



Pētījuma

**Tiešsaistes e-serviss siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju
noteikšanai saimniecību līmenī pākšaugu un liellopu gaļas
ražošanā**

projekta atskaite

Projekta Nr. 25-00-S0INZ03-000041

Projekta vadītāja: Anna Vītola-Helviga

2025. gada novembris

Satura rādītājs

Izmantotie saīsinājumi	3
Ievads	4
1. VAAD administratīvo datu iegūšanas un iegūto datu apstrādes algoritmi	6
1.1. API izmantošana	6
1.2. Autorizācijas talona saņemšana	6
1.3. API notikumu importēšana	7
1.3.1. Lauku notikumi	10
1.3.2. Noliktava	13
1.3.3. Augsnes ielabošanas veids	14
2. Metodoloģija un aprēķinu algoritmi SEG emisiju noteikšanai pākšaugu ražošanā Latvijā	15
2.1. Saimniecības lauku balļu noteikšana	15
2.2. Hidromorfo un kūdraugšņu noteikšana	16
2.2.1. Hidromorfās augsnes	17
2.2.2. Kūdraugšnes	17
2.2.3. Kūdraugšņu noteikšana pēc augsnes analīzēm	17
2.3. Minerālmēsli	18
2.4. Kūtsmēsli	19
2.5. Augsnes ielabošana	19
2.6. Kaļķošana	21
2.7. Produkcija	22
2.7.1. VAAD ražības noteikšana	22
2.7.2. Sistēmas prognozētās ražības noteikšana	23
2.8. SEG emisiju aprēķins	25
2.8.1. N ₂ O emisijas no minerālmēsliem	25
2.8.2. N ₂ O emisijas no kūtsmēsliem	26
2.8.3. N ₂ O emisijas no zaļmēslojuma	28
2.8.4. N ₂ O emisijas no citiem augsnes ielabošanas līdzekļiem	29
2.8.5. N ₂ O emisijas no kultūraugu ražas atliekām	30
2.8.6. N ₂ O emisijas no organiskajām augsnēm	32
2.8.7. CO ₂ emisijas no karbamīda	32
2.8.8. CO ₂ emisijas no kaļķošanas materiāla	33
2.8.9. SEG emisijas kopā	34
2.8.10. SEG emisiju (oglekļa) piesaistes	36
2.9. Aprēķinu algoritmi neto SEG emisiju noteikšanai	41
2.9.1. VAAD datu iegūšana	41
2.9.2. Aprēķinu veikšana	43
2.9.1. Datu vizualizācija	45
Galvenie secinājumi un rekomendācijas	48
Pielikumi	49

Izmantotie saīsinājumi

Saīsinājumi	Saīsinājumu atšifrējums
AAL	augu aizsardzības līdzekļi
AOO	augšnes organiskais ogleklis
API	lietojumprogrammas saskarne (angl. <i>application programming interface</i>)
bbox	ierobežojošais apgabals (angl. <i>bounding box</i>)
BIO	bioloģisks
C	ogleklis
CaCO ₃	kaļķakmens
CaMg(CO ₃) ₂	dolomīts
CaO	kalcija oksīds
CO(NH ₂) ₂	karbamīds
CO ₂	oglekļa dioksīds jeb ogļskābā gāze
ekv.	ekvivalents
Gt	gigatonna
ha	hektārs
HTTPS	hiperteksta pārsūtīšanas protokols
IAKS	Integrētā administrācijas un kontroles sistēma
IPCC	Klimata pārmaiņu starpvaldību padome (angl. <i>The Intergovernmental Panel on Climate Change</i>)
JSON	datu apmaiņas formāts (angl. <i>JavaScript Object Notation</i>)
kg	kilogrami
K ₂ O	kālija oksīds
LAD	Lauku atbalsta dienests
LIZ	lauksaimniecībā izmantojamā zeme
mg	miligrami
MgO	magnija oksīds
N	slāpekļis
NH ₄	amonija jons
NO ₃	nitrāti
Nr.	numurs
N ₂	slāpekļa divatomu gāze
N ₂ O	dislāpekļa oksīds
Obl.	obligāts
Pg	pikograms - viena triljonā grama daļa
pH	skaitlis, kas raksturo ūdeņraža jonu koncentrāciju šķīdumā
ppm	koncentrācijas mērvienība, kas norāda cik daļiņu no miljona atbilst konkrētajai specifiskajai
POST	pašpārbaude pēc datora ieslēgšanas (angl. <i>power on self test</i>)
POLCALC III GENERACJI, Nordkalk, AtriGran, DANKALK, BaltKalk	kaļķošanas līdzekļu nosaukumi
P ₂ O ₅	fosfora oksīds
SEG	siltumnīcefekta gāzes
skat.	skatīt
t	tonnas
Tz, Tzg, Tp, Tpg, Ta, Tag	hidromorfo augšņu apakštipi
URI	vienotais resursu identifikators (angl. <i>uniform resource identifier</i>)
VAAD	Valsts augu aizsardzības dienests
VAAD-DUM-OPEN-API	Lauksaimniecībā izmantojamās zemes pārvaldības sistēmas darbības uzskaites modulis
ZIZIMM	Zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības sektors

Ievads

Eiropas zaļais kurss un Latvijas klimata politika nosaka ambiciozus SEG emisiju samazināšanas mērķus lauksaimniecībā un citos ar pārtikas ražošanu saistītajos sektoros. Lai šos mērķus sasniegtu, ir būtiski spēt precīzi aprēķināt SEG emisijas katra individuālā ražotāja produkcijai, sākot ar lauksaimniecības sektoru.

Pieprasījums pēc precīziem SEG emisiju aprēķiniem lauksaimniecībā pieaug, un šāda informācija kļūst arvien nozīmīgāka dažādām iesaistītajām pusēm – bankām, pārtikas ražošanas ķēdes dalībniekiem, t.sk. kooperatīviem, pārstrādes uzņēmumiem un tirgotājiem, kā arī patērētājiem.

Lai palīdzētu lauksaimniekiem veikt SEG emisiju aprēķinus, šobrīd cita projekta ietvaros tiek izstrādāts tiešsaistes e-serviss, kas nodrošina iespēju noteikt SEG emisijas saimniecību līmenī. Tiešsaistes e-servisa ietvaros lietotājiem būs pieejama SEG emisiju noteikšanas aplikācija (turpmāk tekstā – aplikācija), kurā sākotnēji bija paredzēta iespēja noteikt saimniecības SEG emisijas divos galvenajos lauksaimniecības sektoros – piena lopkopībā un graudkopībā.

Šis projekts paplašina e-servisa funkcionalitāti arī uz citiem sektoriem – šajā gadījumā uz pākšaugu ražošanu. SEG emisiju noteikšana saražotajai produkcijai saimniecību līmenī ir komplicēts process, tāpēc jaunais risinājums ir izstrādāts tā, lai pēc iespējas vienkāršotu aprēķinus un neradītu būtiskas papildu izmaksas lauksaimniekiem. Tajā pašā laikā tiek nodrošināta aprēķinu ticamība un precizitāte, lai novērstu negodprātīgus mēģinājumus mākslīgi uzlabot konkurētspējas rādītājus uz godprātīgo lauksaimnieku rēķina, jo aprēķiniem nepieciešamie dati tiek iegūti no valsts rīcībā esošām informācijas sistēmām.

Projekta ietvaros ir izstrādāta zinātniski pamatota metodoloģija un aprēķinu algoritmi SEG emisijas noteikšanai pākšaugu ražošanā, pielāgojot tos Latvijas lauksaimniecības un administratīvajiem datiem.

Projekta ietvaros ir realizēti sekojoši galvenie pētījumu uzdevumi:

1. Izstrādāti VAAD administratīvo datu iegūšanas un iegūto datu apstrādes algoritmi.
2. Izstrādāta metodoloģija SEG emisijas aprēķinam pākšaugu ražošanā, to pielāgojot no administratīvajiem resursiem iegūstamajiem datiem Latvijā.
3. Izstrādāti aprēķinu algoritmi SEG emisijas noteikšanai pākšaugu ražošanā Latvijā.
4. Izstrādāti algoritmi katra lauksaimnieka ražošanas tehnoloģijas SEG emisijas piesaistes prognozēšanai pākšaugu ražošanā.

Pētījuma pirmajā nodaļā ir aprakstīta algoritmu izstrāde Valsts augu aizsardzības dienesta (VAAD) administratīvo datu iegūšanai un apstrādei. Izveidotā sistēma ļauj efektīvi apkopot un analizēt administratīvos datus, nodrošinot to pielietojamību SEG emisiju aprēķiniem un lauksaimnieku atbalsta mehānismu pilnveidošanai: 1) samazinot lietotāju (lauksaimnieku) darba apjomu, jo verificēti dati tiek iegūti no valsts iestāžu datubāzēm un 2) nodrošinot datu ticamību, jo tie jau ir verificēti, veicot datu ievadi valsts iestāžu datubāzēs (šajā gadījumā VAAD Lauksaimniecībā izmantojamās zemes pārvaldības sistēmā).

Pētījuma otrajā nodaļā apkopota informācija par metodoloģiju un algoritmiem SEG emisijas noteikšanai pākšaugu sektorā. Izstrādātā metodoloģija SEG emisiju aprēķinam pākšaugu ražošanā ir pielāgota Latvijas specifikai un balstīta uz administratīvajiem resursiem iegūstamajiem datiem. Līdz ar to šī metodoloģija nodrošina vienotu un zinātniski pamatotu pieeju SEG emisiju noteikšanai pākšaugu sektorā. Aprēķinu algoritmi SEG emisijas noteikšanai pākšaugu ražošanas procesā Latvijā ir veidoti, balstoties uz IPCC metodoloģiju un

jaunākajiem zinātniskajiem pētījumiem, kā arī ņemot vērā Latvijas lauksaimniecības datu pieejamību un struktūru.

Projekta ieviešanas rezultātā, integrējot izstrādāto metodoloģiju un algoritmus SEG emisiju noteikšanas tiešsaistes e-servisa aplikācijā, tiks nodrošināta efektīva SEG emisiju aprēķinu un prognozēšanas sistēma, kas veicinās pākšaugu ražošanas ilgtspēju Latvijā un nodrošinās datu precizitāti un pieejamību lauksaimniekiem, politikas veidotājiem un vides aizsardzības institūcijām.

1. VAAD administratīvo datu iegūšanas un iegūto datu apstrādes algoritmi

1.1. API izmantošana

Šajā nodaļā ir aprakstīta izejas datus iegūšana no Valsts augu aizsardzības dienesta, izmantojot datu apmaiņas servisu API, vadoties pēc LIZ informācijas sistēmas importa API projektējuma apraksta VAAD-DUM-OPEN-API (Lauksaimniecībā izmantojamās zemes pārvaldības sistēmas darbības uzskaites modulis), versija 1.17, 21.07.2025.

API satur 4 galvenās [POST] import metodes:

- /import/Activities – notikumu imports;
- /import/Resource – noliktavas un resursu imports;
- /import/SoilAnalysis – augsnes analīzes;
- /import/FertilizationPlan – kultūraugu mēslošanas plāni;
- /import/Farm – saimniecības datu imports/eksports.

Visas pārējās metodes, kas ir [GET] kalpo kā palīgmetodes, tie atgriež klasificētus objektus (tipus), tādus kā notikumu tipi, resursi tipi, augsnes analīžu saistošie tipi.

Lai importētu notikumus, ir jāzina gan saimniecība, gan konkrēti eksistējošie resursi, kuri jau pievienoti noliktavā. Tas nozīmē, ka sākotnēji pirms notikuma importa nepieciešams pievienot visus vajadzīgos resursus konkrētas saimniecības noliktavā.

Kad resurss jau pievienots noliktavā, tad ir iespējams veikt notikuma importu, ievietojot pieprasījumā resursa eksistējošu identifikatoru.

Atšķirībā no resursu pievienošanas augsnes analīžu rezultātu un kultūraugu mēslošanas plānu pievienošanai nav iesaistīta noliktavas funkcionalitāte, attiecīgi imports ir vienkāršāks.

Imports nepārbauda datu loģiskos dublikātus. Veicot vienu un to pašu resursu/notikumu importēšanu vairākas reizes, tiks izveidoti vairāki identiski ieraksti. Lai izvairītos no dublikātu veidošanas, Trešā puse pieprasījumos var pielikt savu parametru RequestId ar GUID (tas netiks saglabāts LIZ), bet atbilde atgriež arī visu pieprasījumu, pēc tā Trešā puse var savienot rezultātu ar pieprasījumu savā pusē, un par dublikātu neveidošanos pārliecināties savā pusē.

API lauks *date* (datums) ir jāimportē bez konkrēta laika (stundām un minūtēm) formātā *gggg-MM-dd*.

1.2. Autorizācijas talona saņemšana

Autorizācijas talons (angl. *token*) tiek izmantots, lai piekļūtu pie galapunkta (angl. *endpoint*).

Lai trešās puses varētu saņemt autorizācijas talonu, VAAD sūta trešajai pusei:

- lietotājvārds;
- parole;
- client_secret;
- client_id;

Lai iegūtu talonu, trešā puse sūta pieprasījumu ar parametriem uz URL:

- test: <https://id-liztest.vaad.gov.lv/connect/token>;
- prod: <https://id-liz.vaad.gov.lv/connect/token>;
- params (atslēga (key)/vērtība (value)).

1.1. tabula. Trešās puses pieprasījuma parametru atslēga un vērtība

Atslēga (key)	Vērtība (value)
client_id	VAAD piešķirtais klienta identifikators pieprasījumu veikšanai
client_secret	VAAD piešķirtas klienta noslēpums pieprasījumu veikšana
grant_type	Fiksēta vērtība: <i>client_credentials</i>
scope	Fiksēta vērtības: <i>openid ImportAgroDataApi profile</i>
username	VAAD piešķirtais lietotājvārds
password	VAAD piešķirtais parole

Pēc pieprasījuma nosūtīšanas un autorizācijas sistēmā lietotājs saņem talonu.

1.3. API notikumu importēšana

Sadaļā ir aprakstīta API notikumu importēšana.

HTTPS pieprasījums

URI: <https://api-liz.vaad.gov.lv/vaad/import/Activities>

Metode: POST

Importējamie notikumi veidi:

- AAL lietošana;
- augsnes apstrāde;
- augsnes ielabošana;
- cits;
- kalķošana;
- mēslošana;
- ražas novākšana;
- sējumu/stādījumu kopšana;
- sēšana;
- stādīšana.

Lauka identificēšana notiek pēc šāda algoritma:

1. LAD deklarētiem laukiem (isImportedFromLad = 1) : aizpildīts IAKS lauka unikālais identifikators VAI aizpildīts Pieteikuma LAD gads un Lauka numurs.
2. LAD nedeklarētiem laukiem (isImportedFromLad = 0): aizpildīts Lauka numurs.

Notikumu pievienošanas JSON pamatstruktūra:

- 1) LAD deklarēts lauks, kuram ir IAKS unikālais lauka identifikators:

```
{
  "farms": [
    {
      "registrationNumber": "xxxxxxxxxx",
      "fields": [
        {
          "ladPk": "17075681",
          "isImportedFromLad": true,
          "activities": []
        }
      ]
    }
  ]
}
```

2) LAD deklarēts lauks, kuram nav IAKS unikālais identifikators, bet ir lauka numurs:

```
{
  "farms": [
    {
      "registrationNumber": "xxxxxxxxxx",
      "fields": [
        {
          "fieldNr": "28",
          "applicationYear": 2024,
          "isImportedFromLad": true,
          "activities": []
        }
      ]
    }
  ]
}
```

3) LAD nedeklarēts lauks:

```
{
  "farms": [
    {
      "registrationNumber": "xxxxxxxxxx",
      "fields": [
        {
          "fieldNr": "50",
          "isImportedFromLad": false,
          "activities": []
        }
      ]
    }
  ]
}
```

Atbildes piemērs ar augu aizsardzības līdzekļu lietošanas notikuma importu:

```
{
  "successful": true,
  "errorMessage": "",
  "successResult": "",
  "farmResponses": [
    {
      "responCode": null,
      "registrationNumber": "xxxxxxxxxx",
      "successful": true,
      "errorMessage": null,
      "resourceResponses": [],
      "fieldResponses": [
        {
          "fieldNr": "28",
          "applicationYear": 2024,

```

```
"ladPk": "17075681",
"isImportedFromLad": true,
"successful": true,
"errorMessage": null,
"activityResponses": [
  {
    "activityId": "f547a1db-4a0b-43a9-8077-820fae545acb",
    "details": {
      "activityCode": "PLPR",
      "plantProtection": {
        "operatorName": null,
        "certificateId": null,
        "culturalPlantStadiumId": null
      },
      "soilTreatment": null,
      "seedProcessing": null,
      "another": null,
      "liming": null,
      "fertilization": null,
      "harvesting": null,
      "plantCaring": null,
      "sowing": null,
      "planting": null,
      "isCompleted": false,
      "date": "2024-10-25T10:17:26.775Z",
      "notes": "newPLPRimport",
      "area": 2,
      "title": null,
      "registrationNr": null,
      "transactions": [
        {
          "transactionCode": "AALR",
          "amount": 0,
          "dose": 1,
          "warehouseId": "d4befc49-806e-4eb0-899c-7c9b775afd65",
          "blockNumber": null,
          "order": null
        }
      ]
    },
    "activityCode": "PLPR",
    "successful": true,
    "errorMessage": ""
  }
],
"fertilizationPlanResponses": []
}
```

Nākamajā tabulā ir apkopoti pieprasījumu parametri.

1.2. tabula. Notikumu importēšanas pieprasījuma parametri

Nosaukums	Datu tips	Obligātums	Lauka garums	Apraksts	Noklusētā vērtība
farms	object array	Y		Saimniecības objektu <i>farm</i> saraksts	-

farm.registrationNumber	string	Y	max	Saimniecības reģistrācijas numurs	-
farm.fields	object array	N		Pievienojamo lauku <i>field</i> saraksts	-
field.fieldNr	string	N	50	Lauka numurs	-
field.applicationYear	integer	N		Pieteikuma LAD gads	-
field.ladPk	string	N		LAD IAKS lauka unikālais identifikators (tikai LAD deklarētam laukam)	
field.isImportedFromLad	boolean	Y		Pazīme, vai ir LAD deklarēts lauks	
field.activities	object array	N		Pievienojamo notikums saraksts	-
field.soilAnalyses	object array	N		Augšņu analīžu saraksts	
field.fertilizationPlans	object array	N		Mēslošanas plānu saraksts	
farm.resources	object array	N		Resursu saraksts	

1.3.1. Lauku notikumi

Sadaļā ir aprakstīta datu iegūšana par visiem saimniecības laukiem un notikumiem uz tiem. Metode paredzēta saimniecības notikumu izgūšanai.

URI: <https://api-liz.vaad.gov.lv/vaad/import/Activities/GetActivities>

Metode: POST

Pieprasījumu JSON struktūra:

```
{
  "registrationNumber": "xxxxxxxxxx",
  "year": 2024
}
```

Pieprasījumu parametri ir norādīti 1.3. tabulā.

1.3. tabula. Pieprasījuma parametri notikumu izgūšanai

Nosaukums	Datu tips	Obligātums	Lauka garums	Apraksts	Noklusētā vērtība
registrationNumber	string	Y	max	Saimniecības reģistrācijas numurs	-
year	integer	Y		Pieteikuma LAD gads	-

Saņemto pieprasījuma datu struktūras paraugu var redzēt 1.4. tabulā.

1.4. tabula. Saņemto pieprasījuma datu atbildes struktūra

Nosaukums	Apraksts
name	Lauka nosaukums, ja to ir norādījis pats lietotājs
fieldNr	Lauka Nr.
fieldBlockNr	Lauka bloka Nr.
year	Gads / Periods
ladPk	LAD personas kods
area	Lauka platība
prdCode	LAD kultūrauga kods (tikai LAD deklarētam laukam)
prdName	LAD kultūrauga nosaukums (tikai LAD deklarētam laukam)
isImportedFromLad	Pazīme, ka lauks ir ticis importēts no LAD vai pievienots manuāli
ecoSchemes	Eco Schemes
shape	Forma
isSensitiveArea	Īpaši jutīga teritorija
isBioField	BIO lauks
averageWeightedSoilAnalysisDto	Vidējā svērtā augsnes analīžu objekts
averageWeightedSoilAnalysisDto.granulometry	Granulometrija
averageWeightedSoilAnalysisDto.sampleArea	Platība, ha
averageWeightedSoilAnalysisDto.organicMatter	Organika, %
averageWeightedSoilAnalysisDto.pH	pH
averageWeightedSoilAnalysisDto.cacO3	CACO ₃ , mg/kg
averageWeightedSoilAnalysisDto.p2O5	P ₂ O ₅ , mg/kg, (nodrošinājums)
averageWeightedSoilAnalysisDto.k2O	K ₂ O, mg/kg, (nodrošinājums)
activityResponses	Notikumu atbilžu masīvs
activityResponses.activityId	Izveidotā notikuma identifikators
activityResponses.details	
activityResponses.details.activityCode	Notikuma veida kods
activityResponses.details.plantProtection	AAL lietošanas notikuma objekts
activityResponses.details.plantProtection.operatorName	AAL lietošanas operators
activityResponses.details.plantProtection.certificateId	AAL lietošanas operatora apliecības Nr.
activityResponses.details.plantProtection.culturalPlantStadiumId	Kultūrauga attīstības stadijas identifikators
activityResponses.details.soilTreatment	Augsnes apstrādes notikuma objekts
activityResponses.details.soilTreatment.name	Augsnes apstrādes veida nosaukums
activityResponses.details.soilTreatment.soilTreatmentType	Augsnes apstrādes veida identifikators
activityResponses.details.seedProcessing	Sēklu apstrādes notikuma objekts
activityResponses.details.seedProcessing.amount	Daudzums
activityResponses.details.seedProcessing.processedSeed	Apstrādātās sēklas objekts

activityResponses.details.seedProcessing.processedSeed.aalRemedyId	AAL identifikators
activityResponses.details.seedProcessing.processedSeed.culturalplantId	Kultūrauga identifikators
activityResponses.details.seedProcessing.processedSeed.processedSeedName	Apstrādātās sēklas nosaukums
activityResponses.details.liming	Kaļķošanas notikuma objekts
activityResponses.details.liming.caCO3DoseCalculated	Aprēķinātā CaCO ₃ deva (kg/ha)
activityResponses.details.fertilization	Mēslošanas notikuma objekts
activityResponses.details.harvesting	Ražas notikuma objekts
activityResponses.details.harvesting.culturalplantId	Iesētā vai iestādītā kultūrauga identifikators
activityResponses.details.harvesting.harvestTypeId	Ražas veida identifikators
activityResponses.details.harvesting.measurementUnitId	Mērvienības identifikators
activityResponses.details.harvesting.reasonComments	Iemesls
activityResponses.details.harvesting.amount	Apjoms
activityResponses.details.harvesting.isPartlyHarvested	Raža novākta daļēji
activityResponses.details.harvesting.harvestUnripeCropArea	Nenovāktās ražas platība (ha)
activityResponses.details.harvesting.order	
activityResponses.details.harvesting.isFieldCleared	Raža netiek novākta
activityResponses.details.harvesting.isHarvestedMultipleTimes	Raža tiks novākta vairākas reizes
activityResponses.details.harvesting.isHarvestCompleted	Raža pilnībā novākta
activityResponses.details.plantCaring	Sējumu/stādījumu kopšanas notikuma objekts
activityResponses.details.plantCaring.otherPlantCaringName	Kopšanas veida nosaukums
activityResponses.details.plantCaring.plantingTypeId	Kopšanas veida identifikators
activityResponses.details.sowing	Sēšanas notikuma objekts
activityResponses.details.sowing.seedSerialNr	Sēklu sērijas numurs
activityResponses.details.sowing.isHarvested	Raža ir pilnīgi novākta
activityResponses.details.sowing.isProducedForYears	Ilggadīgs stādījums
activityResponses.details.sowing.isHarvestedMultipleTimesPerYear	Viengadīgs sējums/stādījums (ražu vāc vairākas reizes)
activityResponses.details.planting	Stādīšanas notikuma objekts
activityResponses.details.planting.isProducedForYears	Ilggadīgs stādījums
activityResponses.details.planting.isHarvestedMultipleTimesPerYear	Viengadīgs sējums/stādījums (ražu vāc vairākas reizes)
activityResponses.details.planting.plantPassport	Auga pase
activityResponses.details.planting.isHarvested	Raža ir pilnīgi novākta
activityResponses.details.isCompleted	Notikums izpildīts
activityResponses.details.date	Datums
activityResponses.details.notes	Piezīmes
activityResponses.details.area	Platība (ha)
activityResponses.details.title	Ārpakalpojuma sniedzēja nosaukums
activityResponses.details.registrationNr	Ārpakalpojuma sniedzēja reģistrācijas Nr.

activityResponses.details.transactions	Transakciju objektu masīvs
activityResponses.details.transactions.transactionCode	Transakcijas kods
activityResponses.details.transactions.amount	Daudzums
activityResponses.details.transactions.dose	Deva
activityResponses.details.transactions.warehouseId	Noliktavas identifikators
activityResponses.details.transactions.blockNumber	Bloka Nr.
activityResponses.details.transactions.order	Kārtas Nr.
activityResponses.details.attachmentIds	Pielikumu identifikatoru masīvs
activityResponses.activityCode	Aktivitātes kods

1.3.2. Noliktava

Sadaļā ir aprakstīta datu iegūšana par saimniecības noliktavas resursiem - minerālmēsliem, augsnes ielabošanas, kā arī kaļķošanas līdzekļiem.

Metode paredzēta saimniecības resursu, kuru izmantojumu nepieciešams iesūtīt notikumu importā, izgūšanai.

URI: <https://api-liz.vaad.gov.lv/vaad/import/ActivityType/Warehouses>

Metode: POST

Pieprasījumu JSON struktūra:

```
{
  "registratationNumberFarm": "xxxxxxxxxxx",
  "transactionTypeCodes": []
}
```

Atbildes piemērs kaļķošanas resursam:

```
{
  "code": "LIME",
  "details": [
    {
      "warehouseId": "b8d7c265-b1f8-4c44-b3c6-62bbfaec5db0",
      "nameLv": "Kaļķakmens multi/CaCO3-98.0%",
      "nameEn": null,
      "isActive": true,
      "neutralisationCapacity": "98.0",
      "humidity": "",
      "particleContent": "",
      "unit": "kg",
      "measurementUnitId": "f4e81cb9-9cd9-498a-e333-08db4df9eebf",
      "kuvisId": null,
      "amount": [
        -19.65,
        5.0
      ],
      "externalId": "dbabbbed-c5bb-4fef-8476-6da3ee730c39"
    },
    {
      "warehouseId": "b71d5675-fc97-4831-88b8-8b978e9f8a99",
      "nameLv": "Sijātais kaļķakmens/CaCO3-97.0%",
      "nameEn": null,
      "isActive": true,
      "neutralisationCapacity": "97.0",
      "humidity": null,
      "particleContent": null,
    }
  ]
}
```

```

        "unit": "kg",
        "measurementUnitId": "f4e81cb9-9cd9-498a-e333-08db4df9eebf",
        "kuvisId": 4796,
        "amount": [
            24590.0
        ],
        "externalId": null
    }
}

```

Pieprasījumu parametri ir norādīti 1.5. tabulā.

1.5. tabula. Pieprasījuma parametri noliktavai

Nosaukums	Datu tips	Obli-gātums	Lauka garums	Apraksts	Noklusētā vērtība
registrationNumber	string	Y	max	Saimniecības reģistrācijas numurs	
transactionTypeCodes	string array	Y		Darījumu kodi	

1.6. tabulā dots noliktavas resursu darījumu kodu pārskaitījums.

1.6. tabula. Noliktavas resursu darījumu kodi

Transakcijas kods	Resursa nosaukums	
AALR	Augu aizsardzības līdzeklis	
AGGT	Agregāts	
MCNR	Traktortehnika	
CLTP	Sēklas	
PLNT	Stādi	
LIME	Kaļķošanas līdzeklis	
OTHR	Cits	
FRTL	Mēslošanas līdzeklis	
PLCR	Sējumu/stādījumu kopšanas līdzeklis	
SLIP	Augsnes ielabošanas līdzeklis	

1.3.3. Augsnes ielabošanas veids

Sadaļā ir aprakstīta datu iegūšana par augsnes ielabošanas veidiem.

URI: <https://api-liz.vaad.gov.lv/vaad/import/ResourceType/SoilImprovementType>

Metode: GET

Pieprasījumu JSON struktūra:

NAV

Atbildes:

```
[
  {
    "id": "6A864DC8-7913-4582-854F-21B32FD90096",
    "nameLv": "Zaļmēslojums",
    "nameEn": "GreenManure",
    "code": "GRMN"
  }
]
```

2. Metodoloģija un aprēķinu algoritmi SEG emisiju noteikšanai pākšaugu ražošanā Latvijā

2.1. Saimniecības lauku baļļu noteikšana

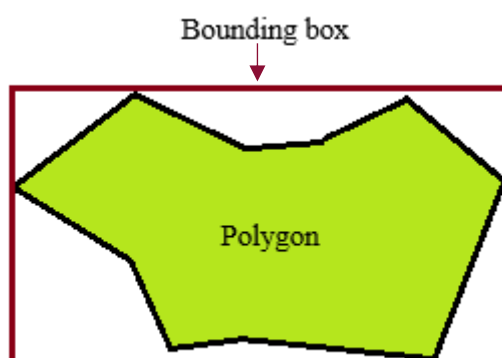
Aprēķina būtība ir noteikt katram saimniecības laukam tā novērtējumu ballēs.

Šim nolūkam izmantojam iepriekš izgūtos datus par saimniecības laukiem, skat. 1.3.1. sadaļu.

Lai katram saimniecības laukam noteiktu tā novērtējumu ballēs, izmantojam Lauku atbalsta dienesta digitālo lauksaimniecības zemes baļļu karti, kurā pieejams visu augšņu novērtējums ballēs. Kartē pieejamas arī visu augšņu ģeometrijas.

Nosakot balles saimniecības laukiem, nepieciešams noskaidrot, ar kādām lauksaimniecības zemes baļļu kartes augsnēm tie krustojas. Lai to panāktu, ātrdarbības nodrošināšanai katrai lauksaimniecības zemes kartes augsnes un saimniecības lauku ģeometrijai tiek noteikts tās ierobežojošais apgabals jeb *bounding box* (bbox), kas ir konkrētā lauka ģeometrijas garuma un platuma maksimālā un minimālā robeža koordināšu sistēmā. *Bounding box* būtībā ir taisnstūrveida kontūra, kas aptver interesējošo objektu, šajā gadījumā saimniecības lauka vai augsnes teritorijas ģeometriju. Šāda metode ļauj ātrāk atrast ģeometriju krustojumus.

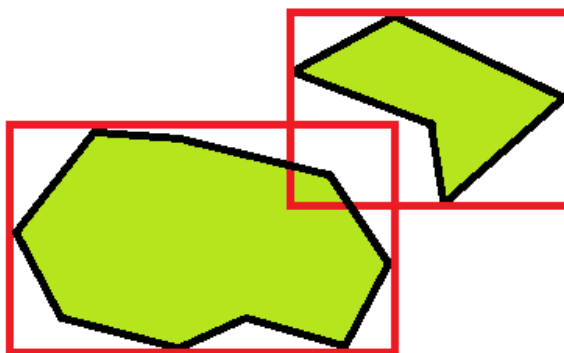
Zemāk 2.2.1. attēls. **Bounding box princips.** attēlā atspoguļots *bounding box* princips.



2.1. attēls. Bounding box princips

Baļļu aprēķina secība katram saimniecības laukam ir sekojoša:

- 1) atlasa tās lauksaimniecības zemes baļļu kartes augšņu ģeometrijas, kuru bbox krustojas ar konkrētā saimniecības lauka bbox. To panāk, salīdzinot augšņu kartes bbox koordinātas jeb robežas ar aplūkotā saimniecības lauka bbox koordinātām;
- 2) tālāk atlasa tikai tos bbox krustojumus, kuru lauki savā starpā krustojas, piemēram, ir gadījumi, kad zemes baļļu kartes augsnes bbox krusto saimniecības lauka bbox, bet to lauku robežas savā starpā nepārklājas un neveido krustojumu, tāpēc šāds gadījums netiek atlasīts, skat. 2.2. attēlu;

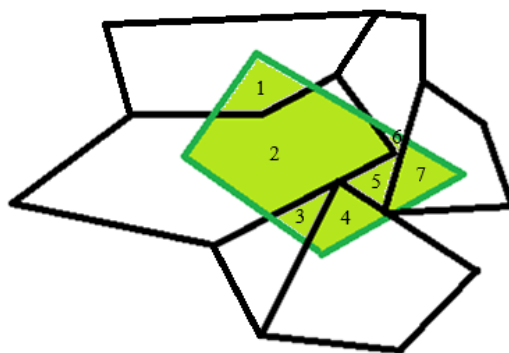


2.2. attēls. Bbox pārklājums

- 3) izmantojot speciālas R programmēšanas valodas bibliotēkas ģeometriskās funkcijas, aprēķina lauku krustojumu ģeometrijas un to laukumus;
- 4) aprēķina saimniecības lauka balles, ko nosaka kā vidējo svērtu no zemes baļļu kartes augšņu ballēm, kur svari ir iepriekšējā solī atrastās krustoto augšņu platības.

Piemēram, saimniecības lauks krustojas ar vairākām lauksaimniecības zemes baļļu kartes augsnēm, skat. 2.3. attēlu.

Attēlā redzams, ka katrs krustojums veido savu ģeometriju, kas apzīmēts ar kārtas ciparu. Šajā gadījumā veidojas 7 krustojumi. Tā kā katrai lauksaimniecības zemes baļļu augsnei var būt savs novērtējums ballēs, piemēram, 20, 25, 28, 34, 35, 40 un 42, tad attiecīgā saimniecības lauka (zaļais poligons) balles šajā gadījumā nosaka kā vidējo svērtu no šīm baļļu vērtībām, kur svari ir šo krustoto lauku platības.



2.3. attēls. Saimniecības lauka pārklājums ar lauksaimniecības zemes baļļu kartes augsnēm

2.2. Hidromorfo un kūdraugšņu noteikšana

Aprēķina būtība ir noteikt, cik lielu platību no saimniecības lauka aizņem hidromorfās augsnes, kūdraugšnes vai kūdraugšnes pēc VAAD analīzēm.

2.2.1. Hidromorfās augsnes

Šajā sadaļā nosaka saimniecības un hidromorfo lauku pārklājumus. Tāpēc izmanto iepriekš izgūtos datus par saimniecības laukiem (skat. 1.3.1. sadaļu), kā arī digitalizēto vēsturisko augšņu karti, no kuras atlasa augšņu tipus, kas atbilst hidromorfām augsnēm, t.i., Tz, Tzg, Tp, Tpg, Ta, Tag.

Tālāka aprēķina gaita ir līdzīga lauku baļļu noteikšanai, tikai šajā gadījumā nosaka saimniecības katra lauka pārklājumus ar vēsturiskās augšņu kartes laukiem. Tālāk aprēķina pārklājumu ģeometrijas un to laukumus (skat. 2.1.1. sadaļu).

2.2.2. Kūdraugsnes

Šajā sadaļā nosaka saimniecības un kūdraugšņu lauku pārklājumus. Šim nolūkam izmanto iepriekš izgūtos datus par saimniecības laukiem (skat. 1.3.1. sadaļu), kā arī kūdraugšņu karti, kas Latvijā tika izveidota Zemkopības ministrijas koordinētajā projektā “Ilgtspējīgas augsnes resursu pārvaldības uzlabošana lauksaimniecībā”. Aprēķinos ir izmantota šīs kartes slāņa ZM versija, kur ir atlasītas teritorijas ar lielāku kūdraugšņu esamības varbūtību.

Tālākā aprēķina gaita ir līdzīga kā iepriekšējos soļos (skat. 2.1.1. vai 2.2.1. sadaļu).

2.2.3. Kūdraugšņu noteikšana pēc augsnes analīzēm

Aprēķiniem izmanto iepriekš izgūtos datus par saimniecības laukiem (skat. 1.3.1. sadaļu), no kuriem atlasa tās augsnes, kurām veiktas analīzes un noteiktais organisko vielu rādītājs ir virs 30%. Visas šīs augsnes tiek pieskaitītas pie kūdraugsnēm.

Iegūtos rezultātus par saimniecības hidromorfām un kūdraugsnēm tālāk izmanto SEG aprēķiniem (skat. 2.8.6 zem)

SEG aprēķiniem izmanto tikai pākšaugu kultūras (skat. 3. pielikumu), kā arī atlasa ražas periodu no iepriekšējā gada 15. augusta līdz tekošā gada 14. augustam.

Piemēram, ja SEG aprēķinus veic par 2023. gadu, tad ražas gads ir no 15.08.2022. līdz 14.08.2023.

Attēlojot rezultātu SEG aprēķinu aplikācijā, datus sagrupē pēc kultūraugu veidiem, agregējot skaitlisko informāciju, ko nepieciešams attēlot, t.i., sasummē konkrētā kultūrauga lauku aprēķinātās hidromorfās un kūdraugsnes (skat. 2.1. tabulu).

2.1. tabula. Hidromorfo un kūdraugšņu platību attēlošana aplikācijā

Bioloģiskā platība	Kods	Kultūraugs	Platība (ha)	t.sk. hidromorfā augsne (ha)	t.sk. kūdraugsne (ha)	t.sk. pēc VAAD analīzēm (ha)
Nav	410	Lauka pupas	203.26	0.00	11.31	NA
Nav	443	Soja	199.90	0.00	1.82	NA

2.3. Minerālmēsli

Lai sarēķinātu uz lauka uzliktā N daudzumu no minerālmēsliem, izmanto saimniecības laukus no pieprasījuma (skat. 1.3.1 virs)

Izmanto arī datus par saimniecības noliktavas resursiem - mēslošanas līdzekļiem, kur redzami visi saimniecībā izmantotie mēslošanas līdzekļi un to sastāvā esošais N procentos (skat. 1.3.2 virssadaļu).

Tā kā no datiem par saimniecības laukiem ir pieejama informācija par notikumiem uz katra lauka, atlasa konkrētu mēslošanas notikumu, kur mēslošanas veids ir minerālmēsli.

Pēc minerālmēsli identifikācijas numura, kas pieejams datus par saimniecības laukiem, sameklē konkrēto minerālmēsli saimniecības resursu noliktavā un aprēķina kopējo uzlikto N uz konkrēta lauka platības no šī minerālmēsli veida:

$$total_N_DetergentInMineralFertilizationKg = dose * \left(\frac{n}{100}\right) * area$$

kur:

total N_DetergentInMineralFertilizationKg – kopējais uzliktais N daudzums uz konkrētās platības konkrētajam kultūraugam no attiecīgā minerālmēslojuma, kg gadā;

dose – izmantotā mēslošanas līdzekļa deva pēc VAAD, kg/ha;

n – minerālmēsli sastāvā esošais N, %;

100 – izsakām *n* kā daļu;

area – saimniecības lauka platība, ha.

Atsevišķi katram laukam izdala mēslošanas līdzekli “Karbamīds” jeb “Urīnviela” – *totalUrea_N_DetergentInMineralFertilizationKg*.

SEG aprēķiniem izmanto tikai pākšaugu kultūras (skat. 3. pielikumu), kā arī atlasa ražas periodu no iepriekšējā gada 15. augusta līdz tekošā gada 14. augustam.

Attēlojot rezultātus aplikācijā, sagrupē datus pēc kultūraugiem un saskaita katram laukam iepriekš aprēķināto N no minerālmēsliem un no karbamīda (skat. **Error! Reference source not found.**

2.2. tabula. Hidromorfo un kūdraugsņu platību attēlošana aplikācijā

Bioloģiskā platība	Kods	Kultūraugs	Platība (ha)	Minerālmēsli (N tīrvielā, kg)	t.sk. karbamīds (N tīrvielā, kg)
Nav	410	Lauka pupas	203.26	813.04	0.00
Nav	443	Soja	199.90	799.60	0.00

2.4. Kūtsmēsli

Arī šīs sadaļas aprēķiniem, līdzīgi kā iepriekš, izmanto datus ar saimniecības laukiem un to notikumiem, kā arī saimniecības noliktavas datus ar mēslošanas resursiem.

Pie kūtsmēsliem tiek pieskaitīti kūtsmēsli, digestāts un apstrādātie organiskie mēslošanas līdzekļi.

Lai aprēķinātu kopējo uzlikto N no kūtsmēsliem un digestāta, vispirms no saimniecības lauku datiem atlasa mēslošanas notikumus, kur mēslošanas veids ir kūtsmēsli vai digestāts. Tad aprēķina kopējo uzlikto N uz konkrēta lauka platības no kūtsmēsliem vai digestāta:

$$manure_N_DetergentKg = dose * \left(\frac{n}{1000}\right) * area$$

kur:

manure_N_DetergentKg – kopējais uzliktais N daudzums uz konkrētās platības konkrētajam kultūraugam no attiecīgā kūtsmēsli (kūtsmēsli vai digestāts), kg gadā;

dose – izmantotā kūtsmēsli deva pēc VAAD, kg/ha;

n – kūtsmēsli sastāvā esošais N kūtsmēsliem un digestātam, kg/t;

1000 – izsakām n uz tonnu;

area – saimniecības lauka platība, ha.

Uz konkrētā lauka platības izmantotā N no apstrādātiem organiskiem mēslošanas līdzekļiem aprēķina formula ir līdzīgi kā no minerālmēslojuma (skat. 2.3. sadaļu), jo resursu noliktavā N saturs tajos ir norādīts procentos, nevis kg tonnā kā kūtsmēsliem vai digestātam.

SEG aprēķiniem izmanto tikai pākšaugu kultūras (skat. 3. pielikumu), kā arī atlasa ražas periodu no iepriekšējā gada 15. augusta līdz tekošā gada 14. augustam.

Attēlojot rezultātus aplikācijā, sagrupē datus pēc kultūraugiem un saskaita katram laukam aprēķināto N no kūtsmēsliem.

Rezultātu tabulas paraugu skatīt **Error! Reference source not found.**

2.3. tabula. Kūtsmēsli N daudzuma attēlošana aplikācijā

Bioloģiskā platība	Kods	Kultūraugs	Platība (ha)	Kūtsmēsli (N tīrvielā, kg)
Nav	410	Lauka pupas	203.26	0.00
Nav	443	Soja	199.90	0.00

2.5. Augsnes ielabošana

Aprēķiniem izmanto saimniecības lauku notikumu datus, ko ieguva Lauku notikumi1.3.1. sadaļā.

Resursu noliktavā katram laukam ir redzams izmantotā augsnes ielabošanas līdzekļa identifikācijas numurs. Pēc šī identifikatora sameklē, kāds tieši augsnes ielabošanas līdzeklis tiek izmantots uz katra lauka. Šim mērķim izmanto ielabošanas līdzekļu noliktavas datus, ko ieguva 1.3.2. sadaļā. Pēc šiem datiem redzams konkrētais augsnes ielabošanas līdzekļa nosaukums, piemēram, baltais amoliņš, komposts vai kāds cits.

Papildus izmanto noliktavas resursu datus par augsnes ielabošanas līdzekļu tipiem jeb grupām, ko ieguva 1.3.3.3. sadaļā, tādējādi noskaidrojot, kādam augsnes ielabošanas līdzekļu tipam pieder iepriekš noteiktais augsnes ielabošanas līdzeklis, piemēram, baltais amoliņš pieder zaļmēslojuma grupai.

Kad ir noskaidroti uz lauka izmantotie augšņu ielabošanas līdzekļi, var aprēķināt kopējo izmantoto N no šiem līdzekļiem, atbilstoši to N saturam.

Ja uz lauka izmantotais augsnes ielabošanas līdzeklis ir zaļmēslojums, tad katrai sugai ir atbilstošs N saturs (skat. 1. pielikumu).

Sekojoši, katram laukam kopējo izmantoto N no zaļmēslojuma aprēķina kā:

$$soil_treatment_green_manure_N_kg = dose * \frac{N_kg_uz_t}{1000} * area$$

kur:

soil_treatment_green_manure_N_kg – kopējais izmantotais zaļmēslojuma N daudzums konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, kg gadā;

dose – izmantotā augsnes ielabošanas līdzekļa deva pēc VAAD, kg/ha;

1000 – tā kā N rādītājs ir kg uz tonnu, pārvēršam uz kg;

N_kg_uz_t – N saturs zaļmēslojuma augos, kg uz tonnu zaļmasas, skat. 1. pielikumu (N saturs zaļmasā izmantots no Kārkliņš & Līpenīte, 2019; N saturs no saknēm pierēķināts);

area – konkrētās kultūras konkrētā lauka platība, ha.

Ja uz lauka izmantotais augsnes ielabošanas līdzeklis ir cits ielabošanas līdzeklis vai komposts, tad katram laukam N aprēķina kā:

$$soil_treatment_other_N_kg = dose * \frac{N_kg_uz_t}{1000} * area$$

kur:

soil_treatment_other_N_kg – kopējais izmantotais citu augsnes ielabošanas līdzekļu vai komposta N daudzums konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, kg gadā;

dose – izmantotā augsnes ielabošanas līdzekļa deva pēc VAAD, kg/ha;

1000 – tā kā N rādītājs ir kg uz tonnu, pārvēršam uz kg;

$N_{kg_uz_t}$ – N saturs citos augsnes ielabošanas līdzekļos vai kompostā, kg uz tonnu zaļmasas (piemēram, kompostam N saturs pieņemts 5.7 kg uz tonnu¹, citam – 10 kg uz tonnu);

$area$ – konkrētās kultūras konkrētā lauka platība, ha.

SEG aprēķiniem izmanto tikai pākšaugu kultūras, kā arī atlasa ražas periodu no iepriekšējā gada 15. augusta līdz tekošā gada 14. augustam.

Attēlojot rezultātus aplikācijā, sagrupē datus pēc kultūraugiem un saskaita katram laukam aprēķināto N no augsnes ielabošanas līdzekļa pa kultūraugu veidiem (skat. **Error! Reference source not found.**

2.4. tabula. Augsnes ielabošanas līdzekļu N daudzuma attēlošana aplikācijā

Bioloģiskā platība	Kods	Kultūraugs	Platība (ha)	Augsnes ielabošanas zaļmēslojums (N tīrvielā, kg)	Augsnes ielabošana, cits (N tīrvielā, kg)
Nav	410	Lauka pupas	203.26	0.00	0.00
Nav	443	Soja	199.90	0.00	0.00

2.6. Kaļķošana

Aprēķiniem izmanto saimniecības lauku notikumu datus, ko ieguva Lauku notikumi1.3.1. sadaļā.

Resursu noliktavā katram laukam ir redzams izmantotā kaļķošanas līdzekļa identifikācijas numurs. Pēc šī identifikatora sameklē, kāds kaļķošanas līdzeklis tiek izmantots uz katra lauka. Šim mērķim izmanto kaļķošanas līdzekļu noliktavas datus, ko ieguva 1.3.2. sadaļā. Saskaņā ar kaļķošanas noliktavas datiem, atrodot vajadzīgo identifikācijas numuru, redzams konkrētais kaļķošanas līdzekļa nosaukums, piemēram, POLCALC III GENERACJI, Nordkalk, AtriGran, DANKALK, BaltKalk utt.

Atkarībā no izmantotā kaļķošanas līdzekļa veida, aprēķina izmantotā kaļķakmens vai dolomīta daudzumu konkrētā kultūrauga konkrētajā laukā:

$$limestone_kg = dose * area$$

$$dolomite_kg = dose * area$$

kur:

$limestone_kg$ – izmantotais kaļķakmens daudzums konkrētā kultūrauga konkrētajā laukā, kg gadā;

$dolomite_kg$ – izmantotais dolomīta daudzums konkrētā kultūrauga konkrētajā laukā, kg gadā;

¹ Balstoties uz Lithuania`s National Inventory Document 2025

dose – izmantotā kaļķošanas līdzekļa deva, kg/ha;

area – konkrētās kultūras konkrētā lauka platība, ha.

SEG aprēķiniem izmanto tikai pākšaugu kultūras, kā arī atlasa ražas periodu no iepriekšējā gada 15. augusta līdz tekošā gada 14. augustam.

Attēlojot rezultātus aplikācijā, datus sagrupē pēc kultūraugiem un saskaita katram laukam izmantoto kaļķakmens vai dolomīta daudzumu pa kultūraugiem (skat. **Error! Reference source not found.**

2.5. tabula. Kaļķošanas līdzekļu daudzuma attēlošana aplikācijā

Bioloģiskā platība	Kods	Kultūraugs	Platība (ha)	Kaļķakmens (kg)	Dolomīts (kg)
Nav	410	Lauka pupas	203.26	0.00	0.00
Nav	443	Soja	199.90	0.00	0.00

2.7. Produkcija

Šajā sadaļā tiek noteikta kopražu no katra kultūrauga lauka.

2.7.1. VAAD ražības noteikšana

Aprēķinu sāk ar VAAD ražības noteikšanu. Šim mērķim izmanto saimniecības lauku notikumu datus, ko ieguva Lauku notikumi1.3.1. sadaļā.

No lauku notikumu datiem atlasa lauku notikumu – ražas novākšana. Ja tāda ir un laukam ir novāktās ražas daudzums, tad VAAD ražību var noteikt kā:

$$vaad_yield_t_per_ha = \frac{\left(\frac{amount}{area}\right)}{1000}$$

kur:

vaad_yield_t_per_ha – konkrētā kultūrauga konkrētā lauka ražība, tonnas uz ha;

amount – novāktās ražas daudzums konkrētā kultūrauga konkrētajā laukā, kg;

area – konkrētās kultūras konkrētā lauka platība, ha;

1000 – pārvēršam kg uz tonnām.

Turpmākiem aprēķiniem izmanto tikai pākšaugu kultūras, kā arī atlasa ražas periodu no iepriekšējā gada 15. augusta līdz tekošā gada 14. augustam.

Datus sagrupē pēc kultūrauga koda, lauka un lauka bloka numura, kā arī bioloģiskā lauka indikatora, agregējot skaitlisko informāciju. Tādējādi aprēķinus turpina katram unikālam laukam, izslēdzot vienu un tā paša lauka atkārtoto sarakstā. Piemēram, lauka pupu laukam

ar konkrētu lauka un bloka numuru varēja būt reģistrēti vairāki lauka notikumi, tas ir, kaļķošana, mēslošana utt., tāpēc saimniecības lauku notikumu sarakstā konkrētais lauks tiek attēlots vairākas reizes.

2.7.2. Sistēmas prognozētās ražības noteikšana

Ja VAAD ražību nav iespējams noteikt, tad rēķina prognozēto sistēmas ražību.

Ja saimniecība saimnieko intensīvi, prognozētā sistēmas ražība tiek aprēķināta pēc sekojošas formulas:

$$\begin{aligned} \text{systemPredictedYield_t_per_ha} \\ = \text{average_yield_tons_ha_sys} * \left(\frac{\text{farm_score}}{\text{soil_scores_average}} \right) \\ * \frac{(\text{coef_a} * \text{fertilizationAndSoiltreatmentFactor} + \text{coef_b})}{(\text{coef_a} * \text{fertilizationAndSoiltreatmentFactor} + \text{coef_b})} \end{aligned}$$

Ja saimniecība saimnieko bioloģiski, tad prognozētā sistēmas ražība tiek aprēķināta sekojoši:

$$\begin{aligned} \text{systemPredictedYield_t_per_ha} \\ = \text{average_yield_tons_ha_sys} * \text{bio_coef} \\ * \left(\frac{\text{farm_score}}{\text{soil_scores_average}} \right) \\ * \frac{(\text{coef_a} * \text{fertilizationAndSoiltreatmentFactor} + \text{coef_b})}{(\text{coef_a} * \text{fertilizationAndSoiltreatmentFactor} + \text{coef_b})} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{fertilizationAndSoiltreatmentFactor} \\ = \log(\text{mineral_N_detergent_kg_per_ha} + \\ 0.2 * \text{manure_N_detergent_kg_per_ha} + \\ 0.2 * \text{soilTreatmentGreenManure_N_kg_per_ha} + \\ 0.2 * \text{soilTreatmentOther_N_kg_per_ha}) \end{aligned}$$

kur:

systemPredictedYield_t_per_ha – sistēmas prognozētā ražība konkrētai kultūrai konkrētajā laukā, tonnas uz ha;

average_yield_tons_ha_sys – vidējā ražība valstī konkrētai kultūrai, tonnas uz ha², skat. 2. pielikumu;

farm_score – konkrētās kultūras konkrētā lauka novērtējums ballēs, ko aprēķinājam 2.1.1. sadaļā;

soil_scores_average – vidējās balles laukiem valstī pēc kultūraugu veida, skat. 2. pielikumu;

coef_a – vienādojuma parametra vērtība, nosakot kultūraugu ražību, atkarībā no uzliktā N daudzuma, skat. 2. pielikumu;

² LLKC Augkopības nodaļas ekspertīze un vidējās trenda ražības pēc CSP vēsturiskiem datiem 2012. – 2022. gads.

coef_b – vienādojuma parametra vērtība, nosakot kultūraugu ražību, atkarībā no uzliktā N daudzuma, skat. 2. pielikumu;

bio_koef – attiecības koeficients³, skat. 2. pielikumu;

fertilizationAndSoiltreatmentFactor – izmantoto mēslošanas un ielabošanas līdzekļu N daudzuma logaritms;

mineral_N_detergent_kg_per_ha – izmantotais minerālmēsli N daudzums konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, kg uz ha gadā;

manure_N_detergent_kg_per_ha – izmantotais kūtsmēsli N daudzums konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, kg uz ha gadā;

soilTreatmentGreenManure_N_kg_per_ha – izmantotais zaļmēslojuma N daudzums konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, kg uz ha gadā;

soilTreatmentOther_N_kg_per_ha – izmantotais citu augsnes ielabošanas līdzekļu N daudzums konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, kg uz ha gadā;

0.2 – pieņemtā organiskā N daļa, kas gada laikā mineralizējas un kļūst pieejama augiem.

Kad ir noteikta prognozētā sistēmas ražība, tiek aprēķināta kopražā:

$$total_production_t = actualYield_t_per_ha * area$$

kur:

total_production_t – kopražā konkrētajam kultūraugam konkrētajā lauka, tonnas;

actualYield_t_per_ha – VAAD vai sistēmas prognozētā ražība. Ja ir noteikta VAAD ražība, tad tiek ņemta VAAD ražība, savukārt, ja VAAD ražību noteikt neizdevās, tiek ņemta aprēķinātā sistēmas prognozētā ražība;

area – konkrētās kultūras konkrētā lauka platība, ha.

Attēlojot rezultātus aplikācijā, datus sagrupē pēc kultūraugiem un bioloģiskajiem laukiem, agregējot skaitlisko informāciju, ko nepieciešams attēlot (skat. **Error! Reference source not found.**

2.6. tabula. Produkcijas daudzuma attēlošana aplikācijā

Bioloģiskā platība	Kods	Kultūraugs	Platība (ha)	VAAD ražība (tonnas/ha)	Sistēmas prognozētā ražība (tonnas/ha)	Faktiskā ražība (tonnas/ha)	Kopražā (tonnas)	No lauka novāktā salmu daļa (%)
Nav	410	Lauka pupas	203.26	0.00	2.77	2.77	563.63	0.00
Nav	443	Soja	199.90	0.00	2.09	2.09	417.71	0.00

³ Vidējās ražības no bioloģiskām saimniecībām attiecība pret vidējo ražību valstī laika periodā 2019. – 2021. gads pēc ZM un CSP datiem;

Tā kā lietotājs aplikācijā var mainīt faktiskās ražības un novākto salmu daļu kultūraugiem atbilstoši savas saimniecības situācijai, tad turpmākiem aprēķiniem tiek izmantotas šīs vērtības.

2.8. SEG emisiju aprēķins

Kopējās lauksaimniecības siltumnīcefektu izraisošo gāzu (SEG) emisijas pākšaugu ražošanā ietver tiešās un netiešās dislāpekļa oksīda (N₂O) emisijas no slāpekli saturošu mēslošanas līdzekļu izmantošanas, tiešās N₂O emisijas no organisko augšņu apsaimniekošanas, kā arī oglekļa dioksīda (CO₂) emisijas no karbamīda un kaļķošanas materiāla izmantošanas.

Tiešo N₂O emisiju no mēslošanas līdzekļiem avots ir kultūraugiem izmantotais N tīrvielā, ko satur minerālmēsli, kūstmēsli, zaļmēslojums un citi augsnes ielabošanas līdzekļi, kā arī kas tiek ienests augsnē ar ražas atliekām – no lauka nenovāktajiem salmiem un saknēm. Līdztekus tiešajām N₂O emisijām, no slāpekli saturošajiem mēslošanas līdzekļiem rodas arī netiešās N₂O emisijas – N iztvaikošana un N izskalošanās/notece ir pamats tālākām N₂O emisijām.

2.8.1. N₂O emisijas no minerālmēsli N

Izmantojot minerālmēslus, augsnē kļūst pieejams neorganiskais N, kas tur notiekošo dabisko nitrifikācijas un denitrifikācijas procesu rezultātā, ko veic augsnes mikroorganismi, var tikt pārvērsts par N₂O. Šo procesu rezultātā augsnē pieejamais NH₄⁺, ko nav paņēmuši augi un citi mikroorganismi, sākotnēji aerobos apstākļos tiek oksidēts par NO₃⁻, bet pēc tam anaerobos apstākļos NO₃⁻ tiek pārvērsts par N gāzi (N₂). N₂O ir denitrifikācijas starpprodukts, kas nonāk atmosfērā, nenotiekot pilnīgai denitrifikācijai.

No minerālmēsli N izmantošanas rodas arī netiešās N₂O emisijas, kad N₂O nonāk atmosfērā nevis tieši no augsnes, kur uzlikts N mēslojums, bet rodas pēc N iztvaikošanas NH₃ un NO_x formās, kas no atmosfēras nosēžas augsnē un ūdens objektos kā NH₄⁺ un NO₃⁻, kā arī pēc N izskalošanās/noplūdes (galvenokārt kā NO₃⁻) no apsaimniekotajām platībām.

N₂O emisiju lielumu ietekmē kultūraugiem izmantotā minerālmēsli N daudzums, kā arī N zudumu daļas.

Aprēķiniem izmanto sagrupētos datus no 2.7.1. sadaļas.

N₂O emisijas no minerālmēsli izmantošanas tiek noteiktas pēc sekojošiem vienādojumiem⁴:

$$\begin{aligned} N2O_CO2_eq_mineral_fert_tons \\ &= direct_N2O_mineral_fert_applied_tons \\ &+ indirect_N2O_mineral_fert_vaporization_tons \\ &+ indirect_N2O_mineral_fert_leach_tons \end{aligned}$$

$$direct_N2O_mineral_fert_applied_tons = \frac{total_N_DetergentInMineralFertilizationKg}{1000} \times 0.016 \times \frac{44}{28} \times 265$$

$$\begin{aligned} indirect_N2O_mineral_fert_vaporization_ton \\ &= \frac{total_N_DetergentInMineralFertilizationKg}{1000} \times 0.11 \times 0.014 \times \frac{44}{28} \times 265 \end{aligned}$$

⁴ Balstoties uz 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Equation 11.1, Equation 11.9, Equation 11.10

$$\text{indirect_N2O_mineral_fert_leach_tons} = \frac{\text{total_N_DetergentInMineralFertilizationKg}}{1000} \times 0.23 \times 0.011 \times \frac{44}{28} \times 265$$

kur:

N2O_CO2_eq_mineral_fert_tons – kopējās N₂O emisijas no minerālmēsli N izmantošanas konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, tonnas CO₂ ekvivalentā gadā;

direct_N2O_mineral_fert_applied_tons – tiešās N₂O emisijas no minerālmēsli N izmantošanas konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, tonnas CO₂ ekvivalentā gadā;

indirect_N2O_mineral_fert_vaporization_tons – netiešās N₂O emisijas no konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā izmantotā minerālmēsli N iztvaikošanas, tonnas CO₂ ekvivalentā gadā;

indirect_N2O_mineral_fert_leach_tons – netiešās N₂O emisijas no konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā izmantotā minerālmēsli N izskalošanās/noteces, tonnas CO₂ ekvivalentā gadā;

total_N_DetergentInMineralFertilizationKg – kopējais izmantotais minerālmēsli N daudzums konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, kg gadā, aprēķināts 2.3. sadaļā;

0.016 – emisiju faktors tiešajām N₂O emisijām no minerālmēsli N izmantošanas⁵, kg N₂O-N uz kg N;

0.11 – daļa no kopējā izmantotā minerālmēsli N⁶, kas iztvaiko kā NH₃-N un NO_x-N;

0.014 – emisiju faktors N₂O emisijām no iztvaikotā N nosēšanās uz augsnes un ūdens objektiem⁷, kg N₂O-N uz kg iztvaikotā NH₃-N + NO_x-N;

0.23 – daļa no kopējā izmantotā minerālmēsli N, kas izskalojas/notek⁸;

0.011 – emisiju faktors N₂O emisijām no N izskalošanās un noteces⁹, kg N₂O-N uz kg izskalošanās/notecējušā N;

44/28 – konversijas faktors, lai pārvērstu N₂O-N emisijas uz N₂O emisijām;

265 – koeficients N₂O izteikšanai CO₂ ekvivalentā.

Lai iegūtu N₂O emisijas no minerālmēsli izmantošanas pa kultūraugu veidiem, konkrētajam kultūraugam tiek summētas tā visu lauku atsevišķās emisijas.

2.8.2. N₂O emisijas no kūtsmēsliem

Tāpat kā minerālmēsli gadījumā, arī kūtsmēsli izmantošana rada tiešās un netiešās N₂O emisijas, kuru avots ir tajos esošais N, kas iziet nitrifikācijas un denitrifikācijas procesus, iztvaiko vai izskalojas/noplūst, kā rezultātā rodas zudumi – emisijas.

⁵ 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Table 11.1

⁶ 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Table 11.3

⁷ 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Table 11.3

⁸ Latvia's National Inventory Document 2025, Table 5.34

⁹ 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Table 11.3

Kopējās N₂O emisijas no kūstmēslu izmantošanas tiek noteiktas pēc sekojošiem vienādojumiem¹⁰:

$$\begin{aligned} N2O_CO2_eq_manure_tons &= direct_N2O_manure_applied_tons \\ &+ indirect_N2O_manure_vaporization_tons \\ &+ indirect_N2O_manure_leach_tons \end{aligned}$$

$$direct_N2O_manure_applied_tons = \frac{manure_N_DetergentKg}{1000} \times 0.006 \times \frac{44}{28} \times 265$$

$$indirect_N2O_manure_vaporization_ton = \frac{manure_N_DetergentKg}{1000} \times 0.21 \times 0.014 \times \frac{44}{28} \times 265$$

$$indirect_N2O_manure_leach_tons = \frac{manure_N_DetergentKg}{1000} \times 0.23 \times 0.011 \times \frac{44}{28} \times 265$$

kur:

N2O_CO2_eq_manure_tons – kopējās N₂O emisijas no kūstmēslu N izmantošanas konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, tonnas CO₂ ekvivalentā gadā;

direct_N2O_manure_applied_tons – tiešās N₂O emisijas no kūstmēslu N izmantošanas konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, tonnas CO₂ ekvivalentā gadā;

indirect_N2O_manure_vaporization_tons – netiešās N₂O emisijas no konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā izmantotā kūstmēslu N iztvaikošanas, tonnas CO₂ ekvivalentā gadā;

indirect_N2O_manure_leach_tons – netiešās N₂O emisijas no konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā izmantotā kūstmēslu N izskalošanās/noteces, tonnas CO₂ ekvivalentā gadā;

manure_N_DetergentKg – kopējais izmantotais kūstmēslu N daudzums konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, kg gadā, aprēķināts 2.4. sadaļā;

0.006 – emisiju faktors tiešajām N₂O emisijām no kūstmēslu N izmantošanas¹¹, kg N₂O–N uz kg N;

0.21 – daļa no kopējā izmantotā kūstmēslu N¹², kas iztvaiko kā NH₃–N un NO_x–N;

0.014 – emisiju faktors N₂O emisijām no iztvaikotā N nosēšanās uz augsnes un ūdens objektiem¹³, kg N₂O–N uz kg iztvaikotā NH₃–N + NO_x–N;

0.23 – daļa no kopējā izmantotā kūstmēslu N, kas izskalojas/notek¹⁴;

0.011 – emisiju faktors N₂O emisijām no N izskalošanās un noteces¹⁵, kg N₂O–N uz kg izskalošā/notecējošā N;

44/28 – konversijas faktors, lai pārvērstu N₂O–N emisijas uz N₂O emisijām;

¹⁰ Balstoties uz 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Equation 11.1, Equation 11.9, Equation 11.10

¹¹ 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Table 11.1

¹² 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Table 11.3

¹³ 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Table 11.3

¹⁴ Latvia's National Inventory Document 2025, Table 5.34

¹⁵ 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Table 11.3

265 – koeficients N₂O izteikšanai CO₂ ekvivalentā.

Lai iegūtu N₂O emisijas no kūstmēsļu izmantošanas pa kultūraugu veidiem, konkrētajam kultūraugam tiek summētas tā visu lauku atsevišķās emisijas.

2.8.3. N₂O emisijas no zaļmēslojuma

Tiešās un netiešās N₂O emisijas no zaļmēslojuma rada auga biomasā esošais N, kas tiek iestrādāts augsnē un pazūd kā N₂O gāze vai izskalojas/noplūst kā NO₃.

Kopējās N₂O emisijas no zaļmēslojuma izmantošanas tiek noteiktas pēc sekojošiem vienādojumiem¹⁶:

$$\begin{aligned} N2O_CO2_eq_green_manure_tons \\ = direct_N2O_green_manure_applied_tons \\ + indirect_N2O_green_manure_leach_tons \end{aligned}$$

$$direct_N2O_green_manure_applied_tons = \frac{soil_treatment_green_manure_N_kg}{1000} \times 0.006 \times \frac{44}{28} \times 265$$

$$indirect_N2O_green_manure_leach_tons = \frac{soil_treatment_green_manure_N_kg}{1000} \times 0.23 \times 0.011 \times \frac{44}{28} \times 265$$

kur:

N2O_CO2_eq_green_manure_tons – kopējās N₂O emisijas no zaļmēslojuma N izmantošanas konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, tonnas CO₂ ekvivalentā gadā;

direct_N2O_green_manure_applied_tons – tiešās N₂O emisijas no zaļmēslojuma N izmantošanas konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, tonnas CO₂ ekvivalentā gadā;

indirect_N2O_green_manure_leach_tons – netiešās N₂O emisijas no konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā izmantotā zaļmēslojuma N izskalošanās/noteces, tonnas CO₂ ekvivalentā gadā;

soil_treatment_green_manure_N_kg – konkrētajam kultūraugam kopējais izmantotais zaļmēslojuma N daudzums, kg gadā, aprēķināts 2.5. sadaļā;

0.006 – emisiju faktors tiešajām N₂O emisijām no zaļmēslojuma N izmantošanas¹⁷, N₂O–N uz kg iztvaikotā NH₃–N + NO_x–N;

0.23 – daļa no kopējā izmantotā zaļmēslojuma N, kas izskalojas/notek¹⁸;

0.011 – emisiju faktors N₂O emisijām no N izskalošanās un noteces¹⁹, kg N₂O–N uz kg izskalošanās/notecējušā N;

44/28 – konversijas faktors, lai pārvērstu N₂O–N emisijas uz N₂O emisijām;

265 – koeficients N₂O izteikšanai CO₂ ekvivalentā.

¹⁶ Balstoties uz 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Equation 11.1, Equation 11.10

¹⁷ 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Table 11.1

¹⁸ Latvia's National Inventory Document 2025, Table 5.34

¹⁹ 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Table 11.3

Lai iegūtu N₂O emisijas no zaļmēslojuma izmantošanas pa kultūraugu veidiem, konkrētajam kultūraugam tiek summētas tā visu lauku atsevišķās emisijas.

2.8.4. N₂O emisijas no citiem augsnes ielabošanas līdzekļiem

N₂O emisijas rodas arī no citiem augsnes ielabošanas līdzekļiem (piemēram, komposta, notekūdeņu dūņām u.c.), kas satur N. Kopējās N₂O emisijas no citu augsnes ielabošanas līdzekļu izmantošanas tiek noteiktas pēc sekojošiem vienādojumiem²⁰:

$$N2O_CO2_eq_other_organic_fert_tons$$

$$= direct_N2O_other_organic_fert_applied_tons \\ + indirect_N2O_other_organic_fert_vaporization_tons \\ + indirect_N2O_other_organic_fert_leach_tons$$

$$direct_N2O_other_organic_fert_applied_tons = \frac{soil_treatment_other_N_kg}{1000} \times 0.006 \times \frac{44}{28} \times 265$$

$$indirect_N2O_other_organic_fert_vaporization_tons \\ = \frac{soil_treatment_other_N_kg}{1000} \times 0.21 \times 0.014 \times \frac{44}{28} \times 265$$

$$indirect_N2O_other_organic_fert_leach_tons \\ = \frac{soil_treatment_other_N_kg}{1000} \times 0.23 \times 0.011 \times \frac{44}{28} \times 265$$

kur:

N2O_CO2_eq_other_organic_fert_tons – kopējās N₂O emisijas no citu augsnes ielabošanas līdzekļu N izmantošanas konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, tonnas CO₂ ekvivalentā gadā;

direct_N2O_other_organic_fert_applied_tons – tiešās N₂O emisijas no citu augsnes ielabošanas līdzekļu N izmantošanas konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, tonnas CO₂ ekvivalentā gadā;

indirect_N2O_other_organic_fert_vaporization_tons – netiešās N₂O emisijas no konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā izmantotā citu augsnes ielabošanas līdzekļu N iztvaikošanas, tonnas CO₂ ekvivalentā gadā;

indirect_N2O_other_organic_fert_leach_tons – netiešās N₂O emisijas no konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā izmantotā citu augsnes ielabošanas līdzekļu N izskalošanās/noteces, tonnas CO₂ ekvivalentā gadā;

soil_treatment_other_N_kg – kopējais izmantotais citu augsnes ielabošanas līdzekļu N daudzums konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, kg gadā, aprēķināts 2.5. sadaļā;

0.006 – emisiju faktors tiešajām N₂O emisijām no organiskā mēslojuma N izmantošanas²¹, kg N₂O-N uz kg N;

²⁰ Balstoties uz 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Equation 11.1, Equation 11.9, Equation 11.10

²¹ 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Table 11.1

0.21 – daļa no kopējā izmantotā citu augsnes ielabošanas līdzekļu N^{22} , kas iztvaiko kā NH_3-N un NO_x-N ;

0.014 – emisiju faktors N_2O emisijām no iztvaikotā N nosēšanās uz augsnes un ūdens objektiem²³, kg N_2O-N uz kg iztvaikotā $NH_3-N + NO_x-N$;

0.23 – daļa no kopējā izmantotā citu augsnes ielabošanas līdzekļu N , kas izskalojas/notek²⁴;

0.011 – emisiju faktors N_2O emisijām no N izskalošanās un noteces²⁵, kg N_2O-N uz kg izskalojotā/notecējušā N ;

44/28 – konversijas faktors, lai pārvērstu N_2O-N emisijas uz N_2O emisijām;

265 – koeficients N_2O izteikšanai CO_2 ekvivalentā.

Lai iegūtu N_2O emisijas no citiem augsnes ielabošanas līdzekļiem pa kultūraugu veidiem, konkrētajam kultūraugam tiek summētas tā visu lauku atsevišķās emisijas.

2.8.5. N_2O emisijas no kultūraugu ražas atliekām

Tiešās un netiešās N_2O emisijas no kultūraugu ražas atliekām rada auga virszemes un apakšzemes biomasā esošais N , kas tiek iestrādāts augsnē un pazūd kā N_2O gāze vai izskalojas/noplūst kā NO_3 . Kopējo N_2O emisiju noteikšana vienlaicīgi ietver virszemes un apakšzemes biomasas un tās N daudzuma novērtēšanu, kas paliek uz lauka pēc konkrētā kultūrauga.

Kopējās N_2O emisijas no ražas atliekām tiek noteiktas pēc sekojošiem vienādojumiem²⁶:

$$N2O_CO2_eq_residues_tons = direct_N2O_residues_tons + indirect_N2O_residues_leach_tons$$

$$direct_N2O_residues_tons = Fcr \times 0.006 \times \frac{44}{28} \times 265$$

$$indirect_N2O_residues_leach_tons = Fcr \times 0.23 \times 0.011 \times \frac{44}{28} \times 265$$

$$\begin{aligned} Fcr &= AGR + BGR \\ AGR &= AG \times (1 - Frac_Remove) \times Nag \\ BGR &= (Crop + AG) \times RS \times Frac_Renew \times Nbg \\ AG &= Crop \times Rag \\ Crop &= total_production_t \times DRY \end{aligned}$$

kur:

²² 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Table 11.3

²³ 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Table 11.3

²⁴ Latvia's National Inventory Document 2025, Table 5.34

²⁵ 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Table 11.3

²⁶ Balstoties uz 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Equation 11.1, Equation 11.6, Equation 11.7, Equation 11.10

N2O_CO2_eq_residues_tons – kopējās N₂O emisijas no ražas atlieku N konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, tonnas CO₂ ekvivalentā gadā;

direct_N2O_residues_tons – tiešās N₂O emisijas no ražas atlieku N konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, tonnas CO₂ ekvivalentā gadā;

indirect_N2O_residues_leach_tons – netiešās N₂O emisijas no konkrētā kultūrauga ražas atlieku N izskalošanās/noteces konkrētajā laukā, tonnas CO₂ ekvivalentā gadā;

Fcr – kopējais ražas atlieku N daudzums konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, tonnas gadā;

0.006 – emisiju faktors tiešajām N₂O emisijām no ražas atlieku N²⁷, kg N₂O–N uz kg iztvaikotā NH₃–N + NO_x–N;

0.23 – daļa no kopējā ražas atlieku N, kas izskalojas/notek²⁸;

0.011 – emisiju faktors N₂O emisijām no N izskalošanās un noteces²⁹, kg N₂O–N uz kg izskatotā/notecējušā N;

44/28 – konversijas faktors, lai pārvērstu N₂O–N emisijas uz N₂O emisijām;

265 – koeficients N₂O izteikšanai CO₂ ekvivalentā;

AGR – kopējais virszemes ražas atlieku N daudzums konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, tonnas gadā;

BGR – kopējais apakšzemes ražas atlieku N daudzums konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, tonnas gadā;

AG – virszemes ražas atlieku daudzums konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, tonnas sausnas gadā;

Frac_Remove – virszemes ražas atlieku daļa, kas tiek novākta no lauka (noklusējuma vērtība = 0 vai saimnieka norādītā);

Nag – N daudzums virszemes ražas atliekās konkrētajam kultūraugam (atbilstoši 3. pielikumā norādītajām vērtībām), tonnas uz tonnu sausnas;

Crop – kopraža sausnā konkrētajam kultūraugam, tonnas sausnas gadā;

RS – apakšzemes atlieku daļa pret virszemes biomasu konkrētajam kultūraugam (atbilstoši 3. pielikuma norādītajām vērtībām);

Frac_Renew – daļa, kas raksturo konkrētā kultūraugu atjaunošanu (ikgadējām kultūrām = 1);

Nbg – N daudzums apakšzemes ražas atliekās konkrētajam kultūraugam (atbilstoši 3. pielikuma norādītajām vērtībām), tonnas uz tonnu sausnas;

Rag – virszemes ražas atlieku daļa pret kopražu sausnā konkrētajam kultūraugam (atbilstoši 3. pielikuma norādītajām vērtībām);

total_production_t – kopraža konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, tonnas gadā (skat. 2.7. sadaļu);

²⁷ 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Table 11.1

²⁸ Latvia's National Inventory Document 2025, Table 5.34

²⁹ 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Table 11.3

DRY – ražas sausnas saturs konkrētajam kultūraugam (atbilstoši 3. pielikumā norādītajām vērtībām), daļa.

Lai iegūtu N₂O emisijas no ražas atliekām pa kultūraugu veidiem, konkrētajam kultūraugam tiek summētas tā visu lauku atsevišķās emisijas.

2.8.6. N₂O emisijas no organiskajām augsnēm

Tiešo N₂O emisiju avots ir arī organisko augšņu apsaimniekošana, kā rezultātā notiek augsnes organiskās vielas mineralizācija, atbrīvojot neorganisko N, kas tālāk var būt pakļauts nitrifikācijas un denitrifikācijas procesiem. N₂O emisijas no organisko augšņu apsaimniekošanas tiek noteiktas pēc sekojoša vienādojuma³⁰:

$$N2O_CO2_eq_organic_soils_tons = \frac{7.1}{1000} \times organicArea_ha \times \frac{44}{28} \times 265$$

kur:

N2O_CO2_eq_organic_soils_tons – N₂O emisijas no organisko augšņu apsaimniekošanas konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, tonnas CO₂ ekvivalentā gadā;

7.1 – emisiju faktors tiešajām N₂O emisijām no organiskā augšņu apsaimniekošanas aramzēm³¹, kg N₂O-N uz ha;

44/28 – konversijas faktors, lai pārvērstu N₂O–N emisijas uz N₂O emisijām;

265 – koeficients N₂O izteikšanai CO₂ ekvivalentā;

organicArea_ha – organisko augšņu platība konkrētā kultūrauga konkrētajā laukā, ha gadā, (skat. 2.2.2 virs *organicArea_ha*, ja emisijas izvēlas rēķināt pēc kūdraugsnēm un *hidromorfArea_ha*, ja emisijas izvēlas rēķināt pēc hidromorfajām augsnēm, skat. 2.2.1 virs.

Lai iegūtu N₂O emisijas no organisko augšņu izmantošanas pa kultūraugu veidiem, konkrētajam kultūraugam tiek summētas tā visu lauku atsevišķās emisijas.

2.8.7. CO₂ emisijas no karbamīda

Karbamīda izmantošana rada ne tikai N₂O emisijas, bet ir arī avots CO₂ emisijām. Šajā gadījumā emisijas rada nevis karbamīda sastāvā esošais N, bet gan C, tāpēc karbamīda daudzumam piemēro emisiju faktoru, kas atbilst C saturam karbamīda molekulmasā (20% no CO(NH₂)₂)³².

CO₂ emisijas no karbamīda izmantošanas tiek noteiktas pēc sekojoša vienādojuma³³:

³⁰ Balstoties uz 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Equation 11.1

³¹ Latvia's National Inventory Document 2025, Table 5.34

³² 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

³³ Balstoties uz 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Equation 11.13

$$CO2_urea_tons = \frac{\left(\frac{totalUrea_N_DetergentInMineralFertilizationKg}{1000} \right)}{0.46} \times 0.2 \times \frac{44}{12}$$

kur:

CO2_urea_tons – CO₂ emisijas no karbamīda izmantošanas konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, tonnas CO₂ gadā;

totalUrea_N_DetergentInMineralFertilizationKg – kopējais izmantotais karbamīda N daudzums konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, kg gadā, aprēķinu skat. 2.3. 2.3 virs;

0.46 – N saturs karbamīdā, daļa (izmantots, lai no karbamīda N pārietu uz karbamīda daudzumu);

0.2 – emisiju faktors CO₂ emisijām no karbamīda izmantošanas, kg C uz kg karbamīda;

44/12 – konversijas faktors, lai pārvērstu CO₂–C emisijas uz CO₂ emisijām.

Lai iegūtu CO₂ emisijas no karbamīda izmantošanas pa kultūraugu veidiem, konkrētajam kultūraugam tiek summētas tā visu lauku atsevišķās emisijas.

2.8.8. CO₂ emisijas no kalķošanas materiāla

CO₂ emisijas rada arī kalķošanas materiāla izmantošana, kas satur kalcija un magnija karbonātus – CaCO₃ (kalķakmens) vai CaMg(CO₃)₂ (dolomīts). Nosakot emisijas, kalķošanas materiāla daudzumam piemēro emisiju faktorus, kas atbilst C saturam to molekulmasā (12% no CaCO₃ un 13% CaMg(CO₃)₂)³⁴.

CO₂ emisijas netiek rēķinātas no kalķošanas materiāliem vai to daļas, kas ir oksīdu (piemēram, CaO, MgO) vai hidroksīdu formās, jo tie nesatur oglekli.

CO₂ emisijas no kalķošanas materiāla izmantošanas tiek noteiktas pēc sekojoša vienādojuma³⁵:

$$CO2_liming_tons = \left(\frac{limestone_kg}{1000} \times 0.12 + \frac{dolomite_kg}{1000} \times 0.13 \right) \times \frac{44}{12}$$

kur:

CO2_liming_tons – CO₂ emisijas no kalķošanas materiāla izmantošanas konkrētā kultūrauga konkrētajā laukā, tonnas CO₂ gadā;

limestone_kg – izmantotais kalķakmens daudzums konkrētā kultūrauga konkrētajā laukā, kg gadā, skat. 2.6 virs

dolomite_kg – izmantotais dolomīta daudzums konkrētā kultūrauga konkrētajā laukā, kg gadā, skat. 2.6 virs;

0.12 – emisiju faktors CO₂ emisijām no kalķakmens izmantošanas, kg C uz kg kalķakmens;

³⁴ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

³⁵ Balstoties uz 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Equation 11.12

0.13 – emisiju faktors CO₂ emisijām no dolomīta izmantošanas, kg C uz kg dolomīta;

44/12 – konversijas faktors, lai pārvērstu CO₂–C emisijas uz CO₂ emisijām.

Lai iegūtu CO₂ emisijas no kaļķošanas materiāla izmantošanas pa kultūraugu veidiem, konkrētajam kultūraugam tiek summētas tā visu lauku atsevišķās emisijas.

2.8.9. SEG emisijas kopā

Lauksaimniecības SEG emisijas kopā katram kultūraugam konkrētajā laukā iegūst, saskaitot visas iepriekš aprēķinātas N₂O emisijas no minerālmēsliem, kūtsmēsliem, augsnes ielabošanas, augu ražas atliekām un organiskām augsnēm, kā arī CO₂ emisijas no karbamīda un kaļķošanas materiāla izmantošanas:

$$\begin{aligned} ghg_total_tons_CO2_eq = & \\ & N2O_CO2_eq_mineral_fert_tons + \\ & N2O_CO2_eq_manure_tons + \\ & N2O_CO2_eq_green_manure_tons + \\ & N2O_CO2_eq_other_organic_fert_tons + \\ & N2O_CO2_eq_residues_tons + \\ & N2O_CO2_eq_organic_soils_tons + \\ & CO2_urea_tons + \\ & CO2_liming_tons \end{aligned}$$

SEG emisijas uz tonnu produkta (kg CO₂ ekv.) aprēķina kā:

$$ghg_total_tons_prod_kg = \frac{ghg_total_tons_CO2_eq}{total_production_t} * 1000$$

SEG emisijas uz platības ha (tonnas CO₂ ekv.) aprēķina kā:

$$ghg_total_tons_ha = \frac{ghg_total_tons_CO2_eq}{area}$$

kur:

ghg_total_tons_CO2_eq – lauksaimniecības SEG emisijas kopā konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, tonnas CO₂ gadā;

ghg_total_tons_prod_kg – lauksaimniecības SEG emisijas kopā uz tonnu produkta konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, kg CO₂ gadā;

ghg_total_tons_ha – lauksaimniecības SEG emisijas kopā uz platības ha konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, tonnas CO₂ gadā;

total_production_t – kopraža konkrētajam kultūraugam konkrētajā laukā, tonnas gadā (skat. 2.7. sadaļu);

area – konkrētā kultūrauga konkrētajā laukā platība, ha.

Lai iegūtu lauksaimniecības SEG emisijas kopā visai saimniecībai pa kultūraugu veidiem, konkrētajam kultūraugam tiek summētas tā visu lauku atsevišķās aprēķinātās kopējās SEG

emisijas. Arī aplikācijā, rezultātu atspoguļošanai lietotajam izmanto grupētus datus pēc kultūraugiem, kur visa skaitliskā informācija, ko nepieciešams atspoguļot, ir agrēģēta (skat. 2.7. tabulu).

2.7. tabula. SEG emisiju daudzuma attēlošana aplikācijā

Kods	Kultūraugs	Platība (ha)	Faktiskā ražība (tonnas/ha)	SEG kopā (tonnas CO ₂ ekv.)	SEG uz ha (tonnas CO ₂ ekv.)	SEG uz tonnu (kg CO ₂ ekv./tonnu)
410	Lauka pupas	203.26	2.77	43.83	0.22	77.01
443	Soja	199.90	2.09	34.13	0.17	81.71

2.8. tabulā redzams aplikācijā iegūtais detalizētais SEG emisiju aprēķins pa atsevišķām emisiju veidošanās pozīcijām gan kopā, gan, rēķinot uz vienu tonnu produkcijas.

2.8. tabula. SEG emisiju daudzuma detalizēta attēlošana aplikācijā

Rādītāji	Lauka pupas (platība 203.26 ha; ražība 563.63 t)	Soja (platība 199.9 ha; ražība 417.71 t)
Emisijas kopā		
Lauksaimniecības SEG emisijas kopā, tonnas CO ₂ ekv. gadā	43.83	34.13
N ₂ O emisijas kopā, tonnas CO ₂ ekv. gadā	43.83	34.13
CO ₂ emisijas kopā, tonnas CO ₂ gadā	0.00	0.00
SEG emisijas no minerālmēsliem kopā, tonnas CO ₂ ekv. gadā	6.8	6.68
SEG emisijas no kūtsmēsliem kopā, tonnas CO ₂ ekv. gadā	0.00	0.00
SEG emisijas no ražas atliekām kopā, tonnas CO ₂ ekv. gadā	37.04	27.45
SEG emisijas no karbamīda kopā, tonnas CO ₂ gadā	0.00	0.00
SEG emisijas no kaļķošanas materiāla kopā, tonnas CO ₂ gadā	0.00	0.00
SEG emisijas no organiskajām augsnēm kopā, tonnas CO ₂ ekv. gadā	0.00	0.00
Emisiju intensitāte (uz tonnu)		
Lauksaimniecības SEG emisijas uz tonnu produkta, kg CO ₂ ekv. gadā	77.01	81.71
N ₂ O emisijas uz tonnu produkta, kg CO ₂ ekv. gadā	77.01	81.71
CO ₂ emisijas uz tonnu produkta, kg CO ₂ gadā	0.00	0.00
SEG emisijas no minerālmēsliem uz tonnu produkta, kg CO ₂ ekv. gadā	11.29	16
SEG emisijas no kūtsmēsliem uz tonnu produkta, kg CO ₂ ekv. gadā	0.00	0.00

SEG emisijas no ražas atliekām uz tonnu produkta, kg CO ₂ ekv. gadā	65.72	65.72
SEG emisijas no karbamīda uz tonnu produkta, kg CO ₂ gadā	0.00	0.00
SEG emisijas no kaļķošanas materiāla uz tonnu produkta, kg CO ₂ gadā	0.00	0.00
SEG emisijas no organiskajām augsnēm uz tonnu produkta, kg CO ₂ ekv. gadā	0.00	0.00

2.8.10. SEG emisiju (oglekļa) piesaistes

Pākšaugu ietekme uz SEG emisiju samazināšanu/piesaisti ir kompleksa, jo, pateicoties pākšaugu spējai fiksēt slāpekli, to ietekme izpaužas gan uz N₂O emisijām, gan var pozitīvi ietekmēt oglekļa ciklu.

Ietekme uz N₂O emisijām

Pākšaugu audzēšanai ir svarīga loma lauksaimnieciskās ražošanas ilgtspējas palielināšanā. *Rhizobium* baktērijas, kas dzīvo simbiozē ar pākšaugiem, apmierina auga vajadzības, piesaistot brīvo N no gaisa un vienlaikus iegūstot barības vielas no auga³⁶. Pākšaugu radītā bioloģiskā N fiksācija samazināt nepieciešamību pēc N mēslojuma, kas ir galvenais SEG emisiju avots lauksaimniecībā³⁷. Līdz ar to pākšaugu audzēšana ir veids kā samazināt lauksaimniecības produkcijas SEG emisijas, pateicoties to spējai piesaistīt N no atmosfēras un samazināt nepieciešamību pēc ārējiem N mēslošanas līdzekļiem^{38,39}. Tā kā N mēslojuma ražošanai ir nepieciešams liels daudzums fosilā kurināmā un tāpēc tā rūpnieciskā ražošana ir dārga un nelabvēlīgi ietekmē vidi, bioloģiskā N fiksācija rada ievērojamus ekonomiskos un vides ieguvumus⁴⁰. Pētījumā par pākšaugu ietekmi klimata izmaiņu mazināšanā norādīts, ka pākšaugu kultūrās un ganībās ar lielu pākšaugu īpatsvaru tiek izmantots par 35–60% mazāk fosilās enerģijas nekā ar N mēslojumu mēslotos graudaugu sējumos vai ganībās, un ka pākšaugu iekļaušana augusekā samazina vidējo gada enerģijas patēriņu par 12–34%⁴¹. Pākšaugu kultūras veicina SEG emisiju samazināšanu, jo tās emitē 5–7 reizes mazāk SEG uz platības vienību salīdzinājumā ar citām kultūrām un samazina fosilās enerģijas izmantošanu, pateicoties N mēslojuma vajadzības samazināšanai, kas atbilst 277 kg/ha CO₂ gadā⁴².

³⁶ Özköse A. (2024). Contribution of Legume-Derived Biological Nitrogen Fixation in Reducing Greenhouse Gas Emissions Originating from Agriculture in Türkiye. Pol. J. Environ. Stud. Vol. 33, No. 2 (2024), 1337-1345.

³⁷ Liu C., Cutforth H., Chai Q., Gan Y. (2016). Farming tactics to reduce the carbon footprint of crop cultivation in semiarid areas. A review. Agronomy for Sustainable Development, 36, 69, 2016.

³⁸ Sanchez-Navarro V., Zornoza R., Faz Á., Fernandez J.A. (2020). A comparative greenhouse gas emissions study of legume and non-legume crops grown using organic and conventional fertilizers. Scientia Horticulturae, 260, 108902, 2020.

³⁹ Holka M., Kowalska J., Jakubowska M. (2022). Reducing carbon footprint of agriculture – can organic farming help to mitigate climate change?. Agriculture, 12 (9), 1383, 2022.

⁴⁰ Özköse A. (2024). Contribution of Legume-Derived Biological Nitrogen Fixation in Reducing Greenhouse Gas Emissions Originating from Agriculture in Türkiye. Pol. J. Environ. Stud. Vol. 33, No. 2 (2024), 1337-1345.

⁴¹ Jensen E.S., Peoples M.B., Boddey R.M., Gresshoff P.M., Hauggaard-Nielsen H., Alves B.J.R., Morrison M.J. (2012). Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries. A review. Agronomy for Sustainable Development, 32, 329-364, 2012.

⁴² Stagnari F., Maggio A., Galieni A., Pisante I. M. (2017). Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: an overview. Chem Biol Technol Agric, 4 (1), 1, 2017.

Ievērojama daļa no N, ko asimilē simbiotiskās baktērijas, baro augsni augu un sakņu atlieku veidā⁴³, ko izmanto kultūraugi, kuri tiek audzēti pēc pākšaugu kultūrām, darbojoties līdzīgi kā lēnas iedarbības N mēslojums⁴⁴. Salīdzinot ar ķīmiskajiem mēslošanas līdzekļiem, bioloģiskā N fiksācija ir lētāka un tai ir mazāks oglekļa pēdas nospiedums⁴⁵.

Tātad pākšaugu audzēšanas radītais pozitīvais efekts SEG emisiju samazināšanā (piesaistē) izpaužas divos galvenajos veidos: 1) pākšaugu laukos tiek izmantots mazāks N mēslojuma apjoms un 2) pākšaugu audzēšana pozitīvi ietekmē arī pēc tiem audzētos kultūraugus, kas var izpausties kā šo kultūraugu ražas palielinājums.

Sakarā ar to, ka SEG emisiju aprēķins augkopības kultūrām tiek balstīts uz faktiskajiem datiem par ražošanas apstākļiem – t.i. faktiskajām ražībām un mēslojuma izmantošanas apmēru, visi pākšaugu audzēšanas radītie pozitīvie efekti SEG N₂O emisiju samazināšanā tiešsaistes e-servisa ietvaros jau ir iekļauti aprēķinu algoritmos un tiek ņemti vērā, nosakot konkrētās saimniecības SEG emisiju apjomu.

Ietekme uz CO₂ emisijām un augsnes organiskā oglekļa krājumiem

Augsnes nozīme globālajā oglekļa (C) ciklā un nepieciešamība mazināt lauksaimniecības radītās SEG emisijas ir nepārtraukti pieaugusi⁴⁶. Augsne visā pasaulē tiek uzskatīta par lielāko oglekļa krātuvi, kas uzglabā vairāk oglekļa nekā ir tā kopējais daudzums virszemes biomasā un atmosfērā⁴⁷. Visā pasaulē augsnes augšējā metrā ir aptuveni 2135 Gt organiskā C, padarot to par šī būtiskā elementa galveno sauszemes krātuvi⁴⁸. Tomēr tādi faktori kā zemes izmantošanas un apsaimniekošanas prakse apvienojumā ar klimata pārmaiņu izraisīto temperatūras paaugstināšanos var veicināt augsnes pāreju no C krātuvēm uz ievērojamiem atmosfēras oglekļa dioksīda (CO₂) avotiem^{49,50,51}. Mainīgie klimatiskie apstākļi un temperatūras paaugstināšanās paātrina augsnē uzkrātā oglekļa izdalīšanos atmosfērā, vēl vairāk palielinot atmosfēras CO₂ līmeni un augsnes oglekļa zudumu⁵². Nelielas izmaiņas augsnes

⁴³ Holka M., Kowalska J., Jakubowska M. (2022). Reducing carbon footprint of agriculture – can organic farming help to mitigate climate change?. *Agriculture*, 12 (9), 1383, 2022.

⁴⁴ Özköse A., Kamaci M., Acar B. (2022). The importance of legumes for sustainable agriculture in Türkiye. In *Proceedings of 1st International Conference on Sustainable Ecological Agriculture (1st ICSEA)*, Konya, Türkiye 8-10 March 2022.

⁴⁵ Irisarri P., Imperial J., Lattanzi F.A., Monza J., Palacios J., Sanjuan J., Grossman J. (2021). Maximizing nitrogen fixation in legumes as a tool for sustainable agriculture intensification. *Frontiers in Agronomy*, 3, 796717, 2021.

⁴⁶ IPCC. Global warming of 1.5 °C. In *An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5 °C above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*; Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P.R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Pidcock, R., et al., Eds.; IPCC: Geneva, Switzerland, 2018.

⁴⁷ Rastogi M., Singh S., Pathak H. (2002). Emission of carbon dioxide from soil. *Curr. Sci.* 2002, 82, 510–517.

⁴⁸ De Rosa D., Ballabio C., Lugato E., Jones A., Panagos P. (2023). Soil organic carbon stocks in European croplands and grasslands: How much have we lost in the past decade? *Glob. Chang. Biol.* 2023, 30, e16992.

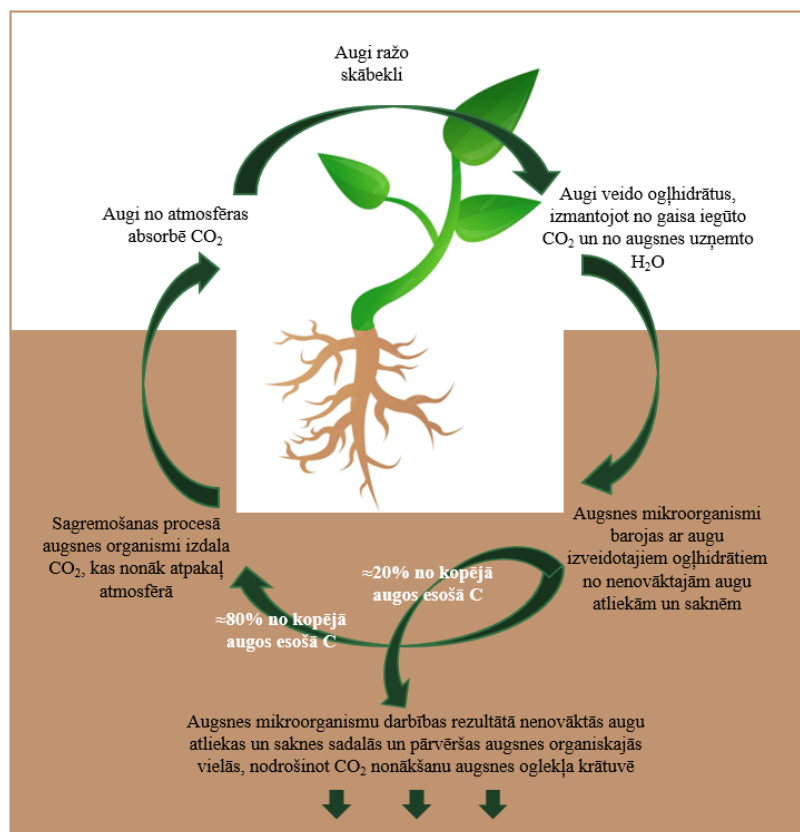
⁴⁹ Rodrigues L., Hardy B., Huyghebeert B., Fohrafellner J., Fornara D., Barančíková G., Bárcena T.G., De Boever M., Di Bene C., Feizienė D., et al. (2021). Achievable agricultural soil carbon sequestration across Europe from country-specific estimates. *Glob. Chang. Biol.* 2021, 27, 6363–6380.

⁵⁰ Lal R. (2004). Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma* 2004, 123, 1–22.

⁵¹ Zhao F., Wu Y., Hui J., Sivakumar B., Meng X., Liu S. (2021). Projected soil organic carbon loss in response to climate warming and soil water content in a loess watershed. *Carbon Balance Manag.* 2021, 16, 24.

⁵² Crowther T.W., Todd-Brown K.E.O., Rowe C.W., Wieder W.R., Carey J.C., Machmuller M.B., Snoek B.L., Fang S., Zhou G., Allison S.D., et al. (2016). Quantifying global soil carbon losses in response to warming. *Nature* 2016, 540, 104–108.

organiskā oglekļa (AOO) krājumos var būtiski ietekmēt atmosfēras C koncentrāciju, un attiecība 1 Pg augsnes C atbilst 0,47 ppm atmosfēras CO₂⁵³.



2.4. attēls. Oglekļa cikls augkopībā⁵⁴

Dažādu visā Eiropā veiktu ilgtermiņa augsnes monitoringa iniciatīvu un lauka eksperimentu rezultāti norāda uz augsnes organiskā oglekļa satura samazināšanos daudzās lauksaimniecības augsnēs^{55,56,57,58,59}. Arī Latvijā veikti pētījumi ar mērķi novērtēt augsnes organiskā oglekļa koncentrāciju un krājumus minerālaugsnēs aramzemēs un zālajos norāda uz samazinājuma tendencēm. Vidējais AOO krājums 0–40 cm augsnes slānī Latvijā, neņemot vērā augsnes grupu, bija samazinājies no 83 t C/ha aramzemē un 88.6 t C/ha zālajos 2014.–2015. gadā

⁵³ Lal R. (2016). Beyond COP 21: Potential and challenges of the “4 per Thousand” initiative. J. Soil Water Conserv. 2016, 71, 20A–25A.

⁵⁴ Autoru adaptēts attēls no: AgriSight. Issue 21: 2022. Carbon Storage and the Benefits to Agricultural Soils. Pieejams: https://www.cropnutrition.com/wp-content/uploads/2023/06/MC_1384_AgriSight_Carbon_Storage_and_Benefits_6_26_22_Post.pdf

⁵⁵ Spohn M., Braun S., Sierra C.A. (2023). Continuous decrease in soil organic matter despite increased plant productivity in an 80-years-old phosphorus-addition experiment. Commun. Earth Environ. 2023, 4, 251.

⁵⁶ Bellamy P.H., Loveland P.J., Bradley R.I., Lark R.M., Kirk G.J.D. (2005). Carbon losses from all soils across England and Wales 1978–2003. Nature 2005, 437, 245–248.

⁵⁷ Heikkinen J., Keskinen R., Kostensalo J., Nuutinen V. (2023). Climate change induces carbon loss of arable mineral soils in boreal conditions. Glob. Chang. Biol. 2023, 28, 3960–3973.

⁵⁸ Keel S.G., Anken T., Büchi L., Chervet A., Fliessbach A., Flisch R., Huguenin-Elie O., Mäder P., Mayer J., Sinaj S., et al. (2019). Loss of soil organic carbon in Swiss long-term agricultural experiments over a wide range of management practices. Agric. Ecosyst. Environ. 2019, 286, 106654.

⁵⁹ Rastogi M., Singh S., Pathak H. (2002). Emission of carbon dioxide from soil. Curr. Sci. 2002, 82, 510–517.

veiktajos novērojumos uz 82.78 t C/ha aramzemē un 76.95 t C/ha zālajos 2021.–2023. gada pētījumā^{60,61}.

Augsnes oglekļa saturs ietekmē tās funkcijas, struktūru, auglību un ūdens apsaimniekošanas īpašības, un tāpēc tam ir izšķiroša nozīme efektīvas lauksaimnieciskās ražošanas nodrošināšanā un klimata pārmaiņu mazināšanā^{62,63,64,65}. Tā kā veiksmīga un ilgtspējīga kultūraugu audzēšana ir būtiska pārtikas nodrošinājumam, AOO krājumu saglabāšanai ir ievērojama loma ne tikai klimata aizsardzībā, bet arī augsnes veselības uzlabošanā, lai nodrošinātu stabilu lauksaimniecības produktivitāti⁶⁶.

Pētījumu autori pauž vienotu viedokli, uzskatot, ka augsnes organiskā oglekļa zudumus var samazināt un C uzkrāšanos var palielināt, izmantojot īpašas lauksaimniecības prakses, kurām ir potenciāls uzlabot augsnes auglību un ekosistēmu pakalpojumu sniegšanu^{67,68}. ES Augsnes stratēģijā 2030. gadam “Veselīgas augsnes ieguvumu izmantošana cilvēkiem, pārtikai, dabai un klimatam” ir atzīts, ka mērķtiecīgas un konsekventas ilgtspējīgas augsnes apsaimniekošanas prakses īstenošana var veicināt klimatneitralitātes sasniegšanu. Lauksaimniecības augsnes veselības nodrošināšana, palielinot tajās uzkrāto augsnes organisko oglekli, ir būtiska klimata mērķu sasniegšanai^{69,70}. Tradicionālo lauksaimniecības prakšu pielietošanas rezultātā AOO krājumi ievērojami samazinās, tāpēc ir nepieciešama plašāka jaunāku, zema oglekļa emisiju lauksaimniecības metožu ieviešana. Lauksaimnieciskajā ražošanā atmosfēras CO₂ koncentrācijas samazināšanai pastāv trīs galvenās iespējas:

- 1) samazināt lauksaimniecības radītās emisijas;
- 2) palielināt augsnes oglekļa piesaistes spēju;
- 3) aizstāt fosilo kurināmo ar biodegvielu.

⁶⁰ Bardule A., Lupikis A., Butlers A., Lazdins A. (2017). Organic carbon stock in different types of mineral soils in cropland and grassland in Latvia. *Zemdirbyste-Agriculture*, vol. 104, No. 1 (2017), p. 3–8; DOI 10.13080/z-a.2017.104.001.

⁶¹ Petaja G., Ivbulē I., Zvaigzne Z.A., Purvina D., Upenieks E.M., Licite I., Lazdins A. (2024). Organic Carbon Stock in Mineral Soils in Cropland and Grassland in Latvia. *Environments* 2024, 11(4), 73; <https://doi.org/10.3390/environments11040073>.

⁶² Bastida F., Eldridge D.J., García C., Kenny G., Bardgett R.D., Delgado-Baquerizo M. (2021). Soil microbial diversity–biomass relationships are driven by soil carbon content across global biomes. *ISME J.* 2021, 15, 2081–2091.

⁶³ Prout J.M., Shepherd K.D., McGrath S.P., Kirk G.J.D., Haefele S.M. (2021). What is a good level of soil organic matter? An index based on organic carbon to clay ratio. *Eur. J. Soil Sci.* 2021, 72, 2493–2503.

⁶⁴ Wiesmeier M., Urbanski L., Hobbey E., Lang B., von Lützow M., Marin-Spiotta E., van Wesemael B., Rabot E., Ließ M., Garcia-Franco N., et al. (2019). Soil organic carbon storage as a key function of soils—A review of drivers and indicators at various scales. *Geoderma* 2019, 333, 149–162.

⁶⁵ Gerke J. (2022). The Central Role of Soil Organic Matter in Soil Fertility and Carbon Storage. *Soil Syst.* 2022, 6, 33.

⁶⁶ Ma Y., Woolf D., Fan M., Qiao L., Li R., Lehmann J. (2023). Global crop production increase by soil organic carbon. *Nat. Geosci.* 2023, 16, 1159–1165.

⁶⁷ Baveye P.C., Schnee L.S., Boivin P., Laba M., Radulovich R. (2020). Soil organic matter research and climate change: Merely re-storing carbon versus restoring soil functions. *Front. Environ. Sci.* 2020, 8, 579904.

⁶⁸ Lal R. (2018). Digging deeper: A holistic perspective of factors affecting soil organic carbon sequestration in agroecosystems. *Glob. Chang. Biol.* 2018, 24, 3285–3301.

⁶⁹ IPCC (2018). Global warming of 1.5 °C. In *An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5 °C above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*; Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P.R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Pidcock, R., et al., Eds.; IPCC: Geneva, Switzerland, 2018.

⁷⁰ European Commission. (2021). EU Soil Strategy for 2030: Reaping the Benefits of Healthy Soils for People, Food, Nature and Climate (Communication No. COM(2021) 699 Final; SWD(2021) 323 Final).

Galvenais mērķis ir palielināt augsnes oglekļa saturu un uzglabāt oglekli augsnē stabila humusa veidā, tādējādi veicinot gan klimata pārmaiņu mazināšanas mērķu sasniegšanu, gan prognozējamu lauksaimnieciskās ražošanas apjomu un pārtikas nodrošinājumu⁷¹. Pārtikas un lauksaimniecības organizācija ieviesa klimata ziņā viedas lauksaimniecības tehnoloģijas definīciju, uzsverot trīs galvenos aspektus – ilgtspējīgs lauksaimniecības produktivitātes pieaugums, noturības pret klimata pārmaiņām uzlabošana un SEG emisiju mazināšana⁷².

No izplatītākajām klimata ziņā viedajām lauksaimniecības tehnoloģijām pākšaugi tiek izmantoti kā zaļā seguma kultūras (*cover crops*) un tiek iekļauti augsekā.

Zaļā seguma kultūraugu sugu klāsts ir plašs un to loma augsnes veselības uzlabošanā ir atšķirīga. Pākšaugi šajā aspektā izceļas ar spēju piesaistīt atmosfēras slāpekli, krustziežu dzimtas sugām ir nozīme kaitēkļu apkarošanā, pateicoties to glikozinolāta savienojumam^{73,74}, bet citas kultūras var bagātināt augsni ar oglekli, pateicoties to augstajam biomasas daudzumam⁷⁵. Vairāku pētījumu rezultāti norāda, ka pākšaugiem kā zaļā seguma kultūrām ir lielāks potenciāls palielināt AOO frakcijas nekā nepākšaugu seguma kultūrām^{76,77}. Pētījumā par dažādu faktoru ietekmi uz augsnes organiskā oglekļa frakcijām, veicot 93 dažādu pētījumu rezultātu meta-analīzi, tika secināts, ka pākšaugu radītais efekta lieluma pieaugums dažādām augsnes organiskā oglekļa frakcijām bija lielāks nekā nepākšaugu seguma kultūrām, norādot, ka pākšaugu seguma kultūras ir efektīvākas nekā citi seguma kultūru veidi dažādu augsnes organiskā oglekļa frakciju uzlabošanā⁷⁸. Pākšaugu seguma kultūru atliekām ir zemāka oglekļa un slāpekļa attiecība, jo tās var piesaistīt atmosfēras slāpekli caur sakņu mezgliņiem⁷⁹, tāpēc tās ir jutīgākas pret mikrobu asimilāciju un mikrobu funkcionālās aktivitātes palielināšanos, sugām un pārpilnību, tādējādi veicinot organisko vielu apriti^{80,81}.

⁷¹ Batjes N.H. (1998). Mitigation of atmospheric CO₂ concentrations by increased carbon sequestration in the soil. *Biol. Fertil. Soils* 1998, 27, 230–235.

⁷² Maraseni T., An-Vo D.-A., Mushtaq S., Reardon-Smith K. (2021). Carbon smart agriculture: An integrated regional approach offers significant potential to increase profit and resource use efficiency, and reduce emissions. *J. Clean. Prod.* 2021, 282, 124555.

⁷³ Snapp S.S., Swinton S.M., Labarta R., Mutch D., Black J.R., Leep R., Nyiraneza J., O'Neil K. (2005). Evaluating Cover Crops for Benefits, Costs and Performance within Cropping System Niches. *Agron. J.* 2005, 97, 322–332.

⁷⁴ Gruver L.S., Weil R.R., Zasada I.A., Sardanelli S., Momen B. (2010). Brassicaceous and rye cover crops altered free-living soil nematode community composition. *Appl. Soil Ecol.* 2010, 45, 1–12.

⁷⁵ Tóth E., Magyar M., Cseresnyés I., Dencső M., Laborczy A., Szatmári G., Koós S. (2025). Climate-Smart Agricultural Practices—Strategies to Conserve and Increase Soil Carbon in Hungary. *Land* 2025, 14(6), 1206; <https://doi.org/10.3390/land14061206>.

⁷⁶ Ladoni M., Basir A., Robertson P.G., Kravchenko A.N. (2016). Scaling-up: Cover crops differentially influence soil carbon in agricultural fields with diverse topography. *Agric. Ecosyst. Environ.* 225, 93–103. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.03.021>

⁷⁷ Veloso M.G., Cecagno D., Bayer C. (2019). Legume cover crops under no-tillage favor organomineral association in microaggregates and soil C accumulation. *Soil Tillage Res.* 190, 139–146. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.03.003>

⁷⁸ Hu Q., Thomas B.W., Powlson D., Hu Y., Zhang Y., Jun X., Shi X., Zhang Y. (2023). Soil organic carbon fractions in response to soil, environmental and agronomic factors under cover cropping systems: A global meta-analysis. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2023, 355, 108591.

⁷⁹ Dabney S.M., Delgado J.A., Reeves D.W. (2001). Using winter cover crops to improve soil and water quality. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 32, 1221–1250. <https://doi.org/10.1081/CSS-100104110>

⁸⁰ Castellano M.J., Mueller K.E., Olk D.C., Sawyer J.E., Six J. (2015). Integrating plant litter quality, soil organic matter stabilization, and the carbon saturation concept. *Glob. Chang. Biol.* 21, 3200–3209. <https://doi.org/10.1111/GCB.12982>

⁸¹ Karl A.D., Merwin I.A., Brown M.G., Hervieux R.A., Vanden Heuvel J.E. (2016). Under-vine management impacts soil properties and leachate composition in a New York State Vineyard. *HortScience* 51, 941–949. <https://doi.org/10.21273/hortsci.51.7.941>.

Augu seka ir svarīga ilgtspējīgas lauksaimniecības sastāvdaļa, jo tā ietekmē vairākas augsnes īpašības. Pētījumā, pamatojoties uz 53 eksperimentu visaptverošu analīzi, tika secināts, ka augseka uzlaboja augsnes makroagregātu attiecību par 7–14%, uzlaboja agregātu stabilitāti par 7–9% un palielināja agregātu organiskā oglekļa saturu par 7–8% visiem agregātu izmēru diapazoniem⁸². Labi plānotas augsekas ieviešana var ievērojami uzlabot degradētu augsnes stāvokli. Ideālā gadījumā augsekā jāiekļauj vairāk nekā 2–3 tirgus kultūras. Pākšaugu iekļaušana augsekā palielina augsnes slāpekļa saturu, pateicoties slāpekļa fiksācijai, kas savukārt palielinās augu biomasu. Laika gaitā tas var veicināt augstāku organisko vielu saturu. Pareizi dažādota augseka var palielināt organisko vielu daudzumu par 0,15–0,5 t/ha gadā^{83,84}. Pētījumā par augsekas ietekmi kviešu–kartupeļu–rapšu–zirņu sistēmā tika atklāts, ka zirņu ražošanas gadā bija visaugstākās augsnes aktīvā oglekļa, organiskā oglekļa, kopējā C, nitrātu–N, olbaltumvielu un elektrovadītspējas vērtības, savukārt kviešu gadā vērtības bija viszemākās⁸⁵. Tomēr oglekļa uzkrāšanos augsnē ietekmē ļoti daudzi un dažādi vides un augsnes (temperatūra, mitrums, augšņu tipi) un agronomiskie (audzētie kultūraugi, augsnes apsaimniekošanas prakses) apstākļi⁸⁶, tāpēc šobrīd nav izveidota vienota metodoloģija oglekļa krājumu noteikšanai lauksaimniecības augsnēs.

Oglekļa piesaiste augsnē ir Zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības (ZIZIMM) sektora sastāvdaļa. Pašreiz nacionālajos ZIZIMM sektora emisiju aprēķinos tiek pieņemts, ka, mainoties kultūraugiem, bet aramzemei saglabājoties kā aramzemei, neto oglekļa piesaiste vai emisijas ir nulles līmenī. Tādēļ, ņemot vērā, ka tas attiecas uz ZIZIMM sektoru (nevis lauksaimniecības sektoru, uz kuru ir fokusēts AgroSEG rīks), kā arī neto oglekļa piesaistes/emisiju neitralitāti nacionālajos pieņēmumos un nepietiekamos pētījumu rezultātus un datu trūkumu novērtējumam lauku līmenī, šis aspekts aprēķinos netiek iekļauts.

2.9. Aprēķinu algoritmi neto SEG emisiju noteikšanai

2.9.1. VAAD datu iegūšana

Vispirms tiek iegūts autorizācijas talons (angl. *token*), kas tiek izmantots, lai piekļūtu pie galapunkta – VAAD datiem (2.5. attēlā – `GET_vaad_access_token()`).

Lai varētu saņemt autorizācijas talonu, API pieprasījumā norāda šādus autentifikācijas datus:

- `client_id`;
- `client_secret`;
- `grant_type`;
- `cope`;

⁸² Zheng F., Liu X., Ding W., Song X., Li S., Wu X. (2023). Positive effects of crop rotation on soil aggregation and associated organic carbon are mainly controlled by climate and initial soil carbon content: A meta-analysis. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2023, 355, 108600.

⁸³ Blair N., Crocker G.J. (2000). Crop rotation effects on soil carbon and physical fertility of two Australian soils. *Aust. J. Soil Res.* 2000, 38.

⁸⁴ Francaviglia R., Almagro M., Vicente-Vicente J.L. (2023). Conservation Agriculture and Soil Organic Carbon: Principles, Processes, Practices and Policy Options. *Soil Syst.* 2023, 7, 17.

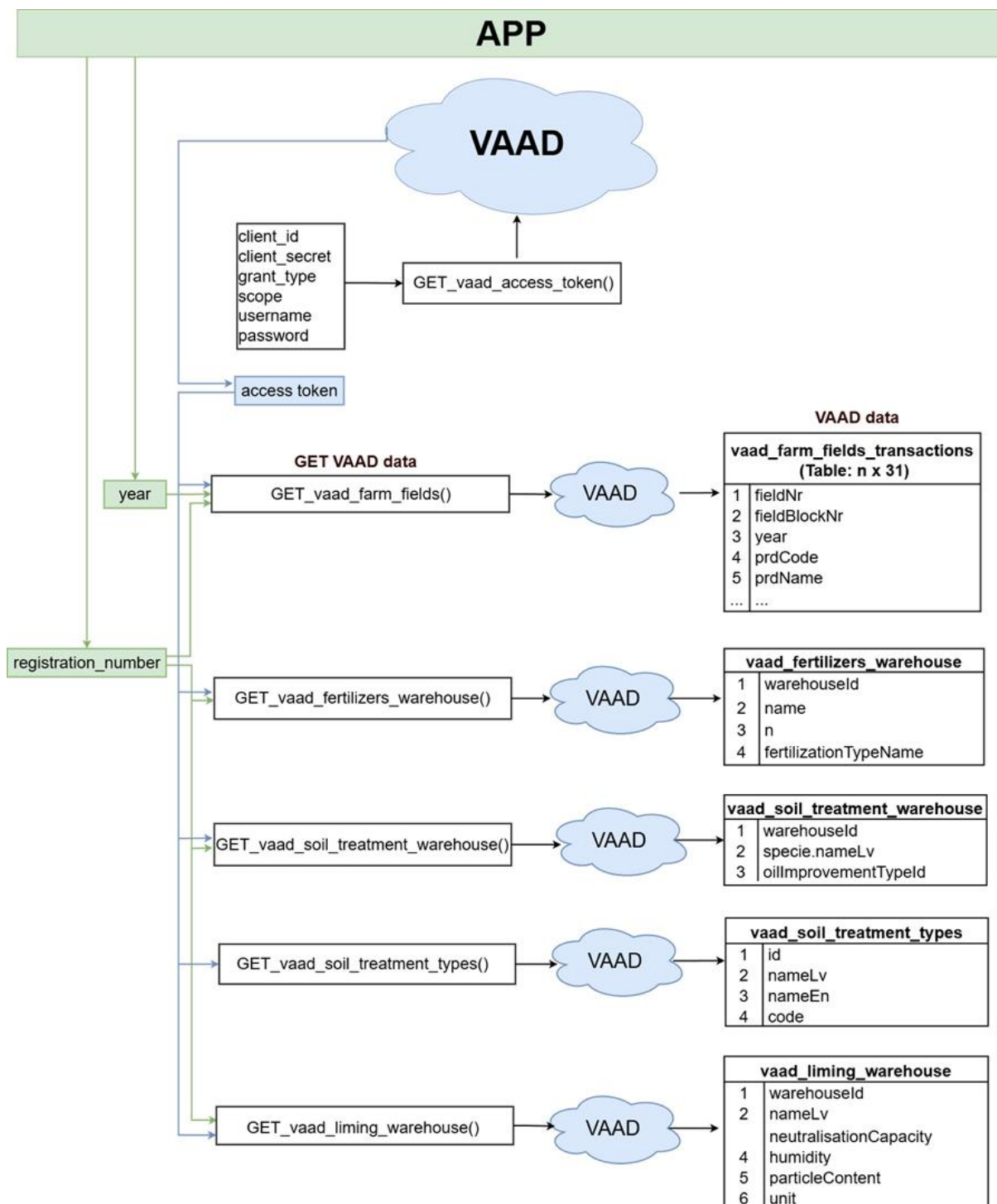
⁸⁵ Wu Q., Lawley Y., Congreves K.A. (2024). Soil health indicator responses to three years of cover crop and crop rotation in a northern semi-arid region, the Canadian prairies. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2024, 359, 108755.

⁸⁶ Hu Q., Thomas B.W., Powlson D., Hu Y., Zhang Y., Jun X., Shi X., Zhang Y. (2023). Soil organic carbon fractions in response to soil, environmental and agronomic factors under cover cropping systems: A global meta-analysis. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2023, 355, 108591.

- username;
- password.

Kad autorizācijas talons ir pieejams, iegūst sekojošus aprēķiniem nepieciešamus datus:

- saimniecības lauku notikuma dati (2.5. attēlā GET_vaad_farm_fields());
- minerālmēslu, augsnes ielabošanas, kā arī kaļķošanas līdzekļu noliktavas resursu dati (2.5. attēlā GET_vaad_fertilizers_warehouse(), GET_vaad_soil_treatment_warehouse(), GET_vaad_liming_warehouse());
- augsnes ielabošanas veidu dati (2.5. attēlā GET_vaad_soil_treatment_types()).

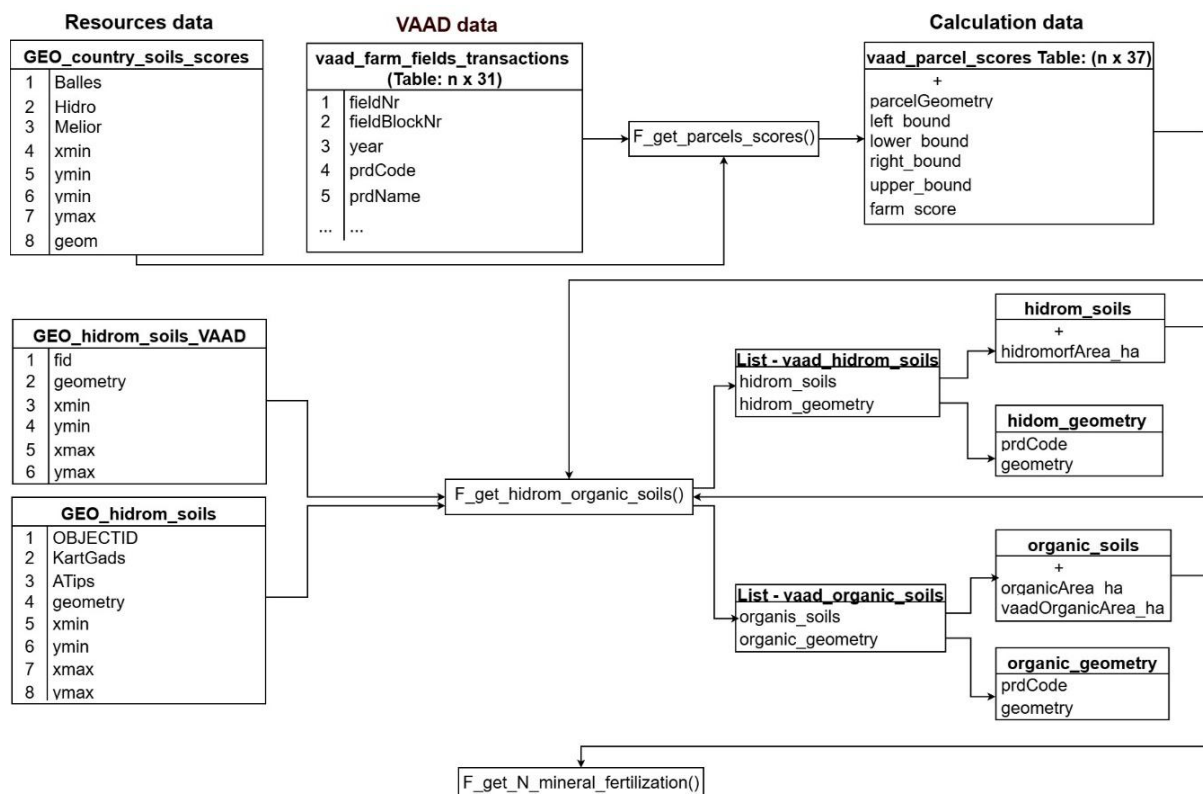


2.5. attēls. VAAD datu iegūšana

2.9.2. Aprēķinu veikšana

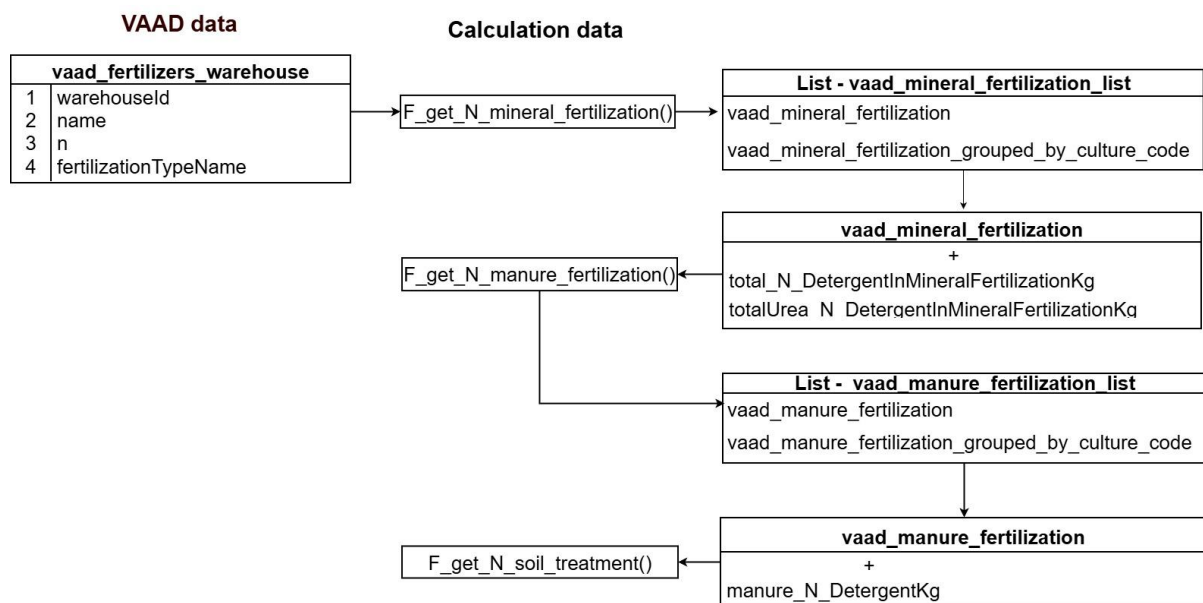
SEG aprēķinu sāk ar novērtējuma ballēs noteikšanu katram saimniecības laukam (skat. 2.6. attēlu). Šim nolūkam tiek izmantoti iepriekš izgūtie dati par saimniecības laukiem “vaad_farm_fields_transactions (Table: n x 31)” (skat. 2.5. attēlu “VAAD datu iegūšana”). Aprēķiniem izmanto arī Lauku atbalsta dienesta digitālo lauksaimniecības zemes balļu karti, kurā pieejams visu augšņu novērtējums ballēs. Kartē pieejamas arī visu augšņu ģeometrijas - GEO_country_soils_scores. Nākošais solis ir hidromorfo un organisko augšņu noteikšana

(2.6. attēlā F_get_hidrom_organic_soils()). Aprēķiniem izmanto arī digitalizēto vēsturisko augšņu karti un kūdraugšņu karti. Iegūto rezultātu izmanto nākamajā aprēķinu solī, nosakot N daudzumu no minerālmēsliem izmantošanas.



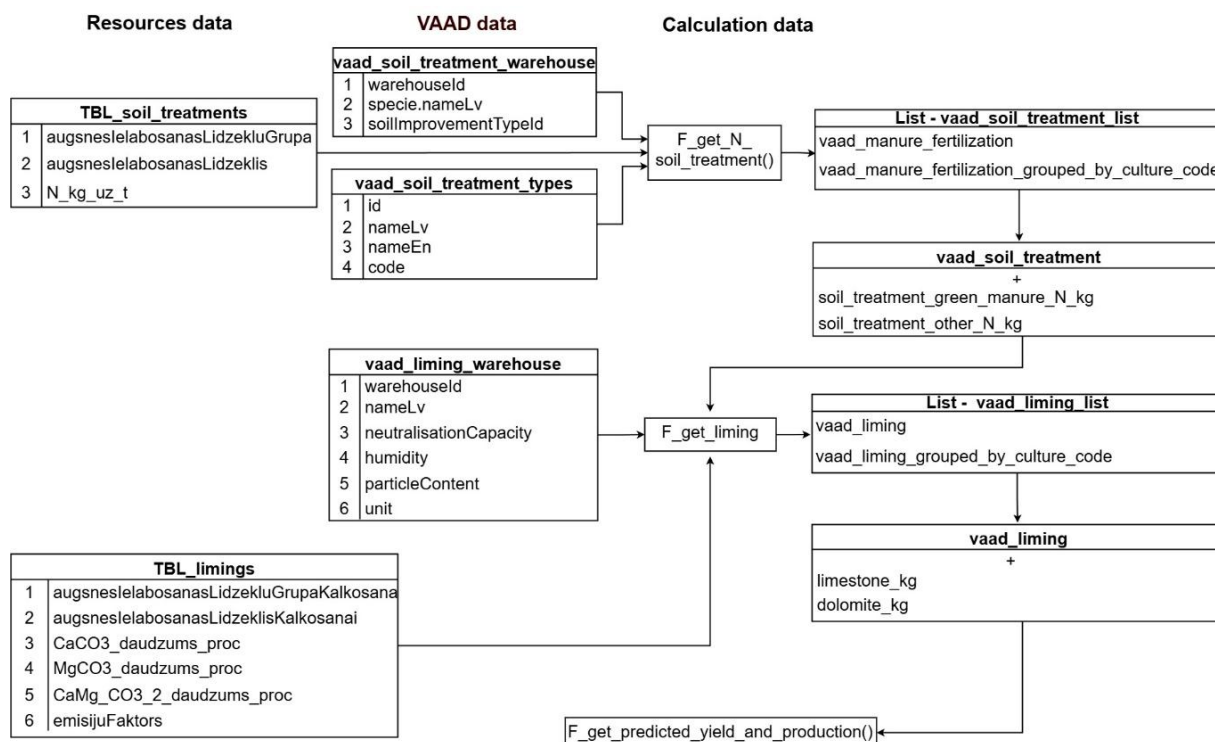
2.6. attēls. Lauku baļļu, hidromorfo un organisko augšņu noteikšana

2.7. attēlā ir atspoguļots uz lauka uzliktā N daudzuma no minerālmēsliem un kūtsmēsliem aprēķins. Izmantojot iepriekš iegūtos rezultātus, kā arī datus par saimniecības noliktavas resursiem – mēslošanas līdzekļiem, tiek aprēķināts uz lauka uzliktā N daudzums no konkrētiem minerālmēsliem un kūtsmēsliem. Iegūtos rezultātus tālāk izmanto, lai veiktu izmantotā N no augsnes ielabošanas līdzekļiem aprēķinu.



2.7. attēls. Minerālmēsli un kūtsmēsli N daudzuma aprēķins

2.8. attēlā ir redzams izmantotā N no augsnes ielabošanas līdzekļiem aprēķins – F_get_soil_treatment(), kā arī izmantotā kaļķakmens daudzuma aprēķins – F_get_liming. Aprēķiniem tiek izmantoti arī dati par augsnes ielabošanas un kaļķošanas līdzekļiem no VAAD resursu noliktavas.

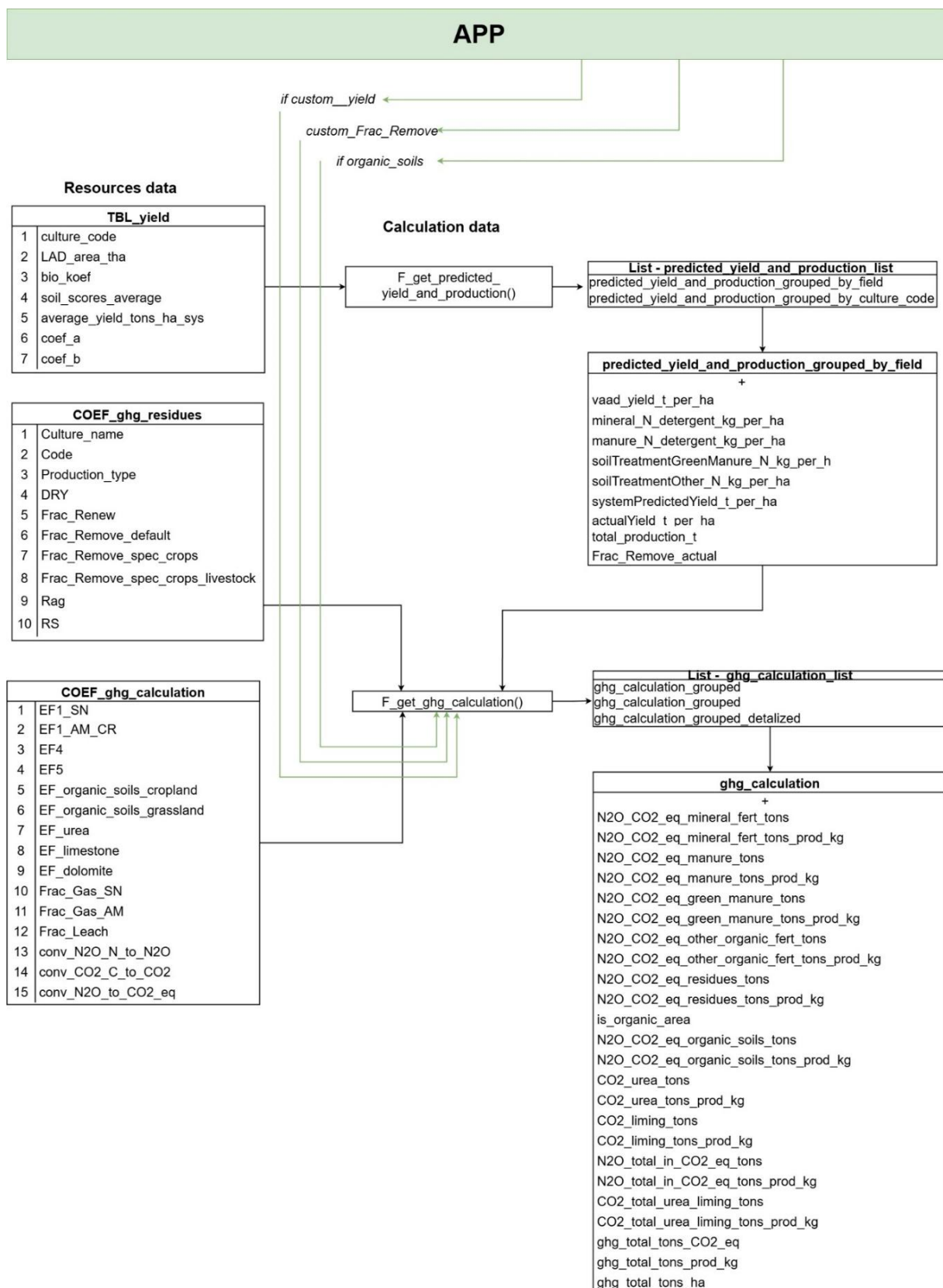


2.8. attēls. Augsneseilabošanas līdzekļu N daudzuma un kaļķošanas līdzekļu daudzuma aprēķins

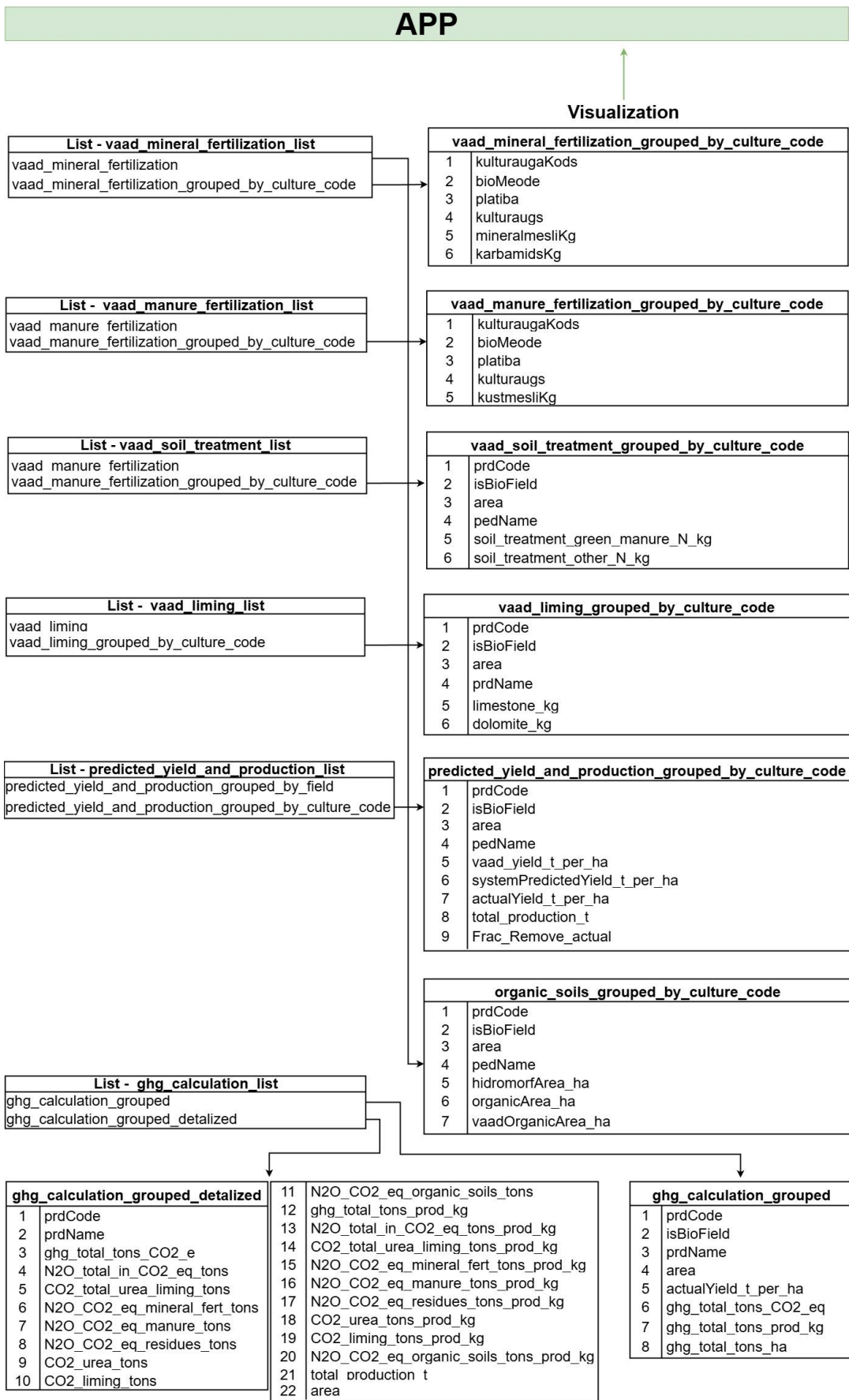
2.9. attēlā ir atspoguļots ražības, produkcijas un SEG emisiju aprēķins. Ražības aprēķinam izmanto resursu failu ar TBL_yield, kurā pieejamas valsts vidējās kultūraugu ražības un lauku balles. SEG emisiju aprēķinam tiek izmantoti resursu faili COEF_ghg_residues un COEF_ghg_calculation, kuros ir pieejamas emisiju faktoru vērtības. Veicot SEG aprēķinu, tiek ņemts vērā, vai lietotājs aplikācijā nav veicis korekcijas attiecībā uz rādītājiem, ko tas var mainīt, piemēram, kultūraugu ražība vai no lauka novākto salmu daļa. Šajā gadījumā SEG aprēķinā tiek izmantoti lietotāja norādītie dati. Tāpat, SEG aprēķini tiek veikti atbilstoši kūdraugsnes vai organiskām augsnes, ņemot vērā lietotāja aplikācijā izvēlēto opciju.

2.9.1. Datu vizualizācija

Aprēķina rezultātu atspoguļošana lietotājam aplikācijā jeb datu vizualizācijas process ir redzams 2.10. attēlā. Tiek attēloti rezultāti par minerālmēsli, kūstmēsli, augsnes ielabošanas un kaļķošanas līdzekļu izmantošanu augsnē, saimniecības hidromorfās un kūdraugsnes, kā arī atspoguļots ražības, kopražas un SEG emisiju aprēķina rezultāts.



2.9. attēls. Ražības, produkcijas un SEG emisiju aprēķins



2.10. attēls. Datu vizualizācija aplikācijā

Galvenie secinājumi un rekomendācijas

Projekta ietvaros izstrādātā metodoloģija un algoritmi SEG emisijas aprēķināšanai pākšaugu ražošanā būtiski uzlabo Latvijas lauku saimniecību kopējās ilgtspējas noteikšanu, dodot iespēju SEG emisiju aprēķinus papildus graudkopībai un piena lopkopībai veikt arī par saimniecībās esošajām pākšaugu platībām.

Izstrādātās metodoloģijas un algoritmu integrēšana SEG emisiju tiešsaistes e-servisa aplikācijā nodrošina saimniecības SEG emisiju noteikšanas iespējas arvien plašākam Latvijas lauksaimnieku skaitam, pie tam:

- 1) ir samazināts e-servisa aplikācijas lietotāju (lauksaimnieku) darba apjoms, jo valsts iestāžu datubāzēs esošā informācija nav jāievada atkārtoti;
- 2) aprēķinu veikšana lietotājiem ir maksimāli vienkāršota un neprasa specifiskas zināšanas, jo aprēķinu veikšanai tiek izmantoti aplikācijā iestrādāti algoritmi;
- 3) ir nodrošināta datu ticamība, iegūstot valsts iestāžu verificētus datus un nodrošinot specifisku aprēķinu veikšanu ar zinātniski pamatotām starptautiskajām prasībām un Latvijas specifikai atbilstošām metodēm.

Rekomendācijas: Sekmīgais projekta ieviešanas rezultāts un SEG emisiju noteikšanas aktualitātes pieaugums Eiropas “zaļās politikas” ietvaros nosaka nepieciešamību turpināt SEG emisiju noteikšanas e-servisa attīstību, papildinot aplikāciju ar SEG emisiju noteikšanas iespējām arī citos lauksaimniecības sektoros un pielāgojot tās risinājumus un rezultātu apkopošanas iespējas datu ieguvē un analīzē ieinteresēto pušu vajadzībām (bankas, kā arī citas institūcijas un uzņēmumi).

Pielikumi

1. pielikums. N saturs zaļmēslojuma augos⁸⁷

Zaļmēslojuma augs	N saturs (kopā biomasā), kg uz tonnu zaļmasas
Dzeltenā lupīna	7.29
Baltā lupīna	6.36
Baltais amoliņš	7.96
Zirņi	9.94
Vīķi	3.31
Sarkanais āboliņš - atāls	6.63
Seradella	4.24
Facēlija	4.44
Ziemas rapsis, pasēts pavasarī	8.59
Ziemas rapsis, sēts rugainē	7.02
Baltās sinepes, sētas rugainē	5.16
Elļas rutks	5.16
Griķi	4.15
Daudzziedu (viengadīgā airene)	1.00

⁸⁷ Kārklīšs & Līpenīte (2019). Aprēķinu metodes un normatīvi augsnes iekultivēšanai un mēslošanas līdzekļu lietošanai, 26. pielikums (N saturs zaļmasā); N saturs saknēs pierēķināts pēc apakšzemes atlieku pret virszemes biomasu proporcijas, ievērojot arī N satura atšķirību virszemes un apakšzemes atliekās, no 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Table 11.1A

2. pielikums. Kultūraugu vidējās ražības

code	culture_name	soil_scores_average	average_yield_tons_ha_sys	bio_koef	coef_a	coef_b	vienādojums
410	Lauka pupas	46.6	2.83	0.38	3.3612	7.8376	$y = 3,3612\ln(x) - 7,8376$
411	Pupas ar stiebrzāļu pasēju vai tauriņziežu pasēju	46.6	2.60	0.38	3.3612	7.8376	$y = 3,3612\ln(x) - 7,8376$
420	Zirņi	40.5	2.15	0.77	3.3612	7.8376	$y = 3,3612\ln(x) - 7,8376$
421	Zirņi ar stiebrzāļu pasēju vai tauriņziežu pasēju	40.5	2.00	0.77	3.3612	7.8376	$y = 3,3612\ln(x) - 7,8376$
443	Soja	43.8	2.24	0.5	3.3612	7.8376	$y = 3,3612\ln(x) - 7,8376$
444	Soja ar stiebrzāļu pasēju vai tauriņziežu pasēju	43.8	1.80	0.5	3.3612	7.8376	$y = 3,3612\ln(x) - 7,8376$
473	Soja sēklas ieguvei	43.8	2.24	0.5	3.3612	7.8376	$y = 3,3612\ln(x) - 7,8376$
859	Parastās jeb dārza pupiņas	45.4	2.1	0.84	3.3612	7.8376	$y = 3,3612\ln(x) - 7,8376$

3. pielikums. Rādītāji ražas atlieku N daudzuma noteikšanai⁸⁸

Kultūrauga nosaukums	LAD kultūr- augu kods	Grupa	DRY	Rag	RS	Nag	Nbg
Lauka (sīksēklu, vidēji rupju sēklu, rupjsēklu) pupas, t. sk. cūku (dārza) pupas	410	Pākšaugi	0.86	2.1	0.19	0.008	0.008
Zirņi	420	Pākšaugi	0.86	2.1	0.19	0.008	0.008
Soja	443	Pākšaugi	0.86	2.1	0.19	0.008	0.008
Soja sēklas ieguvei	473	Pākšaugi	0.86	2.1	0.19	0.008	0.008
Zirņi ar stiebrzāļu pasēju vai tauriņziežu pasēju	421	Pākšaugi	0.86	2.1	0.19	0.008	0.008
Pupas ar stiebrzāļu pasēju vai tauriņziežu pasēju	411	Pākšaugi	0.86	2.1	0.19	0.008	0.008
Soja ar stiebrzāļu pasēju vai tauriņziežu pasēju	444	Pākšaugi	0.86	2.1	0.19	0.008	0.008
Parastās jeb dārza pupiņas	859	Pākšaugi	0.86	2.1	0.19	0.008	0.008

⁸⁸ no 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, Table 11.1A; sausnas saturs visiem kultūraugiem un N saturs kviešiem no Latvia's National Inventory Document 2025; rādītāji rapsim un ripsim no Cool Farm Alliance (Cool Farm Tool and Platform - Technical Method Description – CFP version 3 and CFT version 2)