | **Kompostēšana [tonnas]** | **Anaerobā pārstrāde biogāzes iekārtās [tonnas]** | **Apglabāšana [tonnas]** |
| | | | | *Waste treatment type* | *Total annual collection [tonnes]* | *Recycling/ Reuse/ Recovery [tonnes]* | *Incineration with heat recovery [tonnes]* | *Open burning [tonnes]* | *Composting [tonnes]* | *Anaerobic digestion at biogas facilities [tonnes]* | *Disposal (landfill) [tonnes]* |
| | | | | **Kods** / National waste code | C6, C7 | R2, R3B, R3C, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11 | R1 | D10, D11 | R3A | R3D | D1 |
| **Sadzīves atkritumi (SA)** | Pārtikas atkritumi | ***Municipal solid waste (MSW)*** | *Food* | Lai precizētu atkritumu veidu, lūdzu, skatīt sadaļu "Atkritumu klasifikācija" / In order to clarify the waste type, please see tab "Atkritumu klasifikācija" | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Dārzu un parku atkritumi | | *Garden and park* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Papīrs un kartons | | *Paper and cardboard* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Koksne | | *Wood* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Tekstils | | *Textiles* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Autiņi | | *Disposal Diapers* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Gumija un āda | | *Rubber and leather* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Plastmasa | | *Plastic* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Metāls | | *Metal* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Stikls | | *Glass (incl dishware)* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Pelni | | *Ash* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Elektriskie un elektroniskie atkritumi | | *Electronic waste* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Citi | | *Others* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | | | |
| **Notekūdeņu attīrīšanas dūņas** | Sadzīves notekūdeņu attīrīšanas dūņas | ***Sewage Sludge*** | *Domestic Sludge* | Lai precizētu atkritumu veidu, lūdzu, skatīt sadaļu "Atkritumu klasifikācija" / In order to clarify the waste type, please see tab | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Rūpniecisko notekūdeņu attīrīšanas dūņas | | *Industrial sludge* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | | | |
| **Rūpnieciskie atkritumi** | Pārtikas, dzērienu un tabakas izstrādājumu ražošanas atkritumi | ***Industrial waste*** | *Food, beverages and tobacco* | Lai precizētu atkritumu veidu, lūdzu, skatīt sadaļu "Atkritumu klasifikācija" / In order to clarify the waste type, please see tab "Atkritumu klasifikācija" | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Tekstila ražošanas atkritumi | | *Textile* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Koksnes un koksnes produktu ražošanas atkritumi | | *Wood and wood products* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Celulozes un papīra ražošanas atkritumi | | *Pulp and paper* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Naftas produktu, šķīdinātāju un plastmasas ražošanas atkritumi | | *Petroleum products, solvents, plastic* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Gumijas ražošanas atkritumi | | *Rubber* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Būvniecības atkritumi | | *Construction products* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Citi | | *Others* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | | | |
| **Citi atkritumi** | Bīstamie atkritumi | ***Other wastes*** | *Hazardous waste* | Lai precizētu atkritumu veidu, lūdzu, skatīt sadaļu "Atkritumu klasifikācija" / In order to clarify the waste type, please see tab "Atkritumu klasifikācija" | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Klīniskie atkritumi | | *Clinical waste* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |
| | Citi | | *Others* | | 0 | 0 | 0 | Neattiecināms | 0 | 0 | 0 |

*Avots: Modelis*

# 3. ATKRITUMU APGLABĀŠANA

## 3.1. Ievads

Atkritumu nozarē atkritumu, īpaši BNA, apglabāšanai poligonā ir nozīmīga ietekme SEG emisiju radīšanā. Slēgtas vai rekultivētas atkritumu izgāztuves var izdalīt $CH_4$ pat pēc 70 vai vairāk gadiem.[7] Jāņem vērā, ka $CH_4$ ir arī spēcīgāka siltumnīcefekta gāze nekā $CO_2$ – saskaņā ar IPCC Piekto novērtējuma ziņojumu, tā globālās sasilšanas potenciāls ir 28 reizes lielāks nekā $CO_2$.

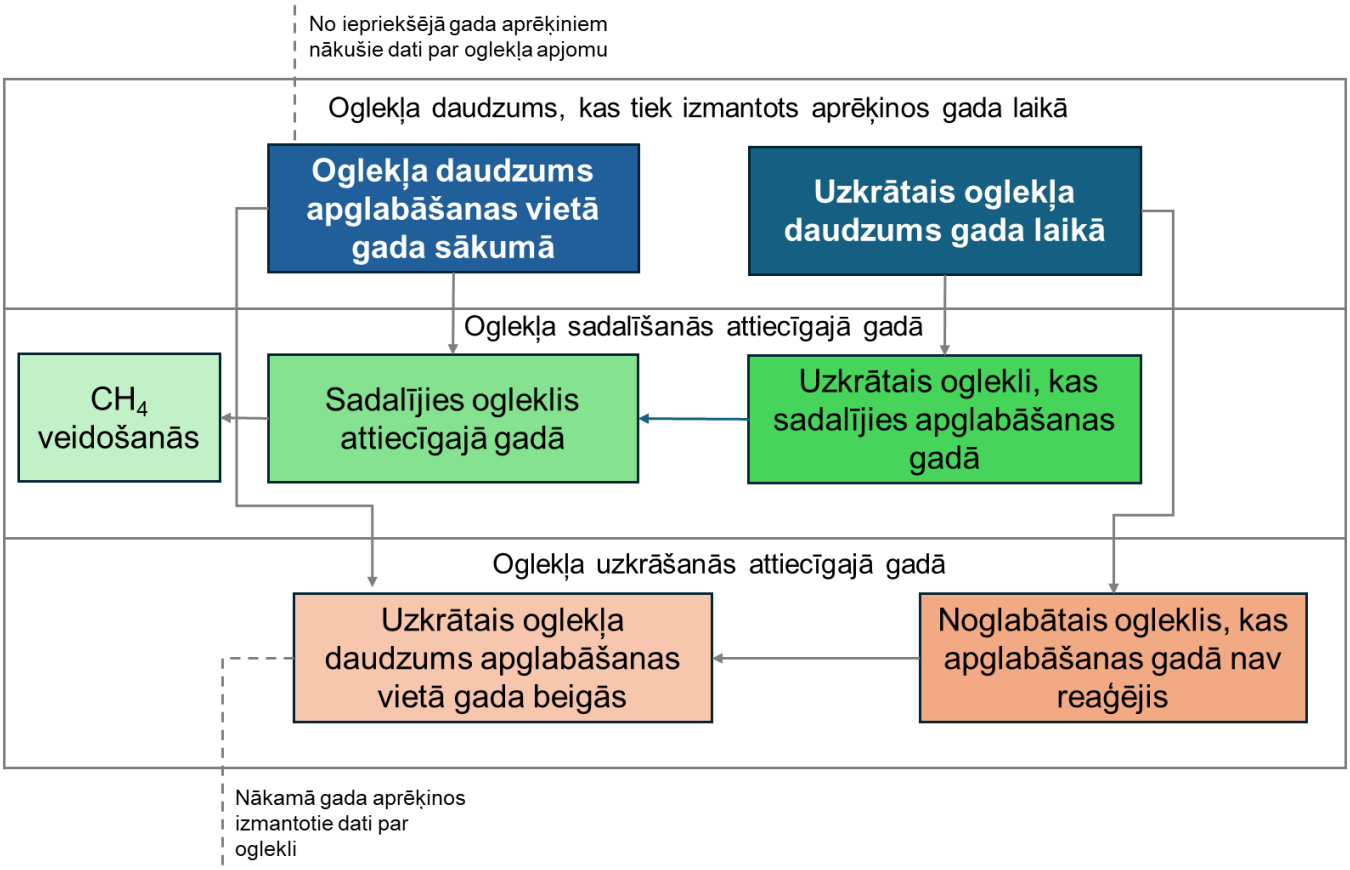
## 3.2. Metodika

Atkritumu apglabāšanas aprēķiniem tiek izmantota IPCC vadlīniju 5. sējuma 3. nodaļā aprakstītā metode. IPCC vadlīnijās noteiktā metode pieņem, ka $CO_2$ un $CH_4$ veidošanās laika gaitā ir nemainīga un ir atkarīga tikai no oglekļa satura apglabātajos atkritumos. Tika izstrādāta pieeja, lai novērtētu emisijas, tai skaitā oglekļa saturu Latvijā, kas radies no vēsturiski apglabātajiem atkritumiem poligonos. Šī pieeja ir balstīta uz LVĢMC sniegtajiem datiem, kā arī Latvijas Nacionālā inventarizācijas ziņojuma (turpmāk – NIR) par 2021. gadu datiem[8] un izmanto tajā aprakstītos datus, emisiju faktorus un parametrus. Rezultātā tika aprēķināta oglekļa bāzes vērtība atkritumu poligonos pirms pārskata gada. No jauna poligonā apglabātie atkritumi palielina oglekļa daudzumu poligonā, kas tiek ņemts vērā, lai iegūtu turpmāko gadu datus aprēķinam. Detalizētāk vēsturisko emisiju aprēķina metodiku atkritumu apglabāšanai skatīt 1. pielikumā.

[7] IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. <saite>

[8] Ministry of Climate and Energy of the Republic of Latvia (2023). Latvia`s National Inventory Report: Greenhouse Gas Emissions in Latvia from 1990 to 2021 in Common Reporting Format (CRF). <saite>

Attēls 4. Atkritumu apglabāšanas aprēķinu metodikas shematisks attēlojums




*Avots: pētījuma autori*

Emisijas tiek aprēķinātas arī saistībā ar atgūtās biogāzes sadedzināšanu lāpā. Lai gan IPCC vadlīniju 5.sējuma 4. nodaļas 4.1.1. apakšnodaļā tiek minēts, ka $CO_2$ emisijas no atgūtās biogāzes sadedzināšanas ir biogēnas izcelsmes un $CH_4$ un $N_2O$ emisijas var tikt uzskatītas kā niecīgas, šī Modeļa ietvaros tās tiek aprēķinātas, galvenokārt tāpēc, ka tajā tiek ņemtas vērā biogēnās emisijas. Līdz ar to, vērā tiek ņemts šajā nodaļā aprakstītais nosacījums, ka, ja šādas emisijas tiek ņemtas vērā, tad emisijas no atgūtās biogāzes sadedzināšanas liesmā tiek skatītas saistībā ar atkritumu pārstrādi (nevis enerģijas ieguvi).

## 3.3. Ievades parametri

Aprēķina dati ir iegūti no šādiem avotiem:

- Organizācijas apglabāto atkritumu daudzums tonnās tiek iegūts no Modeļa izklājlapas “Ievades dati_Atkritumu plūsmas”, balstoties uz atkritumu veidiem jeb to sastāvu, bet ja šādi dati nav pieejami, tad kopīgais ikgadējais apglabāto atkritumu daudzums aprēķinu veikšanai var tikt ievadīts Modeļa izklājlapā “Ievades dati_Atkritumu plūsmas”).
- Kopējais Latvijas poligonos apglabāto atkritumu apjoms izvēlētajam ziņošanas gadam tiek aprēķināts 2023.gadam, pamatojoties uz LVĢMC sniegto informāciju, un ir norādīts Modeļa izklājlapā "Parametri_Atkritumu sektors".
- Ja Organizācija nevar norādīt datus par apglabāto atkritumu sastāvu, tad tiek izmantoti atkritumu sastāva parametri no Latvijas NIR par 2021. gadu, lai proporcionāli sadalītu

apglabāto atkritumu sastāva apjomu. Šie dati ir pieejami Modeļa izklājlapā "Parametri_Apglabāšana").

- Vēsturiski uzkrātais ogleklis atkritumu poligonos tiek aprēķināts, balstoties uz diviem atsevišķiem IPCC atkritumu nozares aprēķiniem[9], kas ir papildināti ar datiem no Latvijas NIR par 2021. gadu. Plašāku informāciju par aprēķinu metodiku skatīt šī dokumenta 1. pielikumā.
- Vidējais DOC saturs pa atkritumu veidiem, disimilētā DOC frakcija, $CH_4$ korekcijas koeficients un oksidācijas koeficients tiek iegūts no IPCC vadlīniju 5. sējuma un IPCC vadlīnijās izstrādātā *Waste Model*[10] rīka un tie ir iekļauti izklājlapā "Parametri_Atkritumu sektors".
- $CH_4$ blīvums tiek iegūts no Latvijas NIR par 2021. gadu (0,6687 kg/m$^3$) un ir norādīts Modeļa izklājlapā "Parametri_Atkritumu sektors".
- DOC vērtība nepārvaldītās atkritumu apglabāšanas vietās tiek iegūta no Latvijas NIR par 2021. gadu un tā ir norādīta izklājlapā "Parametri_Atkritumu sektors".
- Oglekļa pārrēķina koeficients uz $CH_4$ ir zinātnisks standarts, kura pamatā ir abu vielu atomu masas. Skaitlis 12 ir oglekļa aptuvenā molārā masa, bet skaitlis 16 ir aptuvenā $CH_4$ sastāvā esošo elementu molāro masu summa.
- $CH_4$ veidošanās ātruma konstantes noklusējuma vērtības katram atkritumu veidam tiek iegūtas no IPCC vadlīniju 5. sējuma 3. nodaļas 3.3. tabulas (izmantotās vērtības attiecas uz mēreni mitru klimatu) un tās ir norādītas izklājlapā "Parametri_Atkritumu sektors".
- Atgūtās biogāzes daudzums (un tā izmantošana, kas tiek izmantota arī citu sadaļu aprēķinos), balstoties uz apglabāšanas veidu (pārvaldīta vai nepārvaldīta apglabāšana), tiek ievadīts Modeļa izklājlapā "Ievades dati_Apglabāšana" (Attēls 5).

Attēls 5. Ievades vieta atgūtās biogāzes daudzumam un izmantošanai (nepārvaldītas apglabāšanas vietas gadījumā)

| **Nepārvaldīta sadzīves atkritumu apglabāšana** | | | | **Izmantošana** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Unmanaged SWDS* | | | | *Use* | | | |
| **Biogāzes atgūšana** | **Atgūtās biogāzes daudzums** | **Vienība** | | **Reģenerācija un enerģijas ražošana** | **Vienība** | **Sadedzināšana liesmā** | **Vienība** |
| *Biogas recovery* | *Volume of the recovered biogas* | *Unit* | | *Recovery and energy production* | *Unit* | *Flare combustion* | *Unit* |
| Jā | | m3 | | | m3 | | m3 |

*Avots: Modelis*

- Vidējā $CH_4$ koncentrācija atgūtajā biogāzē tiek ievadīta Modeļa izklājlapā "Ievades dati_Apglabāšana". Ja Organizācijai nav šādu datu, tad tiek izmantotas noklusējuma vērtības no Latvijas NIR par 2021. gadu (50%) (Attēls 6).

[9] Aprēķini tiek veikti, balstoties uz datiem, kas pieejami Latvijas NIR par 2021.gadu par pārvaldītas un nepārvaldītas apglabāšanas procesiem. Aprēķiniem tiek izmantots IPCC izstrādātais rīks (IPCC *Waste Model* (saite) un tie tiek veikti, balstoties uz LVĢMC sniegtajiem datiem un izstrādāto metodi.

[10] IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Vol. 5, Chap. 3). <saite>

Attēls 6. Ievades vieta atgūtās biogāzes $CH_4$ koncentrācijai (nepārvaldītas apglabāšanas vietas gadījumā)

| **Atgūtās biogāzes sastāvs** | | |
|---|---|---|
| *Composition of recovered biogas* | | |
| **Vai ir zināms CH4 sastāvs biogāzē?** | **Vidējā CH4 koncentrācija biogāzē** | **Vienība** |
| *Is CH4 content in biogas known?* | *Average CH4 content in biogas* | *Unit* |
| Jā | | % |

*Avots: Modelis*

## 3.4. Aprēķini

Aprēķinos tiek izmantotas šādas formulas:

**Izvēlētajā ziņošanas gadā pārvaldītās apglabāšanas vietās sadalījies DOC, balstoties uz apglabāto atkritumu sastāvu:**

$$DDOCm_{dep,n} = m_n * DOC_n * DOC_f * MCF \quad (2.4.1)$$

kur

$DDOCm_{dep}$ – Apglabāto atkritumu sastāvā sadalījies DOC, kt

n – Atkritumu veida indekss[11]

m – Apglabāto atkritumu sastāva apjoms, kas tiek apglabāts izvēlētajā ziņošanas gadā, kt

DOC – DOC koncentrācija konkrētam atkritumu veidam, %

$DOC_f$ – DOC frakcija, kas var sadalīties, %

MCF – $CH_4$ korekcijas koeficients aerobam sadalīšanās procesam, %

**DOC, kas nereaģē pārvaldītās atkritumu apglabāšanas vietās attiecībā uz noglabāto atkritumu veidu izvēlētajā ziņošanas gadā:**

$$DDOCm_{nt,n} = DDOCm_{dep,n} * e^{-k_n*(\frac{13-M}{12})} \quad (2.4.2)$$

[11] Šeit un turpmāk – speciāls apzīmējums formulas pierakstā (*sum index*), kurš apzīmē, ka konkrētais aprēķins tiek veikts vienam atkritumu veidam un pēc tam nākamajiem.

kur

$DDOCm_{nt}$ – Sadalījies DOC no atkritumiem, kas nav reaģējis izvēlētajā ziņošanas gadā, kt

n – Atkritumu veida indekss

$DDOCm_{dep}$ – Apglabāto atkritumu sastāvā sadalījies DOC, kt

k – Reakcijas ātruma konstante atkritumiem, $y^{-1}$

M – Mēnesis, kad sākas reakcija, vienāds ar vidējo kavēšanās laiku (6 – skatīt 2.5. sadaļu) +7, mēnesis

**Sadalījies DOC atkritumos, kas sadalās pārvaldītās atkritumu apglabāšanas vietās ziņošanas gadā:**

$$DDOCm_{decdy,n} = DDOCm_{dep,n} * (1 - e^{-k_n*(\frac{13-M}{12})}) \quad (2.4.3)$$

kur

$DDOCm_{decdy}$ – Apglabāto atkritumu sastāvā sadalījies DOC izvēlētajā ziņošanas gadā, kt

n – Atkritumu veida indekss

$DDOCm_{dep}$ – Apglabāto atkritumu sastāvā sadalījies DOC, kt

k – Reakcijas ātruma konstante atkritumiem, $y^{-1}$

M – Mēnesis, kad sākas reakcija, vienāds ar vidējo kavēšanās laiku (6 – skatīt 2.5. sadaļu) +7, mēnesis

**Izvēlētā ziņošanas gada beigās pārvaldītajā atkritumu apglabāšanas vietā uzkrātais sadalāmā DOC apjoms:**

$$DDOCm_{acc,n} = DDOCm_{nt,n} + DDOCm_{at,n} * e^{-k_n} \quad (2.4.4)$$

kur

$DDOCm_{acc}$ – Izvēlētā ziņošanas gada beigās pārvaldītajā atkritumu apglabāšanas vietā uzkrātais DOC, kas sadalās atkritumos, kt

n – Atkritumu veida indekss

$DDOCm_{nt}$ – Sadalījies DOC no atkritumiem, kas nav reaģējis izvēlētajā ziņošanas gadā, kt

$DDOCm_{at}$ – Sadalāmā DOC daudzums atkritumos, kas attiecināms uz Organizāciju no vēsturiski apglabātā kopējā $DDOCm_{acc}$ Latvijā, kt

k – Reakcijas ātruma konstante atkritumiem, $y^{-1}$

**Pārvaldītajās atkritumu apglabāšanas vietās sadalītais DOC, kas sadalīts atkritumos izvēlētajā ziņošanas gadā:**

$$DDOCm_{dec,n} = DDOCm_{decdy,n} + DDOCm_{at,n} * (1 - e^{-k}) \quad (2.4.5)$$

kur

$DDOCm_{dec}$ – DOC daudzums no atkritumiem, kas sadalās, kt

n – Atkritumu veida indekss

$DDOCm_{decdy}$ – Apglabāto atkritumu sastāvā sadalījies DOC izvēlētajā ziņošanas gadā, kt

$DDOCm_{at}$ – Sadalāmā DOC daudzums atkritumos, kas attiecināms uz Organizāciju no iepriekšējo gadu kopējā $DDOCm_{acc}$ Latvijā, kt

k – Reakcijas ātruma konstante atkritumiem, $y^{-1}$

**Saražotais $CH_4$ apjoms no atkritumiem pārvaldītās atkritumu apglabāšanas vietās izvēlētajā ziņošanas gadā:**

$$CH_4gen_n = DDOCm_{dec,n} * F * 16/12 \quad (2.4.6)$$

kur

$CH_4gen$ – Saražotais $CH_4$ daudzums no atkritumiem, kt$CH_4$

n – Atkritumu veida indekss

$DDOCm_{dec}$ – DOC daudzums no atkritumiem, kas sadalās, kt

F – $CH_4$ īpatsvars izstrādātajā gāzē, %

16/12 – Pārrēķina koeficients no oglekļa uz $CH_4$

**Sadalāmais DOC, kas uzkrāts nepārvaldītās atkritumu apglabāšanas vietās no nešķirotiem atkritumiem izvēlētajā ziņošanas gadā:**

$$DDOCm_{acc} = DDOCm_{nt} + DDOCm_{at} * e^{-k_a} \ (2.4.7)$$

kur

$DDOCm_{acc}$ – Uzkrātais DOC izvēlētā ziņošanas gada beigās nepārvaldītā atkritumu apglabāšanas vietā, kt

$DDOCm_{nt}$ – DOC, kas sadalās, apglabātajā atkritumu daudzumā nepārvaldītā atkritumu apglabāšanas vietā izvēlētajā ziņošanās gadā, kt

$DDOCm_{at}$ – DOC daudzums nešķirotos apglabātos atkritumos nepārvaldītā atkritumu apglabāšanas vietā, kas attiecināms uz Organizāciju no iepriekšējo gadu kopējā $DDOCm_{acc}$ Latvijā, kt

k – Reakcijas ātruma konstante nešķirotiem atkritumiem nepārvaldītā atkritumu apglabāšanas vietā, $y^{-1}$

**Sadalāmais DOC nepārvaldītā atkritumu apglabāšanas vietā nešķirotajos atkritumos izvēlētajā ziņošanas gadā:**

$$DDOCm_{dec,n} = DDOCm_{decdy,n} + DDOCm_{at,n} * (1 - e^{-k}) \ (2.4.8)$$

kur

$DDOCm_{dec}$ – DOC daudzums, kas sadalās nešķirotajos atkritumos, kt

n – Atkritumu veida indekss

$DDOCm_{decdy}$ – DOC daudzums, kas sadalās nešķirotajos atkritumos, izvēlētajā ziņošanas gadā, kt

$DDOCm_{at}$ – Sadalāmā DOC daudzums nešķirotos apglabātos atkritumos nepārvaldītā atkritumu apglabāšanas vietā, kas attiecināms uz Organizāciju no iepriekšējo gadu kopējā $DDOCm_{acc}$ Latvijā, kt

k – Reakcijas ātruma konstante nešķirotiem atkritumiem nepārvaldītā atkritumu apglabāšanas vietā, $y^{-1}$

**$CH_4$ daudzums no nepārvaldītas atkritumu apglabāšanas vietas nešķirotajos atkritumos izvēlētajā ziņošanas gadā:**

$$CH_4gen = DDOCm_{dec} * F * 16/12 \ (2.4.9)$$

kur

$CH_4gen$ – Saražotais $CH_4$ daudzums no nešķirotiem atkritumiem, kt

$DDOCm_{dec}$ – DOC daudzums no nešķirotiem atkritumiem, kas sadalās, kt

F – $CH_4$ īpatsvars saražotajā gāzē, %

16/12 – Pārrēķina koeficients no oglekļa uz $CH_4$

**Atkritumu kategorijas DOC daudzums, kas attiecināms uz Organizāciju no iepriekšējo gadu kategorijas kopējā daudzuma:**

$$DDOCm_{at,n} = \frac{m_{org}}{m_{kopā}} * DDOCm_n \ (2.4.10)$$

kur

$DDOCm_{at}$ – Atkritumu apglabāšanas vietā deponēto atkritumu sadalāmais DOC, kas attiecināms uz Organizāciju iepriekšējos gados, kt

n – Atkritumu veida indekss

$m_{org}$ – Kopējais atkritumu apglabāšanas vietā apglabātais atkritumu daudzums, ko Organizācija, kas sniedz pārskatu, apglabājusi izvēlētajā ziņošanas gadā, kt

$m_{kopā}$ – Kopējais atkritumu apglabāšanas vietā apglabātais atkritumu daudzums Latvijā izvēlētajā ziņošanas gadā, kt

DDOCm – Kopējais DOC daudzums atkritumos iepriekšējā ziņošanas gadā, kt

**Kopējais DOC daudzums atkritumu kategorijai Latvijā iepriekšējā gadā:**

$$DDOCm_n = \sum DDOCm_{acc} \ (2.4.11)$$

kur

DDOCm – Kopējais DOC daudzums atkritumos iepriekšējā ziņošanas gadā, kt

n – Atkritumu veida indekss

$DDOCm_{acc}$ – Uzkrātais DDOCm atkritumu apglabāšanas vietās iepriekšējā ziņošanas gada beigās Organizācijai, kas sniedz pārskatu, kt

**$CH_4$ emisijas no atkritumu apglabāšanas izvēlētajā ziņošanas gadā:**

$$CH_4\ emisjias = (CH_4gen_n * 10^6 - (R_u * \rho)) * (1 - OX_u) + ((\sum_n\ CH_4gen_n) * 10^6 - (R_m * \rho)) * (1 - OX_m)\ (2.4.12)$$

kur

$CH_4$ emisijas – Kopējās $CH_4$ emisijas no atkritumu apglabāšanas izvēlētajā ziņošanas gadā, $kgCH_4$

n – Atkritumu veida indekss

$CH_4gen_n$ – Saražotais $CH_4$ daudzums no atkritumu veida, kt

$CH_4gen$ – $CH_4$, ko rada nešķiroti atkritumi, kt

$R_u$ – $CH_4$ daudzums, kas atgūts no nepārvaldītām atkritumu apglabāšanas vietām, $m^3$

$R_m$ – $CH_4$ daudzums, kas atgūts no pārvaldītām atkritumu apglabāšanas vietām, $m^3$

ρ – $CH_4$ blīvums, $kg/m^3$

$OX_u$ – Oksidācijas faktors nepārvaldītām atkritumu apglabāšanas vietām

$OX_m$ – Oksidācijas faktors pārvaldītām atkritumu apglabāšanas vietām

$10^6$ – Konvertācija no kt uz kg

**$CH_4$, $N_2O$ un $CO_2$ emisijas no anaerobās pārstrādes – atgūtās biogāzes sadedzināšanas liesmā:**

$$Emisijas_{GHG} = V * \rho * NCV * EF_{GHG}\ (2.4.13)$$

kur

Emisijas – Kopējās emisijas, kg SEG gāzes

GHG – SEG gāzes indekss ($CH_4$, $N_2O$ vai $CO_2$)

V – Atgūtās biogāzes daudzums no anaerobās pārstrādes, kas tiek sadedzināts liesmā, $m^3$

ρ – Biogāzes blīvums, t/m3

NCV – Biogāzes neto siltumietilpība, TJ/t

EF – Emisiju faktors, kg/TJ

## 3.5. Pieņēmumi

Ņemot vērā, ka informācija par vēsturisko atkritumu sadalījumu un sastāvu ir ierobežota, Modelī katram atkritumu apsaimniekotājam tiek proporcionāli piešķirts vēsturiski uzkrātais oglekļa apjoms. Tas tiek aprēķināts pamatojoties uz Modelī norādīto Organizācijas poligonā apglabāto atkritumu apjomu un valsts kopējo apglabāto atkritumu daudzumu poligonos.

Lai nodrošinātu atbilstību Latvijas NIR izmantotajai pieejai, tiek pieņemts, ka visu poligonu klimats ir mitrs, mērens klimats.

Attiecībā uz atkritumu sadalīšanās reakcijas sākumu, tiek pieņemts, ka vidējais sadalīšanās sākuma kavēšanās laiks jeb nobīde ir 6 mēneši. Šis pieņēmums sakrīt ar Latvijas NIR par 2021. gadu izmantotajiem datiem.

Tiek pieņemts, ka visās vēsturiskajās nepārvaldītajās atkritumu apglabāšanas vietās netiek noglabāti jauni atkritumi, tāpēc aprēķinos $DDOCm_{dep}$, $DDOCm_{nt}$ un $DDOCm_{decdy}$ vērtības ir 0.

Tekstila atkritumu aprēķinā tiek iekļauti arī ādas un gumijas atkritumi, jo šāda atkritumu kategorizācija tiek pieņemta arī Latvijas NIR ietvaros.

Ir veikts pieņēmums, ka pārvaldītas atkritumu apglabāšanas vietas nav pārklāti ar aerēto materiālu. Balstoties uz LVĢMC sniegtajiem datiem, tiek izmantots oksidācijas koeficients 0,09.

Balstoties uz IPCC vadlīniju metodoloģiju, ir veikts pieņēmums, ka, biogēno $CO_2$ aprēķina AFOLU sektorā un tādējādi biogēno $CO_2$, kas rodas no atkritumu apglabāšanas, neieskaita atkritumu apsaimniekotāju sektorā, lai izvairītos no dubultas uzskaites.

Tiek pieņemts, ka sadedzināšanas procesā saražotais $CO_2$ netiek uzskaitīts, jo biogēnais $CO_2$ nonāk AFOLU sektorā un $CH_4$ un $N_2O$ emisijas ir nenozīmīgas. Tā ir norādīta kā labā prakse saskaņā ar IPCC vadlīniju 5. sējuma 3. nodaļas 3.2.3. apakšnodaļu.

Metodoloģijā tiek pieņemts, ka $CH_4$ blīvums saistībā ar atkritumu poligoniem ir tāds pats kā norādīts Latvijas NIR par 2021. gadu nodaļās "Bioloģiskā apstrāde un sadzīves atkritumi" (*Biological Treatment and Solid Waste*) un "Notekūdeņu apstrāde un novadīšana" (*Wastewater Treatment and Discharge*).[12]

## 3.6. Rezultāti

Aprēķina rezultātā tiek iegūts $CH_4$ daudzums, kas tiek emitēts no atkritumu poligoniem. Turklāt aprēķinā tiek izmantotas aplēses par oglekļa daudzumu atkritumu poligonos, kas iegūtas no

[12] Ministry of Climate and Energy of the Republic of Latvia (2023). Latvia`s National Inventory Report: Greenhouse Gas Emissions in Latvia from 1990 to 2021 in Common Reporting Format (CRF). <saite>

Latvijas NIR par 2021. gadu, lai uzturētu atjauninātu datu bāzi par uzkrāto oglekli atkritumu poligonos. Tā ir būtiska $CH_4$ emisiju daļa, jo tiek izmantota pirmās kārtas sadalīšanās jeb *first order decay* (FOD) funkcija.

## 3.7. Nenoteiktības novērtējums un kvalitātes kontrole

Galvenais nenoteiktības avots izstrādātajā metodoloģijā ir tas, ka dažiem atkritumu apsaimniekotājiem nav pilnīgu datu par atkritumu apglabāšanas plūsmām, tādēļ šobrīd dažās no izstrādātajām Modeļa sadaļām ir jāizmanto vidējie rādītāji valstī. Ja Organizācijai nav iespējas nodrošināt pilnīgus datus, rīka aprēķinos ir iestrādāts automatizēts vidējo rādītāju aprēķins, kas balstās uz valsts līmeņa datiem. Turklāt atkritumu plūsmās tiek izmantoti IPCC vadlīnijās noteiktie oglekļa un ūdens satura vidējie rādītāji, tāpēc valsts līmeņa dati nav iekļauti. Lai uzlabotu datu kvalitāti, ir jānovērtē poligonos nonākošo atkritumu plūsmas un jāapsver plūsmas komponentu analīze (mitruma, biogēnā un fosilā oglekļa saturs).

# 4. BIOLOĢISKI NOĀRDĀMO ATKRITUMU PĀRSTRĀDE

Šīs sadaļas ietvaros aprakstītie procesi – kompostēšana un anaerobā pārstrāde – ir daļa no atkritumu mehāniski bioloģiskās apstrādes, kuras ietvaros atkritumi tiek pakļauti virknei mehānisku un bioloģisku darbību, kuru priekšrocības ietver samazinātu atkritumu daudzumu, atkritumu stabilizāciju, patogēnu iznīcināšanu atkritumos un biogāzes ražošanu, ko var izmantot enerģētikā. Atlikušos šī procesa galaproduktus, atkarībā no to kvalitātes, var izmantot kā mēslojumu un augsnes uzlabotāju, vai arī apglabāt.[13]

## 4.1. Kompostēšana

### 4.1.1. Ievads

Kompostēšanas procesā liela daļa no DOC atkritumos tiek pārveidota par $CO_2$, kuras šajā gadījumā tiek klasificētas kā biogēnās emisijas[14]. Tāpat kompostēšanas procesā veidojas arī $CH_4$ emisijas, kuras veidojas komposta anaerobās daļās, bet lielā mērā oksidējas komposta aerobās daļās, kā arī $N_2O$ emisijas.[15]

### 4.1.2. Metodika

$CH_4$ un $N_2O$ emisijas kompostēšanai tiek aprēķinātas atbilstoši IPCC vadlīniju 5.sējuma 4. nodaļai. Šajā avotā nav sniegta aprēķina metodoloģija $CO_2$ emisijām no kompostēšanas, jo $CO_2$ emisijas ir biogēnas izcelsmes. Taču, ņemot vērā, ka šī Modeļa ietvaros tiek aprēķinātas arī biogēnās emisijas, $CO_2$ emisiju aprēķinā tiek izmantota metodoloģija no ASV Vides aizsardzības aģentūras[16].

### 4.1.3. Ievades parametri

Aprēķinā dati tiek iegūti no sekojošiem avotiem:

- Kompostēto atkritumu daudzums sadalījumā pa atkritumu veidiem tiek iegūts no Modeļa izklājlapas “Ievades dati_Atkritumu plūsmas”.
- $CH_4$ un $N_2O$ emisijas faktori (mitrajai masai) tiek iegūti no IPCC vadlīniju 5. sējuma 4. nodaļas 4.1. tabulas (attiecīgi 4 g $CH_4$/kg atkritumu un 0,24 g $N_2O$/kg atkritumu) un tie ir norādīti Modeļa izklājlapā “Emisiju faktori”.
- $CO_2$ emisiju faktors tiek iegūts no ASV Vides aizsardzības aģentūras datiem (440 g $CO_2$/kg atkritumu)[17] un tas ir norādīts Modeļa izklājlapā “Emisiju faktori”.

---

[13] IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Vol. 5, Chap. 4). <saite>

[14] Biogēnās emisijas – $CO_2$ vai $CH_4$ veidā izdalītais ogleklis, sadegot vai sadaloties biomasai vai bioproduktiem. Biogēnās emisijas uzskata par atsevišķām no fosilajām emisijām, un par tām ziņo atsevišķi.

[15] IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Vol. 5, Chap. 4). <saite>

[16] United States Environmental Protection Agency (2010). Greenhouse Gas Emissions Estimation Methodologies for Biogenic Emissions from Selected Source Categories: Solid Waste Disposal Wastewater Treatment Ethanol Fermentation. <saite>

[17] Turpat

- Sausnas satura vērtības sadalījumā pa atkritumu veidiem tiek iegūtas no IPCC vadlīniju 5. sējuma 2. nodaļas 2.4., 2.5., 2.6. tabulām un 2.3.2. apakšnodaļas un tās ir norādītas Modeļa izklājlapā "Parametri_Atkritumu sektors".

#### 4.1.4. Aprēķini

Aprēķinos tiek izmantotas sekojošas formulas:

**$CH_4$ un $N_2O$ emisijas no kompostēšanas:**

$$Emisijas_{GHG} = M * EF_{GHG} \quad (3.1.4.1)$$

kur

Emisijas – Kopējās emisijas, kg SEG gāzes

GHG – SEG gāzes indekss ($CH_4$ vai $N_2O$)

M – Atkritumu masa, kas tiek kompostēta, t

EF – Emisiju faktors, g SEG gāzes/kg atkritumu

**$CO_2$ emisijas no kompostēšanas:**

$$CO_2\ emisijas = \sum_{n=1}^{N}(M_n * SS_n) * EF \quad (3.1.4.2)$$

kur

$CO_2$ emisijas – Kopējās $CO_2$ emisijas, kg$CO_2$

M – Atkritumu masa, kas tiek kompostēta, t

n – Atkritumu veida indekss

N – Kopējais atkritumu veidu skaits, kas tiek kompostēts

SS – Sausnas saturs, % no mitrās masas

EF – $CO_2$ emisiju faktors, g $CO_2$/kg atkritumu

#### 4.1.5. Rezultāti

Rezultātā tiek iegūtas $CH_4$, $N_2O$ emisiju vērtības no kompostēšanas un šo emisiju $CO_2$ekv. vērtība, kā arī $CO_2$ emisiju vērtība no kompostēšanas, kas tiek norādīta biogēno emisiju sadaļā.

### 4.1.6. Nenoteiktības novērtējums un kvalitātes kontrole

Lielākā nenoteiktība šajā sadaļā saistīta ar datu apkopošanas precizitāti par BNA. Tāpat jāņem vērā arī IPCC vadlīnijās norādītie emisiju faktori un sausnas saturs, kas konkrētos gadījumos var atšķirties. Papildus IPCC vadlīnijām ir veikti arī citi pētījumi vai apkopojumi, piemēram, par emisiju faktoru vērtībām[18], kas izvirza citus, pētījumos balstītus un jaunākus emisiju faktorus.

## 4.2. Anaerobā pārstrāde

### 4.2.1. Ievads

Anaerobā pārstrāde ir bioloģisks process, kurā organiskie atkritumi tiek sadalīti vidē bez skābekļa. Šo procesa rezultātā rodas biogāze — galvenokārt $CH_4$ un $CO_2$ maisījums, ko var izmantot enerģijas ražošanai. Emisijas šī procesa rezultātā rodas nejaušu noplūžu vai citu neparedzētu notikumu rezultātā dažādos anaerobās pārstrādes procesa posmos. Tāpat tiek pieņemts, ka $N_2O$ emisijas, kas rodas šajā procesā ir niecīgas.[19]

### 4.2.2. Metodika

Emisijas anaerobajā pārstrādē tiek aprēķinātas saistībā ar šī procesa emisijām un saistībā ar atgūtās biogāzes sadedzināšanu lāpā.

Anaerobās pārstrādes procesa $CH_4$ un $CO_2$ emisijas tiek aprēķinātas, balstoties uz IPCC vadlīniju 5.sējuma 4. nodaļas 4.1. apakšnodaļā noteikto principu, ka neparedzētas noplūdes sastāda aptuveni 5% no saražotās biogāzes (neesot pieejamai citai papildu informācijai par neparedzētām noplūdēm). Tāpat, saistībā ar anaerobo pārstrādi, tiek pieņemts, ka $N_2O$ emisijas var pieņemt kā nenozīmīgas, līdz ar to, tās netiek aprēķinātas šī Modeļa ietvaros.

Lai gan IPCC vadlīniju 5.sējuma 4. nodaļas 4.1.1. apakšnodaļā tiek minēts, ka $CO_2$ emisijas no atgūtās biogāzes sadedzināšanas ir biogēnas izcelsmes un $CH_4$ un $N_2O$ emisijas var tikt uzskatītas kā niecīgas, šī Modeļa ietvaros tās tiek aprēķinātas, galvenokārt tāpēc, ka tajā tiek ņemtas vērā biogēnās emisijas. Līdz ar to, vērā tiek ņemts šajā nodaļā aprakstītais nosacījums, ka, ja šādas emisijas tiek ņemtas vērā, tad emisijas no atgūtās biogāzes sadedzināšanas liesmā tiek skatītas saistībā ar atkritumu pārstrādi (nevis enerģijas ieguvi).

### 4.2.3. Ievades parametri

Aprēķinā dati tiek iegūti no sekojošiem avotiem:

- Atgūtās biogāzes daudzums (un tā izmantošana, kas tiek izmantota arī citu sadaļu aprēķinos) tiek ievadīts Modeļa izklājlapā “Ievades dati_BNA” (Attēls 7).

[18] Piemēram, Entreprises pour l’Environnement (2013). Protocol for the quantification of greenhouse gas emissions from waste management activities (Annex 3). <saite>

[19] IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Vol. 5, Chap. 4). <saite>

## Attēls 7. Ievades vieta atgūtajās biogāzes daudzumam un izmantošanai

| | | | Izmantošana | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | *Use* | | | |
| **Biogāzes atgūšana** | **Atgūtās biogāzes daudzums** | **Vienība** | **Reģenerācija un enerģijas ražošana** | **Vienība** | **Sadedzināšana liesmā** | **Vienība** |
| *Biogas recovery* | *Volume of the recovered biogas* | *Unit* | *Recovery and energy production* | *Unit* | *Flare combustion* | *Unit* |
| Jā | | m3 | | m3 | | m3 |

*Avots: Modelis*

- Vidējā $CH_4$ un $CO_2$ koncentrācija atgūtajā biogāzē tiek ievadīta Modeļa izklājlapā "Ievades dati_BNA". Ja Organizācijai nav šādu datu, tad tiek izmantotas noklusējuma vērtības attiecīgi no Latvijas NIR par 2021. gadu (54%) un Latvijas Biogāzes asociācijas datiem (35% – vidējā vērtība)[20] (Attēls 8).

## Attēls 8. Ievades vieta atgūtās biogāzes $CH_4$ un $CO_2$ koncentrācijai

| **Atgūtās biogāzes sastāvs** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Composition of recovered biogas* | | | | |
| **Vai ir zināms CH4 vai CO2 sastāvs biogāzē?** | **Vidējā CH4 koncentrācija biogāzē** | **Vienība** | **Vidējā CO2 koncentrācija biogāzē** | **Vienība** |
| *Is CH4 or CO2 content in biogas known?* | *Average CH4 content in biogas* | *Unit* | *Average CO2 content in biogas* | *Unit* |
| Jā | | % | | % |

*Avots: Modelis*

- $CO_2$ blīvums tiek iegūts no *Entreprises pour l'Environnement* sagatavotā aprēķinu modeļa datiem (1,87 kg/m3)[21] un ir norādīts Modeļa izklājlapā "Parametri_Atkritumu sektors".
- $CH_4$ blīvums tiek iegūts no Latvijas NIR par 2021. gadu (0,6687 kg/m3) un ir norādīts Modeļa izklājlapā "Parametri_Atkritumu sektors".
- Anaerobās pārstrādes iekārtu aplēstais biogāzes noplūdes daudzums (procentos) tiek iegūts no IPCC vadlīniju 5.sējuma 4. nodaļas 4.1. apakšnodaļā norādītās informācijas (5%) un tas ir norādīts izklājlapā "Ievades dati_BNA". Ja Organizācijai ir noteikts un zināms biogāzes noplūdes daudzums, balstoties uz izmantotās iekārtas tehnoloģiskajiem parametriem, ir iespējams mainīt rādītāju uz citu atbilstošu biogāzes noplūdes daudzumu (Attēls 9).

[20] Latvijas Biogāzes asociācija (2016). Biogāzes ražošana Latvijā. Biometāna iegūšanas un izmantošanas iespējas. <saite>

[21] Entreprises pour l'Environnement (2013). Protocol for the quantification of GHG emissions from waste management activities <saite>

Attēls 9. Ievades vieta anaerobās pārstrādes iekārtu aplēstajam biogāzes noplūdes daudzumam

| Anaerobās pārstrādes iekārtas tehnoloģiskie parametri / Anaerobic treatment equipment technical specifications | | | |
|---|---|---|---|
| **Attiecināms uz organizāciju** | **Iekārtas veids** | **Biogāzes noplūdes daudzums (%)** | **Vienība** |
| *Applicable to the organization* | *Equipment type* | *Biogas leakage (%)* | Unit |
| Jā | | *5* | % |

*Avots: Modelis*

- Atgūtās biogāzes daudzums, kas tiek sadedzināts liesmā, tiek iegūts no izklājlapas "Ievades dati_BNA".
- Biogāzes neto siltumietilpība – skatīt šī dokumenta sadaļā 4.2.2.
- Biogāzes blīvums – skatīt šī dokumenta sadaļā 4.2.2.

### 4.2.4. Aprēķini

Aprēķinos tiek izmantotas sekojošas formulas:

**$CH_4$ un $CO_2$ emisijas no anaerobās pārstrādes – procesa emisijām:**

$$Emisijas_{GHG} = V * C_{GHG} * \rho_{GHG} * L \ (3.2.4.1)$$

kur

Emisijas – Kopējās emisijas, kg SEG gāzes

GHG – GHG gāzes indekss ($CH_4$ vai $CO_2$)

V – Atgūtās biogāzes daudzums no anaerobās pārstrādes, $m^3$

C – Vidējā GHG gāzes koncentrācija atgūtajā biogāzē, %

ρ – SEG gāzes blīvums, kg/m3

L – Biogāzes noplūdes daudzums anaerobās pārstrādes iekārtām, %

**$CH_4$, $N_2O$ un $CO_2$ emisijas no anaerobās pārstrādes – atgūtās biogāzes sadedzināšanas liesmā:**

$$Emisijas_{GHG} = V * \rho * NCV * EF_{GHG} \ (3.2.4.2)$$

kur

Emisijas – Kopējās emisijas, kg SEG gāzes

GHG – SEG gāzes indekss ($CH_4$, $N_2O$ vai $CO_2$)

V – Atgūtās biogāzes daudzums no anaerobās pārstrādes, kas tiek sadedzināts liesmā, $m^3$

ρ – Biogāzes blīvums, t/m3

NCV – Biogāzes neto siltumietilpība, TJ/t

EF – Emisiju faktors, kg/TJ

#### 4.2.5. Rezultāti

Rezultātā tiek iegūtas sekojošas emisijas no anaerobās pārstrādes:

- Procesa emisijas – $CH_4$ emisiju vērtības un šo emisiju $CO_2$ekv. vērtība, kā arī $CO_2$ emisiju vērtība, kas tiek norādīta biogēno emisiju sadaļā.
- Emisijas no atgūtās biogāzes sadedzināšanas liesmā – $CH_4$ un $N_2O$ emisiju vērtības un šo emisiju $CO_2$ekv. vērtība, kā arī $CO_2$ emisiju vērtība, kas tiek norādīta biogēno emisiju sadaļā.

#### 4.2.6. Nenoteiktības novērtējums un kvalitātes kontrole

Šajā sadaļā saistībā ar lielāko nenoteiktību var minēt IPCC vadlīnijās izvirzīto vērtību par biogāzes noplūdi. Šādos gadījumos tiek rekomendēts izmantot 5% (vidējā vērtība no 0-10% noplūdes pieņēmuma) no saražotās biogāzes , ja nav pieejama precīzāka un atbilstošajam gadījumam specifiska informācija. Arī saistībā ar šiem gadījumiem ir veikti pētījumi, piemēram, Wechselberger et al. secina, Eiropas biogāzes stacijās noplūžu daudzums salīdzinājumā ar IPCC vadlīnijās noteikto, iespējams, ir pārvērtēts[22].

[22] Wechselberger et al. (2023). Methane losses from different biogas plant technologies. <saite>

# 5. ENERĢĒTIKA

## 5.1. Ievads

Šajā sadaļā aplūkota enerģijas resursu izmantošana no stacionārām emisijām, kas atrodas noteiktās vietās un tiek izmantota saistībā ar atkritumu pārstrādi, reģenerāciju un apglabāšanu (turpmāk – stacionārās iekārtas), un mobilās emisijas, kas koncentrējas uz atkritumu apsaimniekotāja nodrošinātajām atkritumu savākšanas un transportēšanas darbībām. Šīs sadaļas ietvaros ietvertas emisijas, kas rodas no degvielas sadedzināšanas (vai kas radušās elektroenerģijas saražošanas laikā) iekārtās, kas ražo elektroenerģiju, siltumenerģiju vai kāda veida mehānisko enerģiju, un mobilās sadedzināšanas iekārtās, kurās notiek atkritumu apsaimniekotāja nodrošinātās atkritumu savākšanas un pārvadāšanas darbības.

## 5.2. Stacionārās emisijas

### 5.2.1. Metodika

$CH_4$, $N_2O$ un $CO_2$ emisijas energoresursu izmantošanai stacionārajās iekārtās tiek aprēķinātas atbilstoši metodoloģijai no IPCC vadlīniju 2.sējuma 2. nodaļai. Šajā gadījumā tiek izmantota 1. līmeņa jeb *Tier 1* noteiktā pieeja, ka patērētais energoresurss teradžoulos tiek reizināts ar šo energoresursu emisiju faktoru. Tālāk minēto formulu galvenās atšķirības pamatā izriet no aspekta, ka atšķiras mērvienības, kādās tiek uzskaitīti patērētie energoresursi. Lai gan šajā IPCC vadlīniju nodaļā netiek skatīta patērētā elektroenerģija stacionārajās iekārtās, Modeļa ietvaros tā tiek skatīta šajā sadaļā.

### 5.2.2. Ievades parametri

Aprēķinā dati tiek iegūti no sekojošiem avotiem:

- Iepirktās (no ārējiem pakalpojumu sniedzējiem) un izmantotās degvielas un enerģijas apjomi pa veidiem tiek ievadīti izklājlapā “Ievades dati_Enerģētika” (Attēls 10).

## Attēls 10. Ievades vieta iepirktās (no ārējiem pakalpojumu sniedzējiem) izmantotās degvielas un enerģijas patēriņam

| Stacionāro iekārtu izmantošana un to enerģijas patēriņš / Stationary combustion and energy consumption | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Degvielas un enerģijas veids (iepirkts no ārējiem pakalpojumu sniedzējiem)** | *Fuel and energy type (purchased from external service providers)* | **Organizācija izmanto** | **Apjoms** | **Vienība** |
| | | *Consumed by the organization* | *Amount* | *Unit* |
| Benzīns | *Gasoline* | Jā | | l |
| Dīzeļdegviela | *Diesel* | Jā | | l |
| LPG | *LPG* | Jā | | tonnas (t) |
| CNG | *CNG* | Jā | | tonnas (t) |
| Dabasgāze | *Natural gas* | Jā | | m3 |
| Biogāze | *Biogas* | Jā | | m3 |
| Elektroenerģija, tīkla | *Electricty, grid mix* | Jā | | MWh |
| Elektroenerģija, atjaunojamie energoresursi (AER) (iegādāta ar sertifikātu) | *Electricty, renewable (purchased with a certificate)* | Jā | | MWh |

*Avots: Modelis*

- Atgūtās biogāzes daudzums, kas tiek sadedzināts enerģijas patēriņam, tiek iegūts no izklājlapām "Ievades dati_Apglabāšana" un "Ievades dati_BNA".
- Degvielas neto siltumietilpības vērtības pa izmantotajiem degvielas veidiem tiek iegūtas no IPCC vadlīniju 2.sējuma 1. nodaļas 1.2. tabulas un tās ir norādītas izklājlapā "Parametri_Enerģētika".
- Degvielas blīvuma vērtības pa izmantotajiem degvielas veidiem tiek iegūtas no MK 2018. gada 23. janvāra noteikumu Nr. 42 "Siltumnīcefekta gāzu emisiju aprēķina metodika" (turpmāk – MK noteikumi Nr. 42)[23] 1. pielikuma 2. tabulas (benzīnam, dīzeļdegvielai, LPG un CNG), LVĢMC metodikas[24] 3.tabulas (dabasgāzei) un projekta "Baltijas biogāzes autobuss" datiem (biogāzei)[25]. Visas vērtības ir norādītas izklājlapā "Parametri_Enerģētika".
- $CO_2$ emisiju faktoru vērtības elektroenerģijai no tīkla un elektroenerģija no atjaunojamiem enerģijas avotiem (iegādāta ar sertifikātu) tiek iegūtas no *Association of Issuing Bodies (AIB)*[26] – attiecīgi 535,37 g/kWh un 0 g/kWh) un tās ir norādītas izklājlapā "Emisiju faktori".
- $CH_4$, $N_2O$ un $CO_2$ emisiju faktoru vērtības pa izmantotajiem degvielas veidiem tiek iegūtas no IPCC vadlīniju 2.sējuma 2. nodaļas 2.2. tabulas un tās ir norādītas izklājlapā "Emisiju faktori".

[23] MK 2018. gada 23. janvāra noteikumi Nr. 42 "Siltumnīcefekta gāzu emisiju aprēķina metodika". <saite>

[24] LVĢMC (2021). $CO_2$ emisiju no kurināmā stacionārās sadedzināšanas aprēķina metodika. <saite>

[25] Baltijas biogāzes autobuss (2014). Esošās situācijas apskats par alternatīvo degvielu (t.sk. biogāzes, CNG, hibrīdautobusu u.c.) pielietojumu pilsētu sabiedriskajā transportā pasažieru pārvadājumos ar autobusiem Latvijā. <saite>

[26] Association of Issuing Bodies (2023). European Residual Mix. <saite>

### 5.2.3. Aprēķini

Aprēķinos tiek izmantotas sekojošas formulas:

**$CO_2$ emisijas no patērētās elektroenerģijas – elektroenerģijas no tīkla un elektroenerģijas no atjaunojamiem enerģijas avotiem:**

$$CO2\ emisijas_n = E_n * EF_n \quad (4.2.3.1)$$

kur

$CO_2$ emisijas – Kopējās $CO_2$ emisijas, kg$CO_2$

n – Elektroenerģijas veida indekss (elektroenerģija no tīkla vai elektroenerģija no atjaunojamiem enerģijas avotiem)

E – Patērētā elektroenerģija, MWh

EF – $CO_2$ emisiju faktors, g/kWh

**$CH_4$, $N_2O$ un $CO_2$ emisijas no atgūtās biogāzes sadedzināšanas enerģijas patēriņam – atgūtajai biogāzei vai iepirktajai biogāzei, vai dabasgāzei:**

$$Emisijas_{n,GHG} = V_n * \rho_n * NCV_n * EF_{n,GHG} \quad (4.2.3.2)$$

kur

Emisijas – Kopējās emisijas, kg SEG gāzes

n – Degvielas veida indekss (atgūtā biogāze, iepirktā biogāze, vai dabasgāze)

GHG – SEG gāzes indekss ($CH_4$, $N_2O$ vai $CO_2$)

V – Patērētās degvielas tilpums, m3

ρ – Degvielas blīvums, t/m3

NCV – Degvielas neto siltumietilpība, TJ/t

EF – Emisiju faktors, kg/TJ

**$CH_4$, $N_2O$ un $CO_2$ emisijas no patērētās degvielas – benzīna vai dīzeļdegvielas:**

$$Emisijas_{n,GHG} = \frac{V_n}{1000} * \rho_n * NCV_n * EF_{n,GHG} \quad (4.2.3.3)$$

kur

Emisijas – Kopējās emisijas, kg SEG gāzes

n – Degvielas veida indekss (benzīns vai dīzeļdegviela)

GHG – SEG gāzes indekss ($CH_4$, $N_2O$ vai $CO_2$)

V – Patērētās degvielas tilpums, l

ρ – Degvielas blīvums, t/m3

NCV – Degvielas neto siltumietilpība, TJ/t

EF – Emisiju faktors, kg/TJ

**$CH_4$, $N_2O$ un $CO_2$ emisijas no patērētās degvielas – LPG vai CNG:**

$$Emisijas_{n,GHG} = M_n * NCV_n * EF_{n,GHG} \quad (4.2.3.4)$$

kur

Emisijas – Kopējās emisijas, kg SEG gāzes

n – Degvielas veida indekss (LPG vai CNG)

GHG – SEG gāzes indekss ($CH_4$, $N_2O$ vai $CO_2$)

V – Patērētās degvielas masa, t

NCV – Degvielas neto siltumietilpība, TJ/t

EF – Emisiju faktors degvielai, kg/TJ

### 5.2.4. Rezultāti

Rezultātā tiek iegūtas $CO_2$, $CH_4$ un $N_2O$ emisiju vērtības no patērētās enerģijas un šo emisiju $CO_2$ekv. vērtība, kā arī $CO_2$ emisiju vērtība no atgūtās biogāzes sadedzināšanas enerģijas ražošanai (pašpatēriņam) un iepirktās biogāzes enerģijas patēriņa, kas tiek norādītas biogēno emisiju sadaļā.

### 5.2.5. Nenoteiktības novērtējums un kvalitātes kontrole

Šajā sadaļā lielākā nenoteiktība saistīta ar emisiju faktoriem – ja $CO_2$ emisiju faktoriem neskaidrības ir salīdzinoši zemākas, tad $CH_4$ un īpaši $N_2O$ nenoteiktība ir augstāka, kas saistīta ar, piemēram, atbilstošu mērījumu un sekojošu vispārinājumu trūkumu, mērījumu nenoteiktību vai nepietiekamu izpratni par emisiju rašanās procesu. Jāņem vērā, ka dažādas organizācijas un

regulējošās iestādes publicē savus emisiju faktorus, kas var būt specifiskāki konkrētiem reģioniem, tehnoloģijām vai degvielas veidiem.[27]

## 5.3. Nestacionārās emisijas

### 5.3.1. Ievads

Nestacionārās emisijas rodas no transportlīdzekļiem jeb mobilajiem avotiem. Tā ir svarīga SEG emisiju novērtējuma sastāvdaļa. Atkritumu apsaimniekotājiem galveno ietekmi rada atkritumu savākšana, jo, lai piepildītu kravas automašīnu, var būt nepieciešamas vairākas apstāšanās, kas palielina degvielas patēriņu un kopējo nobraukto attālumu. Turklāt dažādās atkritumu apsaimniekotāju darbības jomās ir daudz dažādu smagsvara transportlīdzekļu, piemēram, traktortehnika atkritumu poligonos un iekrāvēji šķirošanas procesā. Saskaņā ar IPCC vadlīnijās noteikto, transporta radītās emisijas ietilpst enerģētikas nozarē.

### 5.3.2. Metodika

Emisiju aprēķins tiek veikts saskaņā ar IPCC vadlīniju 2. sējuma 3. nodaļu. $CO_2$ekv. emisijas aprēķina pēc formulām 4.3.4.1 – 4.3.4.4.7, izmantojot IPCC vadlīniju 2. sējuma 3. nodaļas 3.2.1. tabulā norādītās standarta emisiju faktoru vērtības. $CH_4$ un $N_2O$ emisiju faktoriem izmanto standartvērtības no 3.2.2. tabulas, bet, ņemot vērā, ka Modelī nav norādīts transportlīdzekļa tips, standartvērtības emisiju faktori oksidācijas katalizatoram un mazjaudas vieglajam transportlīdzeklim, kas lieto benzīnu, ir izmantots kā reprezentatīvs skaitlis ar vidējām vērtībām. Degvielas patēriņa (litros) pārrēķins uz enerģijas vērtību (teradžoulos) ir veikts, izmantojot IPCC vadlīnijās noteiktās degvielas blīvuma un neto siltumietilpības vērtības.

### 5.3.3. Ievades parametri

Ievades dati aprēķinam tiek iegūti no šādiem avotiem:

- Patērētā degviela litros katram degvielas veidam tiek ievadīta Modeļa izklājlapā “Ievades dati_Transports” (Attēls 11).

[27] IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Vol. 2, Chap. 2). <saite>

Attēls 11. Ievades vieta patērētajai degvielai katram degvielas veidam

| Degvielas patēriņš / Fuel consumption | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Degvielas veids** | *Fuel type* | **Organizācija izmanto** | **Patērētā degviela, kopā** | **Vienība** |
| | | *Consumed by the organization* | *Fuel used, total* | *Unit* |
| Benzīns | *Gasoline* | Jā | | litri (l) |
| Dīzeļdegviela | *Diesel* | Jā | | litri (l) |
| LPG | *LPG* | Jā | | litri (l) |
| CNG | *CNG* | Jā | | litri (l) |

*Avots: Modelis*

- Degvielas neto siltumietilpības vērtības pa izmantotajiem degvielas veidiem tiek iegūtas no IPCC vadlīniju 2.sējuma 1. nodaļas 1.2. tabulas un tās ir norādītas izklājlapā "Parametri_Transports".
- Degvielas blīvuma vērtības pa izmantotajiem degvielas veidiem tiek iegūtas no MK noteikumiem Nr. 42 un tiek norādītas izklājlapā "Parametri_Transports".
- $CH_4$, $N_2O$ un $CO_2$ emisiju faktoru vērtības pa izmantotajiem degvielas veidiem tiek iegūtas no IPCC vadlīniju 2. sējuma 3. nodaļas 3.2.1. tabulas un tās tiek norādītas izklājlapā "Emisiju faktori".
- Biodegvielas saturs degvielā tiek iegūts no MK 2000. gada 26. septembra noteikumiem Nr. 332 "Noteikumi par benzīna un dīzeļdegvielas atbilstības novērtēšanu"[28] un tas tiek norādīts izklājlapā "Parametri_Transports".
- Fosilā oglekļa saturs biodīzeļdegvielā ir balstīts uz Sebos I. pētījumu[29] un vērtības ir norādītas izklājlapā "Parametri_Transports".

### 5.3.4. Aprēķini

Aprēķinos tiek izmantotas sekojošas formulas:

**$CO_2$ emisijas transportlīdzekļiem, kuru darbībai tiek izmantots benzīns:**

$$CO_2\ emisijas = V * \rho * NCV * EF * (1 - x)\ (4.3.4.1)$$

kur

$CO_2$ emisijas – Kopējās $CO_2$ emisijas, kg$CO_2$

V – Patērētā benzīna tilpums, $m^3$

ρ – Benzīna blīvums, $t/m^3$

[28] MK 2000. gada 26. septembra noteikumi Nr. 332 "Noteikumi par benzīna un dīzeļdegvielas atbilstības novērtēšanu". <saite>

[29] Sebos I. (2022). Fossil fraction of $CO_2$ emissions of biofuels. <saite>

NCV – Benzīna neto siltumietilpība, TJ/t

EF – $CO_2$ emisiju faktors benzīnam, kg/TJ

x – Biogēnā oglekļa saturs benzīnā, %

**$CO_2$ emisijas transportlīdzekļiem, kuru darbībai tiek izmantota dīzeļdegviela:**

$$CO_2\ emisijas = V * \rho * NCV * EF * (1 - x) + CO_2\ emisijas\ (bio) * y \quad (4.3.4.2)$$

kur

$CO_2$ emisijas – Kopējās $CO_2$ emisijas, kg$CO_2$

V – Patērētās dīzeļdegvielas tilpums, $m^3$

ρ – Dīzeļdegvielas blīvums, $t/m^3$

NCV – Dīzeļdegvielas neto siltumietilpība, TJ/t

EF – $CO_2$ emisiju faktors dīzeļdegvielai, kg/TJ

x – Biogēnā oglekļa saturs dīzeļdegvielā, %

$CO_2$ emisijas (bio) – Kopējās biogēnās $CO_2$ emisijas transportlīdzekļiem, kuru darbībai tiek izmantota dīzeļdegviela, kg$CO_2$

y – Fosilā oglekļa daļa dīzeļdegvielā, %

**$CO_2$ emisijas transportlīdzekļiem, kuru darbībai tiek izmantota LPG vai CNG:**

$$CO_2\ emisijas_n = V_n * \rho_n * NCV_n * EF_n \quad (4.3.4.3)$$

kur

$CO_2$ emisijas – Kopējās $CO_2$ emisijas, kg$CO_2$

n – Degvielas veida indekss (LPG vai CNG)

V – Patērētās degvielas tilpums, $m^3$

ρ – Degvielas blīvums, $t/m^3$

NCV – Degvielas neto siltumietilpība, TJ/t

EF – $CO_2$ emisiju faktors degvielai, kg/TJ

**$CH_4$ un $N_2O$ emisijas transportlīdzekļiem, kuru darbībai tiek izmantots benzīns, dīzeļdegviela, LPG vai CNG:**

$$Emisijas_{n,GHG} = V_n * \rho_n * NCV_n * EF_{n,GHG} \quad (4.3.4.4)$$

kur

Emisijas – Kopējās emisijas, kg SEG gāzes

n – Degvielas veida indekss (benzīns, dīzeļdegviela, LPG vai CNG)

GHG – SEG gāzes indekss ($CH_4$ vai $N_2O$)

V – Patērētās degvielas tilpums, $m^3$

ρ – Degvielas blīvums, $t/m^3$

NCV – Degvielas neto siltumietilpība, TJ/t

EF – Emisiju faktors degvielai, kg/TJ

**Biogēnās $CO_2$ emisijas transportlīdzekļiem, kuru darbībai tiek izmantots benzīns:**

$$CO_2\ emisijas\ (bio) = V * \rho * NCV * EF * x \quad (4.3.4.5)$$

kur:

$CO_2$ emisijas (bio) – Kopējās biogēnās $CO_2$ emisijas, kg$CO_2$

V – Patērētā benzīna tilpums, $m^3$

ρ – Benzīna blīvums, $t/m^3$

NCV – Benzīna neto siltumietilpība, TJ/t

EF – $CO_2$ emisiju faktors benzīnam, kg/TJ

x – Biogēnā oglekļa saturs benzīnā, %

**Biogēnās $CO_2$ emisijas transportlīdzekļiem, kuru darbībai tiek izmantota dīzeļdegviela:**

$$CO_2\ emisijas\ (bio) = V * \rho * NCV * EF * x * (1 - y) \quad (4.3.4.6)$$

kur:

$CO_2$ emisijas (bio) – Kopējās biogēnās $CO_2$ emisijas, kg$CO_2$

V – Patērētās dīzeļdegvielas tilpums, $m^3$

ρ – Dīzeļdegvielas blīvums, $t/m^3$

NCV – Dīzeļdegvielas neto siltumietilpība, TJ/t

EF – $CO_2$ emisiju faktors dīzeļdegvielai, kg/TJ

x – Biogēnā oglekļa saturs dīzeļdegvielā, %

y – Biodegvielas fosilā oglekļa daļa dīzeļdegvielā, %

### 5.3.5. Pieņēmumi

Lai ar pieejamajiem datiem būtu iespējams veikt šos aprēķinus, ir izdarīti šādi pieņēmumi:

- Atkritumu nozarē netiek izmantoti divtaktu dzinēji, kuriem būtu nepieciešami smērvielu maisījumi ar degvielu, un par kuriem tiktu ziņots šajā kategorijā.
- Aprēķinu līmeņi tika izvēlēti, pamatojoties uz pieņēmumu, ka atkritumu apsaimniekotāji neapkopo datus par degvielu katrai emisiju kontroles sistēmai (EURO) un augstāka līmeņa $CH_4$ un $N_2O$ aprēķiniem nevar izveidot datu apkopošanu. Attiecībā uz $CO_2$ – projekta laikā saņemtās atsauksmes liecināja, ka nav pieejams specifiskais oglekļa saturs no piegādātājiem, tāpēc aprēķinos izmantotas IPCC vadlīniju standartvērtības, kas minētas šīs sadaļas ievada parametru sadaļā.

### 5.3.6. Rezultāti

Šajā sadaļā ir norādītas atsevišķas $CO_2$, $CH_4$ un $N_2O$ emisijas no transporta atkritumu nozarē, kuras var pārrēķināt un apkopot arī $CO_2$ekv. Šajā sadaļā sniegta arī informācija par biogēno $CO_2$, kas rodas biodegvielas izmantošanas rezultātā.

### 5.3.7. Nenoteiktības novērtējums un kvalitātes kontrole

Transporta aprēķiniem $CH_4$ un $N_2O$ aprēķinu nenoteiktība ir augsta, jo katalītisko pārveidotāju dati par degvielas izmantošanu ir maz pieejami. Transporta radītās $CH_4$ un $N_2O$ emisijas lielā mērā ietekmē transportlīdzekļa ražošanas gads, kā arī mašīnā izmantotais katalītiskais neitralizators. Attiecībā uz $CO_2$ – vienīgais nozīmīgākais nenoteiktības avots ir vidējā oglekļa satura datu izmantošana degvielai. Ņemot vērā, ka katalītiskie pārveidotāji mūsdienās ir izplatītāki nekā agrāk, var droši pieņemt, ka lielākā daļa oglekļa tiek pārveidota par $CO_2$, nevis citos savienojumos.

## 5.4. Atkritumu sadedzināšana ar enerģijas atguvi (reģenerācija)

### 5.4.1. Ievads

Enerģijas ieguve ir nozīmīgs emisiju avots, jo sadedzināšanas procesā atbrīvojas lielākā daļa kurināmajā uzkrātā oglekļa. Tikai īpaši inerti oglekļa savienojumi vai stabili materiāli, piemēram, metāls un stikls, paliek nemainīgi. Lielākā daļa moderno sadedzināšanas iekārtu ir pietiekami efektīvas, lai izvairītos no $CH_4$ veidošanās, un vides aizsardzības tiesību aktu regulējums uzliek par pienākumu nodrošināt, ka tiek uzstādīti $NO_x$ skruberi. Tāpēc $CO_2$ ir nozīmīgākā no SEG emisijām, kas veidojas mūsdienīgās sadedzināšanas iekārtās. Šīs emisijas tiek attiecinātas uz enerģētikas nozari.

### 5.4.2. Metodika

SEG emisijas no sadedzināšanas ar enerģijas reģenerāciju tiek aprēķinātas saskaņā ar IPCC vadlīniju 5. sējuma 5. nodaļu. Aprēķinā ņem vērā sausnas saturu dažādos atkritumu veidos, oglekļa daļu sausnā, fosilā oglekļa daļu kopējā oglekļa daudzumā un oksidācijas koeficientu. Izmanto arī pārrēķina koeficientu, lai novērtētu $CO_2$, kas rodas no oglekļa šī procesa laikā.

### 5.4.3. Ievades parametri

Aprēķiniem dati tiek iegūti no šādiem avotiem:

- Atkritumu, kas sadedzināti ar enerģijas reģenerāciju, kopējais daudzums tiek iegūts no izklājlapas "Ievades dati_Atkritumu plūsmas".
- Sausnas saturs atkritumos balstās uz standarta vērtībām, kas tiek iegūtas no IPCC vadlīniju 5. sējuma 2. nodaļas 2.4. un 2.5. tabulām. Dati tiek norādīti izklājlapā "Parametri_Atkritumu sektors".
- Oglekļa frakcija sausnā balstās uz standarta vērtībām, kas tiek iegūta no IPCC vadlīniju 5. sējuma 2. nodaļas 2.4. un 2.5. tabulām. Dati tiek norādīti izklājlapā "Parametri_Atkritumu sektors".
- Fosilā oglekļa daļa kopējā oglekļa daudzumā balstās uz standarta vērtībām, kas tiek iegūta no IPCC vadlīniju 5. sējuma 2. nodaļas 2.4. un 2.5. tabulām. Dati tiek norādīti izklājlapā "Parametri_Atkritumu sektors".
- Oksidācijas koeficients tiek aprēķināts 100% apmērā, un tas sīkāk aprakstīts sadaļā "Pieņēmumi".
- Oglekļa pārrēķina koeficients uz $CO_2$ ir zinātnisks standarts, kura pamatā ir abu vielu atomu masas. Skaitlis 12 ir oglekļa aptuvenā molārā masa, bet skaitlis 44 ir aptuvenā $CO_2$ sastāvā esošo elementu molāro masu summa. Pārrēķins ir stohiometrisks, un aprēķina produkta daudzumu pilnīgai visa oglekļa sadegšanai.
- $N_2O$ emisijas koeficients balstās uz standarta vērtībām, kas tiek iegūtas no IPCC vadlīniju 5. sējuma 5. nodaļas 5.6. tabulas. Dati tiek norādīti izklājlapā "Emisiju faktori".

### 5.4.4. Aprēķini

Aprēķinos tiek izmantotas sekojošas formulas:

**$CO_2$ emisijas no atkritumu sadedzināšanas procesa:**

$$CO_2\ emisijas = \sum_{n=1}^{N}(M_n * SS_n * OSS_n * FOSS_n) * OX * 44/12 \quad (4.4.4.1)$$

kur:

$CO_2$ emisijas – Kopējās $CO_2$ emisijas, $tCO_2$

M – Atkritumu masa, kas tiek sadedzināta, t

n – Atkritumu veida indekss

N – Kopējais atkritumu veidu skaits, kas tiek sadedzināts

SS – Sausnas saturs atkritumos, %

OSS – Oglekļa daļa sausnas saturā atkritumos, %

FOSS – Fosilā oglekļa daļa kopējā oglekļa daudzumā atkritumos, %

OX – Oksidācijas koeficients, %

44/12 – Pārrēķina koeficients no oglekļa uz $CO_2$

**Biogēnās $CO_2$ emisijas no atkritumu sadedzināšanas procesa:**

$$CO_2\ emisijas\ (bio) = \sum_{n=1}^{N}(M_n * SS_n * OSS_n * (1 - FOSS_n)) * OX * 44/12 \quad (4.4.4.2)$$

kur:

$CO_2$ emisijas – Kopējās biogēnās $CO_2$ emisijas, $tCO_2$

M – Atkritumu masa, kas tiek sadedzināta, t

n – Atkritumu veida indekss

N – Kopējais atkritumu veidu skaits, kas tiek sadedzināts

SS – Sausnas saturs atkritumos, %

OSS – Oglekļa daļa sausnas saturā atkritumos, %

FOSS – Fosilā oglekļa daļa kopējā oglekļa daudzumā atkritumos, %

OX – Oksidācijas koeficients, %

44/12 – Pārrēķina koeficients no oglekļa uz $CO_2$

**$N_2O$ emisijas no atkritumu sadedzināšanas procesa:**

$$N_2O\ emisijas = \sum_{n=1}^{N}(M_n * EF_n) * 10^{-3}\ (4.4.4.3)$$

kur:

$N_2O$ emisijas – Kopējās $N_2O$ emisijas, $tCO_2$

M – Atkritumu masa, kas tiek sadedzināta, t

n – Atkritumu veida indekss

N – Kopējais atkritumu veidu skaits, kas tiek sadedzināts

EF – $N_2O$ emisiju faktors, g N2O/kg atkritumu

$10^{-3}$ – Pārrēķins no kg uz t

### 5.4.5. Pieņēmumi

Tiek pieņemts, ka $CH_4$ veidošanās nenotiek, jo no atkritumiem ražotais kurināmais jaunu resursu iegūšanai tiek izmantots tikai SIA "SCHWENK Latvija" cementa rūpnīcā Brocēnos. Aprēķinos tiek veikts pieņēmums, ka rūpnīcā tiek nodrošināts nepārtraukts sadedzināšanas process un, ka viss ogleklis tiek pilnībā oksidēts, tādēļ oksidācijas koeficients šī procesa laikā tiek pieņemts kā 100%.

### 5.4.6. Rezultāti

Šie aprēķini sniedz informāciju par $CO_2$ un $N_2O$ emisijām, kas rodas, sadedzinot atkritumus, ņemot vērā dažādu atkritumu plūsmu atšķirīgo oglekļa sastāvu, vienlaikus izmantojot oglekļa līmeņus, lai aprēķinātu biogēno $CO_2$.

### 5.4.7. Nenoteiktības novērtējums un kvalitātes kontrole

Vislielāko nenoteiktību sadaļā rada fakts, ka atkritumu plūsmas parametriem izmanto noklusējuma vērtības. Visaugstākais datu līmenis šajā sadaļā būtu oglekļa parametru mērījumi katrai plūsmai, kas nāk no dažādiem atkritumu apsaimniekotājiem. Attiecībā uz $N_2O$ emisijām – augstāka līmeņa datu kopai būtu vajadzīga plūsmu papildu ķīmiskā analīze, jo $N_2O$ veidošanos rūpnieciskā vidē var attiecināt uz katru ražošanas plūsmu tikai tad, ja visās ievadītajās plūsmās ir izmērīts slāpekļa līmenis un ir izdarīti papildu pieņēmumi par slāpekļa kinētiskā sastāva sadalījumu no slāpekļa gaisā.

# 6. APRITES EKNOMIKAS UN ENERGOEFEKTIVITĀTES PASĀKUMI

## 6.1. Ievads

Šī sadaļa iekļauj papildu aktivitātes (ārpus IPCC vadlīniju metodoloģijas), kas saistās ar biodegvielas un atjaunojamās enerģijas patēriņu, kas uzlabo organizāciju darbību energoefektivitāti un samazina to ietekmi uz vidi. Lai organizācijas spētu savās darbībās izvērtēt aprites ekonomikas principu ieviešanu, šīs sadaļas mērķis ir arī uzrādīt proporcionāli kurās sadaļās uzņēmuma darbībām ir iespējami uzlabojumi, lai sasniegtu ES un nacionāli noteiktos mērķus atkritumu apsaimniekošanas nozarē. Atkritumu plūsmu proporcionālais sadalījums ir izstrādāts, pamatojoties uz kopējo savākto atkritumu daudzumu Organizācijā. Tāpat sadaļā tiek skatīti atgūtās biogāzes apjomi un to izmantošana enerģijas ieguvei Organizācijas pamatdarbību nodrošināšanai. Šī dokumenta 3. pielikums sniedz plašāku ieskatu praktisku aprites ekonomikas pasākumu ieviešanā.

## 6.2. Metodika

AdBlue emisijas aprēķina saskaņā ar IPCC vadlīniju 2. sējuma 3. nodaļas 3.2.2. vienādojumu. Metodikā pieņemts, ka viss urīnvielā esošais ogleklis tiek pārveidots $CO_2$. Elektrotransportlīdzekļiem izmanto SEG protokola metodi, kurā izmantotās elektroenerģijas daudzumu reizina ar elektroenerģijas emisijas koeficientu (vai nu elektroenerģijai no tīkla, vai arī atjaunojamajai enerģijai). Kā papildu informācijas elements ir atkritumu daļa procentos, kas tiek pārstrādāta, atkārtoti izmantota un/vai reģenerēta, sadedzināta ar enerģijas reģenerāciju, kompostēta, anaerobi apstrādāta un apglabāta poligonos. Savukārt aprites ekonomikas pasākumu ieviešana, pamatojoties uz atgūtās biogāzes izmantošanu poligonos, tiek aprēķināta balstoties uz Organizācijas sniegto informāciju par atgūto un izmantoto biogāzes apjomu un atkritumu apglabāšanas un bioloģisko atkritumu pārstrādes procesiem. Šie dati sniedz pārskatu par atkritumu aprites principiem Latvijā.

## 6.3. Ievades parametri

Aprēķiniem dati ir iegūti no šādiem avotiem:

- Izmantotais AdBlue apjoms un tā tīrības pakāpe (% urīnvielas jeb karbamīda šķīdums demineralizētā ūdenī) tiek ievadīts izklājlapā "Ievades dati_Aprites pasākumi". Ja Organizācijai nav datu par AdBlue tīrības pakāpi, tad tiek izmantota noklusējuma vērtība (Attēls 12).

## Attēls 12. Ievades vieta patērētā AdBlue apjomam

| Dīzeļdegvielas piedeva / Diesel additive | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Organizācija izmanto** | **Patērētais daudzums** | **Vienība** | **Tīrības pakāpe (% urīnvielas jeb karbamīda šķīdums demineralizētā ūdenī)** |
| | *Consumed by the organization* | *Amount consumed* | *Unit* | *Purity (% of urea)* |
| AdBlue | Jā | | kg | 32.5 |

*Avots: Modelis*

- Izmantotais elektroenerģijas patēriņš elektriskajiem transportlīdzekļiem tiek ievadīts izklājlapā "Ievades dati_Aprites pasākumi" (Attēls 13).

## Attēls 13. Ievades vieta izmantotajam elektroenerģijas patēriņam elektriskajiem transportlīdzekļiem

| Elektrības patēriņš organizācijas autoparkā / Electricity consumption for organization's transport | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Veids** | *Type* | **Organizācija izmanto** | **Elektrības patēriņš** | **Vienība** |
| | | *Consumed by the organization* | *Electricity consumption* | *Unit* |
| Elektroenerģija - piegādāta no tīkla | *Electricty from the grid* | Jā | 0 | MWh |
| Elektroenerģija, atjaunojamie energoresursi (AER) (iegādāta ar sertifikātu) | *Renewable energy (purchased with a certificate)* | Jā | 0 | MWh |

*Avots: Modelis*

- $CO_2$ emisiju faktoru vērtības elektroenerģijai no tīkla un elektroenerģija no atjaunojamiem enerģijas avotiem (iegādāta ar sertifikātu) tiek iegūtas no *Association of Issuing Bodies*[30] *(AIB)* – attiecīgi 535,37 g/kWh un 0 g/kWh) un tās ir norādītas izklājlapā “Emisiju faktori”.
- Izmantotais biodegvielas daudzums transportlīdzekļos (biodīzelis HVO, biometāns, bioetanols) tiek ievadīts izklājlapā "Ievades dati_Aprites pasākumi" (Attēls 14).

[30] Association of Issuing Bodies (2023). European Residual Mix. <saite>

Attēls 14. Ievades vieta izmantotajam biodegvielas daudzumam transportlīdzekļos

| Degvielas patēriņš / Fuel consumption | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Degvielas veids** | *Fuel type* | **Organizācija izmanto** | **Patērētā degviela, kopā** | **Vienība** |
| | | *Consumed by the organization* | *Fuel used, total* | *Unit* |
| Biodīzelis HVO | *Biodiesel HVO* | Jā | - | litri (l) |
| Biometāns | *Biomethane (compressed)* | Jā | - | kg |
| Bioetanols | *Bioethanol* | Jā | - | litri (l) |

*Avots: Modelis*

- $CO_2$ emisiju faktoru vērtības pa izmantotajiem biodegvielas veidiem tiek iegūtas no Apvienotās Karalistes Enerģētikas drošības departamenta datiem[31] un tās ir norādītas izklājlapā "Emisiju faktori".
- Atkritumu aprites dati par kopējo atkritumu daudzumu pa apstrādes veidiem tiek iegūti no izklājlapas "Ievades dati_Atkritumu plūsmas".
- Urīnvielas pārrēķina koeficients uz oglekli ir zinātnisks standarts, kura pamatā ir abu vielu atomu masas. Skaitlis 12 ir oglekļa aptuvenā molārā masa, bet skaitlis 60 ir aptuvenā urīnvielas (karbamīda) sastāvā esošo elementu molāro masu summa.
- Oglekļa pārrēķina koeficients uz $CO_2$ ir zinātnisks standarts, kura pamatā ir abu vielu atomu masas. Skaitlis 12 ir oglekļa aptuvenā molārā masa, bet skaitlis 44 ir aptuvenā $CO_2$ sastāvā esošo elementu molāro masu summa. Pārrēķins ir stohiometrisks, un aprēķina produkta daudzumu pilnīgai visa oglekļa sadegšanai.

## 6.4. Aprēķini

Aprēķinos tiek izmantotas šādas formulas:

**$CO_2$ emisijas, ko rada AdBlue izmantošana dīzeļdzinēja transportlīdzekļos:**

$$CO_2\ emisijas = M * \frac{12}{60} * w * \frac{44}{12} \quad (5.4.1)$$

kur

$CO_2$ emisijas – Kopējās $CO_2$ emisijas, kg$CO_2$

M – Patērētās urīnvielas masa, kg

12/60 – Pārrēķina koeficients no urīnvielas uz oglekli

w – Urīnvielas piedevas tīrība, %

44/12 – Pārrēķina koeficients no oglekļa uz $CO_2$

[31] Department for Energy Security and Net Zero (2023). Greenhouse gas reporting: conversion factors 2023. <saite>

**$CO_2$ emisijas no elektroenerģijas izmantošanas transportlīdzekļos:**

$$CO_2\ emisijas_n = E_n * EF_n * 10^{-3}\ (5.4.2)$$

kur

$CO_2$ emisijas – Kopējās $CO_2$ emisijas, kg$CO_2$

n – Elektroenerģijas veida indekss (elektroenerģija no tīkla vai elektroenerģija no atjaunojamiem enerģijas avotiem)

E – Patērētā elektroenerģija, MWh

EF – $CO_2$ emisiju faktors, g/kWh

$10^{-3}$ – Pārrēķina koeficients

**Biogēnās $CO_2$ emisijas no biodegvielas izmantošanas transportlīdzekļos (izņemot biometānu):**

$$CO_2\ emisijas\ (bio)_n = V_n * EF_n\ (5.4.3)$$

kur

$CO_2$ emisijas – Kopējās biogēnās $CO_2$ emisijas, kg$CO_2$

n – Biodegvielas veida indekss (biodīzelis HVO vai bioetanols)

V – Patērētās biodegvielas tilpums, l

EF – $CO_2$ emisiju faktors, l/kg

**Biogenās $CO_2$ emisijas no biometāna izmantošanas transportlīdzekļos:**

$$CO_2\ emisijas\ (bio) = M * EF\ (5.4.4)$$

kur

$CO_2$ emisijas – Kopējās $CO_2$ emisijas, kg$CO_2$

m – Patērētā biometāna masa, kg

EF – $CO_2$ emisiju faktors, kg/kg

**Atkritumu apstrādes plūsmu proporcijas atkritumu apsaimniekošanas nozarē:**

$W_n = M_n / M_{kopā}$ (5.4.5)

kur

W – Proporcija no kopējā savāktā atkritumu daudzuma Organizācijā, kura tiek novirzīta atkritumu apstrādes metodē n, %

n – atkritumu apstrādes metodes indekss (otrreizēja pārstrāde / atkārtota izmantošana / reģenerācija, sadedzināšana ar enerģijas reģenerāciju, kompostēšana, anaerobā pārstrāde vai apglabāšana poligonos)

M – Atkritumu masa, kas tiek novirzīta atkritumu apstrādes metodē n, t

$M_{kopā}$ – Organizācijas kopējais savākto atkritumu daudzums, t

## 6.5. Rezultāti

Šajā sadaļā ir sniegti rezultāti par energoefektivitātes un aprites ekonomikas pasākumu ieviešanu Organizācijā. Aprēķini par aprites ekonomikas pasākumiem tiek norādīti pamatojoties uz dažādām atkritumu plūsmām, kas sniedz informāciju par to, cik procentuāli no kopējā Organizācijas savākto atkritumu daudzuma nonāk dažādos atkritumu apstrādes veidos. Atsevišķi aprites ekonomikas pasākumi, piemēram, atgūtās biogāzes apjoms, šajā sadaļā tiek pievienoti no izklājlapām “Ievades dati_Apglabašana” un “Ievades dati_BNA”, lai nodrošinātu pilnvērtīgu apkopojumu par visiem aprites ekonomikas un energoefektivitātes pasākumiem, kas ir iekļauti Modelī.

## 6.6. Nenoteiktības novērtējums un kvalitātes kontrole

Lielākais nenoteiktības avots šajā sadaļā ir tas, ka elektroenerģiju var iegādāties no dažādiem piegādātājiem, un precīzos aprēķinos būtu jāpieņem elastīgs $CO_2$ emisiju faktors, kas piesaistīts konkrētam Organizācijas elektroenerģijas piegādātājam. Ja šādi dati kļūst pieejami, emisijas faktorus Modelī varētu labot, lai tā būtu arī daļa no ievadāmajiem datiem.

# 7. REZULTĀTI

Organizācijām ir būtiski aprēķināt to radītās SEG emisijas vairāku iemeslu dēļ, samazinot ne tikai ikdienas darbību ietekmi uz vidi un klimatu, bet arī sniedzot būtiskus ieguvumus Organizācijas darbībai. Izstrādātais Modelis sniedz atbalstu Organizācijām, ļaujot noteikt to galvenās pamatdarbības jomas, kuras rada vislielāko emisiju apjomu no Organizācijas tiešajām darbībām. Tas ir būtisks solis, lai izstrādātu efektīvu Organizācijas ilgtspējas stratēģiju un noteiktu konkrētus mērķus savas ietekmes uz vidi un klimatu samazināšanai. Modelī iekļautās aktivitātes un to pasākumi ļauj Organizācijai ne tikai novērtēt esošo ietekmi uz vidi, bet arī modelēt konkrētu potenciālo investīciju iespējas un to ietekmi uz kopējo Organizācijas SEG emisiju apjomu.

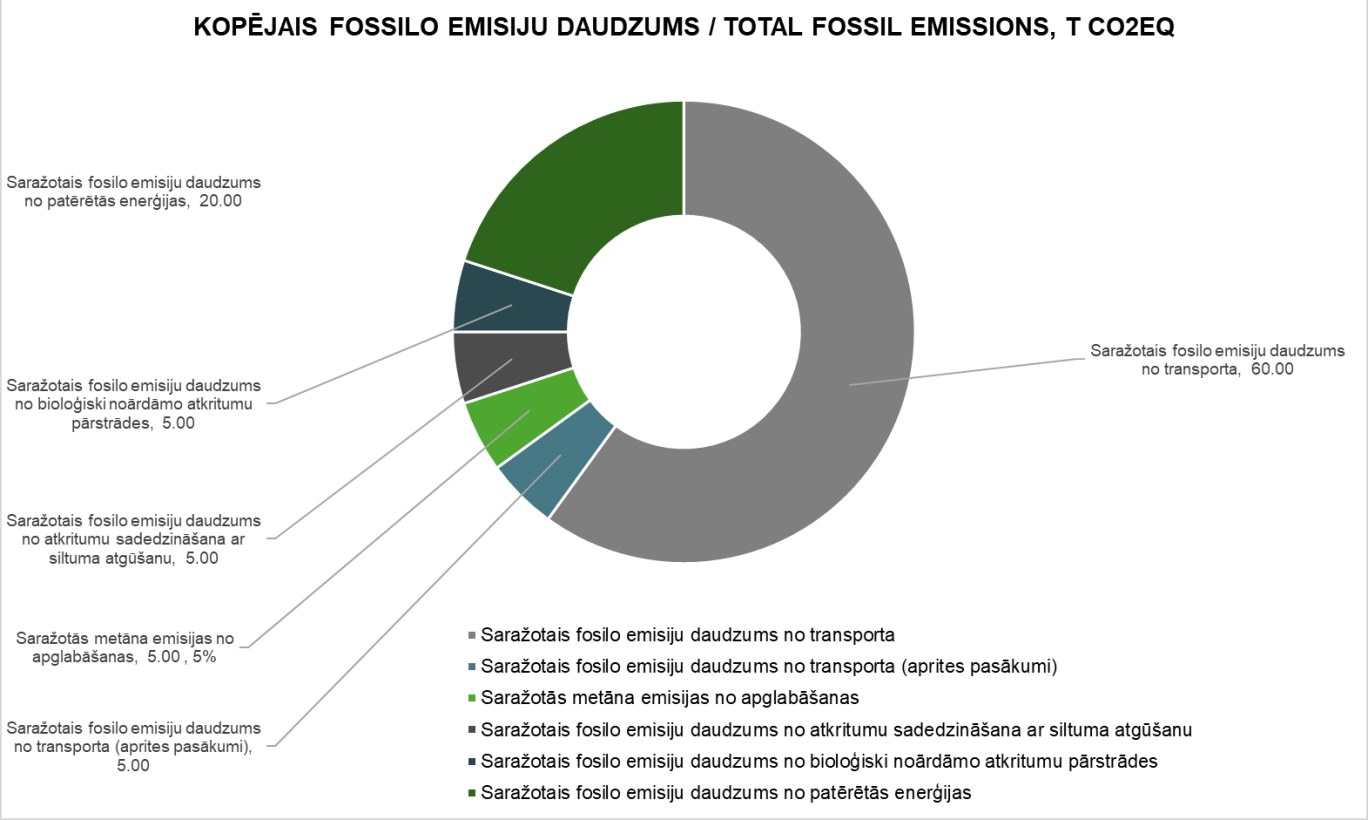
Rezultāti Modelī tiek norādīti izklājlapā “Rezultāti” un “Rezultāti (detalizēts pārskats)”

Izklājlapā “Rezultāti” tiek norādīts kopējais $CO_2$ekv. apjoms trijās tabulās sadalījumā pa atsevišķām jomām (un aktivitātēm tajās):

- Kopējais fosilo SEG emisiju daudzums;
- Kopējais biogēno emisiju daudzums;
- Kopējais atgūtā metāna daudzums.

Tāpat šajā sadaļā tiek sniegts vizuāls attēlojums grafikos griezumā pa jomām. Piemēru skatīt Attēlā 15.

## Attēls 15. Vizuālā attēlojuma piemērs Modeļa izklājlapā "Rezultāti"




*Avots: Modelis*

Izklājlapā "Rezultāti (detalizēts pārskats)" vairākās tabulās tiek norādīts kopējais $CO_2$, $CH_4$, $N_2O$ un $CO_2$ekv. daudzums (kg un t) sadalījumā pa jomām un atsevišķām to aktivitātēm (plašāk par rezultātiem un to interpretāciju skatīt attiecīgajās atkritumu nozares darbību sadaļās). Piemērus rezultātu attēlojumam šajā izklājlapā skatīt Attēlā 16.

## Attēls 16. Vizuālā attēlojuma piemērs Modeļa izklājlapā "Rezultāti (detalizēts pārskats)"

| Saražotais fosilo emisiju daudzums no transporta / Fossil emissions from transport (Atsauce/Reference: IPCC) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Emisijas no degvielas patēriņa** | ***Emissions from fuel usage*** | **CO2 emisijas** | **Vienība** | **CH4 emisijas** | **Vienība** | **N2O emisijas** | **Vienība** | **CO2ekv. emisijas** | **Vienība** |
| Benzīns | *Gasoline* | 82,350.03 | kg CO2 | 19 | kg CH4 | 9 | kg N2O | 85263 | kg CO2ekv. |
| Dīzeļdegviela | *Diesel* | 625,609.47 | kg CO2 | 35 | kg CH4 | 35 | kg N2O | 635891 | kg CO2ekv. |
| LPG | *LPG* | - | kg CO2 | 0 | kg CH4 | 0 | kg N2O | 0 | kg CO2ekv. |
| CNG | *CNG* | 7,957.22 | kg CO2 | 13 | kg CH4 | 0 | kg N2O | 8435 | kg CO2ekv. |
| **KOPĀ** | **TOTAL** | **715.92** | **t CO2** | **0.07** | **t CH4** | **0.04** | **t N2O** | **729.59** | **t CO2ekv.** |

*Avots: Modelis*

# 1. Pielikums: Vēsturisko emisiju aprēķina metodika atkritumu apglabāšanai

## Metodika

Vēsturiskie dati par uzkrāto oglekļa daudzumu atkritumu poligonos ir novērtēti, izmantojot IPCC vadlīnijās izstrādāto *Waste Model* rīku[32], savukārt atkritumu apglabāšanas aprēķinu metodoloģijai izmanto IPCC vadlīniju 5. sējuma 3. nodaļā aprakstīto metodi, pamatojoties uz pirmās kārtas sadalīšanās *(first order decay (FOD))* funkciju. Visi attiecīgie atkritumu apglabāšanas aprēķini ir sīkāk izklāstīti šī dokumenta 3. nodaļā.

Dati par nepārvaldītu atkritumu apglabāšanu balstās uz LVĢMC sniegtajiem datiem par vēsturiski apglabāto atkritumu radītajām SEG emisijām un Latvijas NIR par 2021.gadu (7.5. tabulu *"Estimated disposed waste amounts from 1950–2001"*, 7.6. tabulu "*Disposed solid waste amounts from 2002-2021"* un 7.7. tabulu *"Disposed waste composition in Latvia waste polygons 1990-2015"*).

Nepārvaldīto un pārvaldīto atkritumu apglabāšanas procesu parametri tika balstīti uz Latvijas NIR par 2021.gadu (sadaļa 7.2.2. "*Methodological issues"*). Lai izstrādātā Modeļa ietvaros aprēķinātu vēsturiski uzkrāto DOC, vērā tiek ņemti parametri, kas izmantoti arī IPCC *Waste Model* aprēķinos: DOC saturs pa atkritumu veidiem, $CH_4$ veidošanās ātruma konstante, disimilētā DOC frakcija, $CH_4$ korekcijas koeficients, oksidācijas koeficients un $CH_4$ sastāvs poligona saražotajā gāzē.

Lai aprēķini saistībā ar atkritumu apglabāšanu būtu precīzāki, tika izveidoti divi uz IPCC *Waste Model* metodoloģiju balstīti aprēķini, lai spētu atsevišķi analizēt gan pārvaldītos, gan nepārvaldītos atkritumu poligonus. Abi aprēķini balstās uz LVĢMC sniegtajiem datiem par vēsturiski apglabāto atkritumu radītajām SEG emisijām. Aprēķina dati ir pieejami Modeļa izklājlapā "Parametri_Apglabāšana", kur tie attiecīgi tiek norādīti katram atkritumu veidam.

Dati par rīka lietošanu ir atrodami IPCC *Waste Model* aprēķinu izklājlapās. Neapsaimniekotiem atkritumu poligoniem tā ir izklājlapa "Sadzīves atkritumi", bet apsaimniekotiem atkritumu poligoniem – izklājlapas "Pārtika", "Dārzs", "Papīrs", "Koksne" un "Tekstilizstrādājumi". Dati tiek ņemti no attiecīgās izklājlapas rindas par gadu pirms aprēķināmā gada (H kolonna). Attiecīgie dati tiek ievadīti Modeļa izklājlapā "Parametri_Apglabāšana" pie attiecīgā atkritumu veida.

[32] IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Vol. 5, Chap. 3). <saite>

# 2. Pielikums: Parametru un rezultātu skaidrojums

## Parametri

Lai aprēķinātu Organizācijas radītās SEG emisijas no atkritumu apsaimniekošanas procesiem, aprēķinam ir nepieciešami precīzi dati saistībā ar konkrēto Organizāciju:

| Emisiju avots | Nepieciešamie dati | Datu avots |
|---|---|---|
| **Atkritumu apstrādes plūsmas** | Informācija par atkritumu kategorijām (piemēram, bioloģiski noārdāmi atkritumi, plastmasas, stikla, metāla, elektronikas un bīstamie atkritumi), kā arī precīzs atkritumu daudzums tonnās, ko Organizācija apsaimnieko ziņošanas gadā. | Organizācijas iekšējās datubāzēs pieejamā informācija, piemēram, Atkritumi-3 atskaites. |
| **Apglabāšana** | Informācija par atgūto biogāzes apjomu no nepārvaldītas un pārvaldītas sadzīves atkritumu apglabāšanas kubikmetros, kā arī, ja Organizācija izmanto atgūto biogāzi, tad modelis ļauj norādīt gan atgūtās biogāzes apjomu kubikmetros, kas tiek reģenerēts un izmantots enerģijas ražošanai vai tiek sadedzināts liesmā, gan atgūtās biogāzes sastāvu jeb vidējo metāna koncentrāciju biogāzē. | Organizācijas iekšējās datubāzēs pieejamā informācija par atgūtās biogāzes apjomu un saražoto enerģiju poligonā. |
| **BNA** | Tiek ņemta vērā Organizācijas norādītā informācija par atkritumu apstrādes plūsmām – kompostēšanu un anaerobo pārstrādi. Informācija par atgūto biogāzes apjomu no anaerobās pārstrādes procesa kubikmetros, kā arī, ja Organizācija izmanto atgūto biogāzi, tad modelis ļauj norādīt gan atgūtās biogāzes apjomu kubikmetros, kas tiek reģenerēts un izmantots enerģijas ražošanai vai tiek sadedzināts liesmā, gan atgūtās biogāzes sastāvu jeb vidējo metāna koncentrāciju biogāzē. | Organizācijas iekšējās datubāzēs pieejamā informācija par atgūtās biogāzes apjomu un saražoto enerģiju poligonā. |
| **Enerģētika** | Tiek ņemta vērā Organizācijas norādītā informācija par atkritumu apstrādes plūsmu – sadedzināšanu ar siltuma atgūšanu, kā arī atgūtās biogāzes daudzumu, kas norādīts pie atkritumu apglabāšanas un BNA pārstrādes aktivitātēm. Organizācijai nepieciešams norādīt patērēto degvielas un enerģijas | Organizācijas iekšējās datubāzēs pieejamie rēķini. |

| | | |
|---|---|---|
| | veidu, kas iepirkts no ārējiem pakalpojumu sniedzējiem. Nepieciešamie dati ietver patērētās degvielas (litros), biogāzes (kubikmetros) un elektroenerģijas (no tīkla un atjaunojamiem energoresursiem) (megavatstundās) apjomu, kas tiek izmantots stacionārajās iekārtās Organizācijā. | |
| **Transports** | Organizācijai nepieciešams norādīt patērēto degvielas veidu, kas iepirkts no ārējiem pakalpojumu sniedzējiem. Nepieciešamie dati ietver degvielas patēriņu litros, kas iegādāts Organizācijas autoparka vajadzībām konkrētajā ziņošanas periodā. | Organizācijas iekšējās datubāzēs pieejamie rēķini, darbinieku iesniegtie rēķini vai citi dati (piemēram, informācija no degvielas kartēm). |
| **Aprites ekonomika un energoefektivitāte** | Tiek ņemta vērā Organizācijas norādītā informācija par atkritumu apstrādes plūsmām, lai aprēķinātu cik lielā mērā savāktie atkritumu apjomi tiek pārstrādāti / atkārtoti izmantoti, sadedzināti ar siltuma atgūšanu, kompostēti, anaerobi pārstrādāti vai apglabāti. Atkritumu plūsmu salīdzinājums ļauj Organizācijai sekot līdzi savām darbībām ES noteikto klimata mērķu sasniegšanā. Papildus šī sadaļa ļauj Organizācijai sniegt informāciju par izmantoto biodegvielas un degvielas piedevu patēriņu Organizācijas autoparkā litros un/vai kilogramos, kā arī norādīt informāciju par Organizācijā saražoto elektroenerģijas apjomu no atjaunojamiem energoresursiem megavatstundās. | Organizācijas iekšējās datubāzēs pieejamā informācija par elektroenerģijas ražošanu, kā arī saņemtie rēķini |

## Rezultāti

Modelis ļauj Organizācijai ne tikai aprēķināt konkrētajā ziņošanas periodā radītās emisijas, bet arī modelēt potenciālās investīcijas, kuras ir plānotas poligona darbību attīstībā. Lai samazinātu radīto SEG emisiju apjomu Organizācijā, modelis ļauj:

- Veicināt izmaiņas atkritumu plūsmās, lai samazinātu poligonos apglabāto atkritumu apjomu, bet palielinātu pārstrādāto atkritumu apjomu.
- Veicināt un ieviest biogāzes atgūšanu no atkritumu apglabāšanas un BNA pārstrādes poligonā. Efektīva biogāzes ieguve un izmantošana poligonā var tikt izmantota enerģijas ražošanai, tādējādi samazinot SEG emisijas.
- Veicināt ilgtspējīgu transporta sistēmu attīstību Organizācijā un nozarē kopumā. Piemēram, modelis ļauj Organizācijai aprēķināt radīto SEG emisiju apjomu gan no fosilajiem degvielas veidiem, gan biodegvielas veidiem. Iegūtā informācija var palīdzēt optimizēt atkritumu transportēšanas maršrutus un izmantot energoefektīvākus transportlīdzekļus, piemēram, hibrīda vai elektriskos automobiļus, kā arī veicināt atkritumu apsaimniekotāju pāreju uz alternatīvām degvielām, piemēram, biodegvielu, biogāzi vai elektrotransportu, lai samazinātu fosilo enerģijas avotu radītās SEG emisijas.
- Apkopot un uzlabot savas darbības datu precizitāti un pieejamību, tādejādi veicinot iespēju attīstīt uz datiem balstītu lēmumu pieņemšanu un potenciālo investīciju procesu novērtēšanu Organizācijas darbībās. Izmantojot digitālos risinājumus un datu analīzi, Organizācijai ir iespēja optimizēt atkritumu savākšanas un apsaimniekošanas procesus, uzlabot efektivitāti un samazināt SEG emisijas.

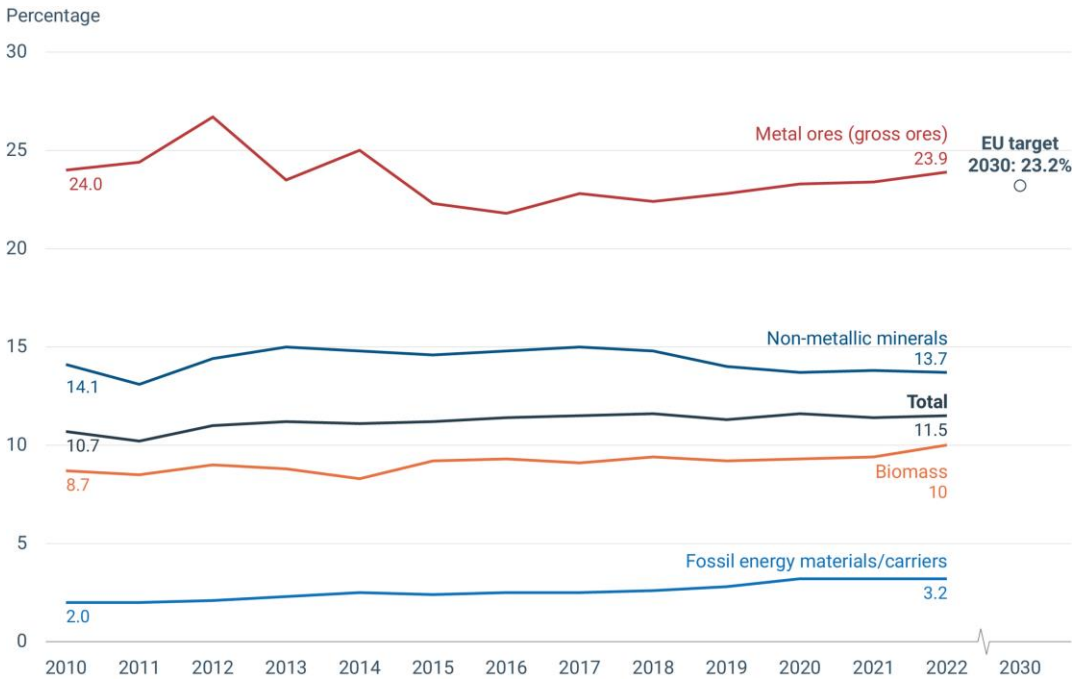
# 3. Pielikums: Praktiski piemēri aprites ekonomikas pasākumu ieviešanā

Eiropas valstu vajadzība pēc dabas resursiem materiālu, pārtikas un degvielas nodrošināšanai būtiski ietekmē vidi un klimatu. Tomēr pēc strauja resursu patēriņa pieauguma pagātnē, šī tendence pēdējos gados ir stabilizējusies. ES valstīs ir tikusi novērota neliela resursu patēriņa saistības mazināšanās no ekonomikas izaugsmes – kopējais materiālu patēriņš nedaudz samazinājās, bet ES IKP pieaugot. Tajā pašā laikā, neskatoties uz sarežģītāku ģeopolitisko situāciju, ES valstu atkarība no globālā importa dažu kritiski svarīgu izejvielu un materiālu (piemēram, metālu rūdu un fosilā kurināmā) piegādē pašlaik pieaug.

ES ir ieviesusi pasākumus, lai nodrošinātu pāreju uz aprites ekonomiku, kas nozīmē pāreju no pašreizējiem "lineārās" ražošanas un patēriņa modeļiem. Šī pāreja ir iekļauta aprites ekonomikas rīcības plānā[33], kas ir viena no Eiropas zaļā kursa rīcības plāna galvenajām sadaļām. Pēdējos gados ES ir panākts pozitīvs progress aprites ekonomikas virzienā, piemēram, palielinājušies otrreizējās pārstrādes apjomi, veicināta koplietošanas ekonomikas attīstība un citi aprites uzņēmējdarbības modeļi.

2022. gadā aprites ekonomikas rādītājs ES sasniedza 11,5%[34], kas norāda, ka ES tiek patērēta lielāka daļa otrreiz pārstrādātu materiālu salīdzinājumā ar citiem pasaules reģioniem. Tomēr progress ES ir bijis lēns, un ir tālu no mērķa dubultot aprites rādītāju ES līdz 2030. gadam (Attēls 17), tādēļ ES valstu uzņēmumiem ir būtiski turpināt īstenot aprites ekonomikas scenārijus un stratēģijas, lai sasniegtu izvirzītos klimata un aprites mērķus.

Attēls 17. Materiālu izmantošanas apritīguma līmenis ES un sadalījums pa materiālu grupām no 2010. līdz 2022. gadam




*Avots: Eurostat*

[33] European Commission. Circular economy action plan (CEAP). <saite>

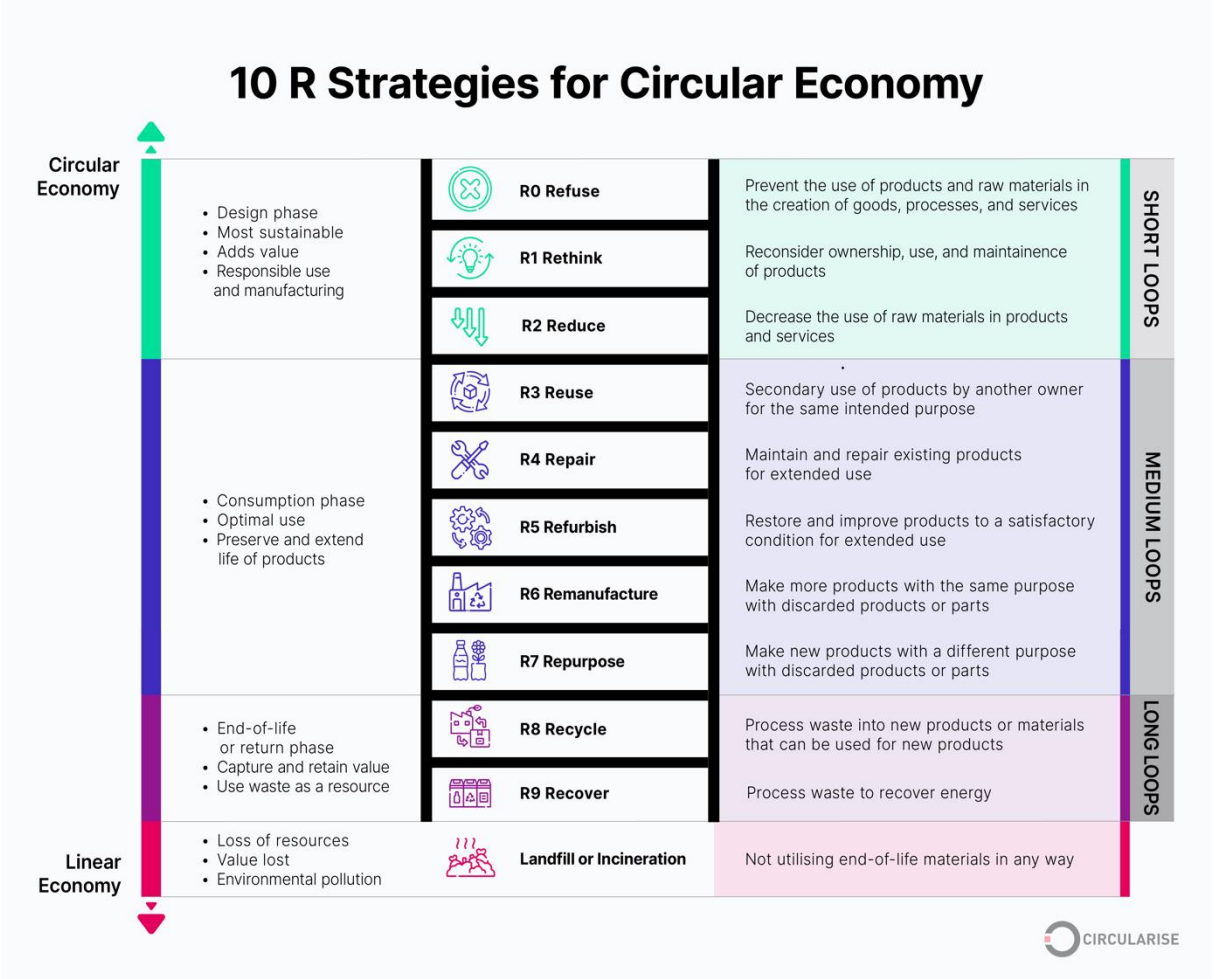
[34] European Environment Agency (2024). Circular material use rate in Europe. <saite>

## Aprites ekonomikas principu un stratēģiju īstenošana

Aprites ekonomikas principu piemērošana kopā ar citiem Eiropas zaļā kursa pasākumiem var ierobežot cilvēka darbības ietekmi uz ekosistēmu un palīdzēt Eiropai samazināt tās patēriņu planētas robežās (*planetary boundaries*). Aprites ekonomikas pamatā ir saskaņota rīcība politikas, uzņēmumu un indivīdu līmenī, lai optimizētu resursu izmantošanu un samazinātu vajadzību pēc papildu izejvielu ieguves, tādējādi novēršot radītās emisijas ražošanas vērtību ķēdēs un patēriņā. Šādas darbības ir vērstas uz produktu un materiālu vērtības saglabāšanu (Attēls 18) un tās bieži tiek dēvētas par R stratēģijām (*R Strategies*). Šīs darbības var uzskatīt par koncepcijas "Samazināt, atkārtoti izmantot, pārstrādāt" (*reduce, reuse, recycle*) pilnveidojumu. Tās nodrošina noderīgu sistēmu aprites ekonomikas pamatdarbību kategorizēšanai, sākot no sākotnējiem dizaina lēmumiem, līdz pat izmantošanai un aprites cikla beigu apstrādei.

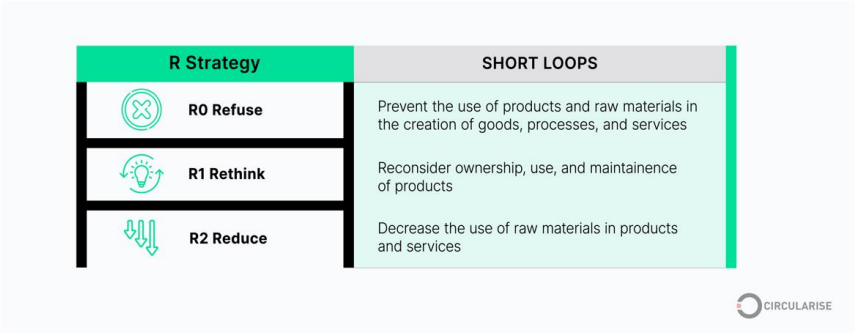
10 R-stratēģijas ir iedalītas trīs kategorijās, pamatojoties uz produkta ķēdes (aprites cikla) sistēmu, proti, "pirms lietošanas" (R0 – R2), "lietošanas laikā" (R3 – R7) un "pēc lietošanas" (R8 – R9).

Attēls 18. R-stratēģijas, kas palīdz uzņēmumiem pāriet uz ilgtspējas un aprites ekonomikas principiem




*Avots: Circularise*

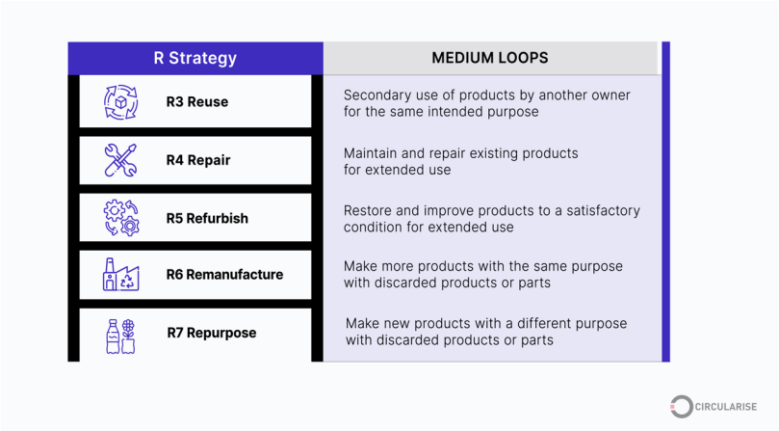
Attēls 19. R-stratēģijas produkta “pirms lietošanas” posmā




*Avots: Circularise*

Pirms izmantošanas veikto darbību un stratēģiju (R0 – R2) mērķis ir apmierināt sabiedrības vajadzības, izmantojot mazāk dabas resursu un mazāk ietekmējot vidi un klimata pārmaiņas. To var panākt, padarot produktu lieku, vienlaikus nodrošinot funkciju vai pakalpojumu ar citiem līdzekļiem, veicinot biežāku produkta izmantošanu, piemēram, ar koplietošanu, vai arī uzlabojot procesus, kas samazina resursu izmantošanu (Attēls 19).

Attēls 20. R-stratēģijas produkta “lietošanas laikā” posmā




*Avots: Circularise*

Pēc tam, kad resursi ir izmantoti infrastruktūras un produktu ražošanai, lietošanas laikā var piemērot darbības un stratēģijas (R3 – R7), lai pagarinātu esošo produktu kalpošanas laiku un pēc iespējas ilgāk saglabātu produktu funkcionalitāti (Attēls 20).

Attēls 20. R-stratēģijas produkta “pēc lietošanas” posmā

*Avots: Circularise*

Pēc tam, kad produkti sasniedz lietošanas beigu posmu, pēcizmantošanas darbības un stratēģijas (R8 – R9) nosaka kā materiālos resursus var pasargāt no zuduma vai iznīcināšanas, un kā tos pēc iespējas veiksmīgāk atgriezt atpakaļ ražošanas ciklā (Attēls 21).

## ES aprites ekonomikas stratēģiju piemēri uzņēmējdarbībā: "Pirms lietošanas" stratēģijas (R0 – R2)

**R0: Atteikties, jo patērētāji var bez tā iztikt (*R0: Refuse, because consumers can do without it*)**

Broadbit (tehnoloģiju uzņēmums, Somija) nodrošina baterijas nākamās paaudzes elektriskajiem transportlīdzekļiem, pārnēsājamai elektronikai, dzinēju starteriem un enerģijas uzglabāšanai tīklā, kurām ir zemākas izmaksas un kuras ir ātrāk uzlādējamas. Baterijas tiek veidotas no metāliskā nātrija un citiem plaši pieejamiem savienojumiem. Starp aktīvajiem materiāliem ir nātrija hlorīds (NaCl) jeb vārāmā sāls. Plaši pieejamu izejvielu izmantošana ir videi draudzīga, atšķirībā no tādu deficītu metālu kā litijs, kobalts, niķelis un varš ieguves parastajām baterijām.

**R1: Divreiz apdomā, ja iespējams koplietot (*R1: Rethink, because sharing is caring, and scalable*)**

Grover (IT piegādes uzņēmums, Vācija) ļauj cilvēkiem un uzņēmumiem ik mēnesi īrēt tehnoloģijas, nevis tās iegādāties, tādējādi nodrošinot lielāku elastību, ļaujot klientiem iegūt vēlamo tehniku tādā veidā, kas atbilst viņu dzīvesveidam un iespējām. Nomas ciklu laikā atgriežot produktus vairākkārtīgi atpakaļ apritē, Grover abonēšanas modelis piedāvā arī ilgtspējīgāku alternatīvu tradicionālajam lineārajam patēriņam.

**R2: Samazini: Jo mazāk ir vairāk (efektīvitāte) (*R2: Reduce: because less is more (efficient)*)**

Pure Waste (apģērbu ražotājs, Somija) apģērbi ir izgatavoti no 100% pārstrādātām šķiedrām, kas satur 60% pārstrādātas kokvilnas un 40% pārstrādāta poliestera no pudelēm. Izlietotā ūdens apjoms viena krekla izgatavošanā ir 1,2 l, bet tā $CO_2$ pēdas nospiedums ir 1,1 kg. Tas pats krekls, kas izgatavots no jauniem materiāliem, patērē 1 426 l ūdens un rada 2,1 kg $CO_2$. Piemēram, izslēdzot no piegādes ķēdes jaunus materiālus, 2022. gada decembrī tika ietaupīti 4,8 milj. l ūdens un 3,1 t SEG emisiju.

## ES aprites ekonomikas stratēģiju piemēri uzņēmējdarbībā: "Lietošanas laikā" stratēģijas (R3 – R7)

**R3: Atkārtoti izmantot, jo atkritums ir vērtība (*R3: Reuse, because waste is a treasure*)**

PlusPack (iepakojuma ražošanas uzņēmums, Dānija) koncentrējas uz unikālas sistēmas un digitālo risinājumu izstrādi, lai veiktu iepakojuma apstrādi slēgta cikla ietvaros. Uzņēmuma izstrādātais process koncentrējas uz četrām atkārtotas izmantošanas (iepakojuma kā pakalpojuma) jomām:

- Atkārtoti izmantojamā pārtikas iepakojuma dizains un ražošana;
- Tehnoloģija, kas ļauj izsekot iepakojumam visā tā izmantošanas laikā;
- Sistēma iepakojuma transportēšanai dažādu cikla dalībnieku starpā;
- Pārtikas nekaitīguma, kvalitātes un higiēnas nodrošināšana visos produkta posmos.

Atkārtoti lietojams iepakojums kā pakalpojums piedāvā jaunu aprites patēriņa modeli, kas samazina iepakojuma un atkritumu daudzumu, tādējādi ļaujot samazināt $CO_2$ emisijas līdz pat 60 %, salīdzinot ar vienreizlietojamo iepakojumu.

**R4: Salabot, jo tas vēl ir dzīvotspējīgs (*R4: Repair, because it has life yet*)**

Bosh (elektrisko iekārtu ražotājs, Vācija) remonta un servisa centrs Vācijā veic remontdarbus klientiem visā Eiropā. Kopumā šajā centrā strādā aptuveni 260 darbinieku, no kuriem 120 nodarbojas ar saražoto produktu remontu. Katru gadu tiek salabotas un klientiem atpakaļ nodotas aptuveni 160 000 ierīces. Ierīces, kuras dažādu iemeslu dēļ tiek atdotas atpakaļ, piemēram, no tirdzniecības partneriem, arī tiek nodotas tālākai izmantošanai iekšējā *Bosch Power Tools* veikalā. Pirms to pārdošanas tiek rūpīgi pārbaudīta to funkcionalitāte un drošība, pēc tam ierīces nododot Bosch sadarbības partneriem.

**R5: Atjaunot: jo to var atjaunināt (*R5: Refurbish: because it can be updated*)**

Amazon Renewed (tehnoloģiju uzņēmums) ir programma, kas ieviesta ES, lai palīdzētu klientiem pārdot lietotus produktus labā stāvoklī Amazon klientiem visā pasaulē. Tajā tiek ietverti produkti, kas ir salaboti un pārbaudīti. Labošanas process parasti ietver diagnostiku, bojāto detaļu nomaiņu, atbilstošu tīrīšanu un pārbaudi, kā arī, ja nepieciešams, atkārtotu iepakošanu.

**R6: Atjaunot, jo no detaļām var izveidot veselumu (*R6: Remanufacture, because parts can make a whole*)**

ZF (automobiļu iekārtu ražotājs, Vācija), kam ir vairāk nekā 20 remonta rūpnīcas visā pasaulē, pieņem atpakaļ lietotās detaļas, tās atjauno un laiž atpakaļ tirgū. Piemēram, vienā no remonta rūpnīcā katru dienu tiek piegādātas aptuveni 40 līdz 50 tonnas lietotu sajūga detaļu, no kurām 80 līdz 95 % tiek atjaunotas un atgrieztas tirgū. Lai panāktu šo darbību attīstību, uzņēmums aktīvi iesaistīja vides un tehniskos ekspertus, piegādes ķēdes ieinteresētās personas un ražošanas nodaļas.

**R7: Atjaunot mērķi, jo oriģināls var atdzimt no jauna (*R7: Repurpose, because the original can be reborn*)**

Tracegrow (atkritumu apsaimniekotājs, Somija) ražo bioloģiski sertificētus mēslošanas līdzekļus no izlietotām sārmainām baterijām. Somijas uzņēmuma patentētā procesa laikā no pārstrādātām sārmu baterijām un rūpnieciskām blakusplūsmām tiek atdalīti mikroelementi.

## ES aprites ekonomikas stratēģiju piemēri uzņēmējdarbībā: "Pēc lietošanas" stratēģijas (R8 – R9)

| R8: Pārstrādāt, jo atkritums ir vērtība (*R8: Recycle, because waste is treasure*) | |
|---|---|
| | Terracycle (atkritumu apsaimniekošana, ASV) ir uzņēmums, kas specializējas grūti pārstrādājamu materiālu, tostarp cigarešu izsmēķu, uzkodu iepakojumu un kafijas kapsulu, pārstrādē. Gadījumos, kad vietējie uzņēmumi nepieņem noteiktus atkritumus, TerraCycle sadarbojas ar zīmoliem, mazumtirgotājiem un citām ieinteresētajām pusēm, kas finansē pārstrādes procesu. |
| | Elemental Group (atkritumu apsaimniekošana, Eiropa) ir pārstrādes uzņēmums un videi draudzīgu metālu ražotājs. Izmantojot meitasuzņēmumus Eiropā, ASV, Āzijā un Tuvajos Austrumos, uzņēmums darbojas unikālā vidē – pilsētas raktuvē (*urban mine*), koncentrējoties uz:<br>▪ Bateriju metāliem, kas atgūti no nolietotām litija jonu (li-ion) baterijām;<br>▪ Platīna grupas metāliem, kas atgūti no izlietotiem automobiļu un rūpniecības katalizatoriem;<br>▪ Varu un dārgmetāliem, kas atgūti no iespiedshēmu platēm un citiem elektroniskajiem atkritumiem. |
| **R9: Atjaunošana (*R9: Recovery*)** | |
| | Veolia, Ziemeļvācijā esošais anaerobās fermentācijas uzņēmums (atkritumu apsaimniekošana, Vācija), piedāvā reģenerācijas risinājumu vietējām pašvaldībām, mazumtirgotājiem un pārtikas un dzērienu ražošanas uzņēmumiem. Ņemot vērā lielo organisko atkritumu apjomu, tika ieviests mitrās anaerobās fermentācijas process (40 000 t/gadā), kā arī ieviestas iepakojuma atdalīšanas iekārtas, lai pēc iespējas labāk pielāgotos ienākošajām atkritumu plūsmām. Vienas stundas laikā 600 – 800 $Nm^3$ biogāzes ar augstu metāna saturu tiek pārvērsta elektroenerģijā, kas tiek nodota valsts elektroenerģijas tīklā. Šī procesa galaprodukts tiek izmantots kā šķidrais mēslojums lauksaimniecībā. |
| | Remeo rūpnīca (atkritumu apsaimniekošana, Somija), kas atrodas Helsinku apkārtnē, izceļas ne tikai ar mūsdienīgu mākslīgā intelekta tehnoloģiju izmantošanu un augstu automatizācijas līmeni, bet arī ar komerciālo un rūpniecisko (C&I) un būvniecības un nojaukšanas (C&D) atkritumu līniju |

integrēšanu vienā rūpnīcā, kas ir pirmais šāda veida risinājums nozarē. Remeo materiālu reģenerācijas rūpnīcas projekts ir unikāls Eiropā, jo tajā tiek izmantotas jaunākās tehnoloģijas, un, pateicoties tā darbībai, materiālu reģenerācijai pirmo reizi būs daudz būtiskāka nozīme nekā enerģijas reģenerācijai. Iekārtas gada pārstrādes jauda ir 120 000 t būvniecības atkritumu un 60 000 t tirdzniecībā un rūpniecībā radušos enerģētikas atkritumu. Šie atkritumi tiek pārstrādāti augstas kvalitātes alternatīvās izejvielās, tādējādi piešķirot atkritumiem jaunu dzīvi un samazinot sadedzināšanas nepieciešamību.