



Latvijas
Biozinātņu un tehnoloģiju
universitāte

Zinātniskā pētījuma

Zemes funkcionālās izmantošanas modeļa pilnveide

LAD lēmums	10.9.1-11/23/1981-e
Datums	12.06.2023.
Reģistrācijas Nr.	23-00-SOINZ03-000021

2023. gada novembris

Saturs

IEVADS	3
1. ZEMES FUNKCIJU NOVĒRTĒJUMA METODOLOGIJA	4
1.1. SOCIĀLEKONOMISKĀ FUNKCIJA	4
1.1.1. LAUKSAIMNIECĪBAS ZEME	4
1.1.2. MEŽA ZEMES	10
1.2. KLIMATA FUNKCIJA	13
1.2.1. LAUKSAIMNIECĪBAS ZEME	14
1.2.2. MEŽA ZEME	26
1.3. BIOLÓĢISKĀS DAUDZVEIDĪBAS FUNKCIJA	38
1.3.1. APRĒĶINU PIEEJA DZĪVOTŅU KVALITĀTES NOTEIKŠANAI	38
1.3.2. ZEMES RESURSU IZMANTOŠANAS IEROBEŽOJUMI ĪPAŠI AIZSARGĀJAMĀS DABAS TERITORIJĀS	43
1.4. ATJAUNĪGO RESURSU FUNKCIJA	44
1.4.1. ATJAUNĪGĀS ELEKTROENERĢIJAS NOZARE	44
1.5. KŪDRAS NOZARE	50
1.6. KARTOGRĀFISKAIS MATERIĀLS (MODEĻA BĀZES SCENĀRIJS)	53
1.6.1. KARTOGRĀFISKAIS MATERIĀLS ATJAUNĪGO RESURSU TĒLPISKAM IZVIETOJUMAM	53
1.6.2. KARTOGRĀFISKAIS MATERIĀLS NODARBINĀTĪBAS IZVIETOJUMAM	55
1.6.3. KARTOGRĀFISKAIS MATERIĀLS PEĻŅAS IZVIETOJUMAM	56
1.6.4. KARTOGRĀFISKAIS MATERIĀLS SĒG EMISIJU IZVIETOJUMAM	56
1.6.5. KARTOGRĀFISKAIS MATERIĀLS DZĪVOTŅU KVALITĀTES IZVIETOJUMAM	57
LITERATŪRAS SARAKSTS	58
PIELIKUMI	59

Ievads

Pētījuma mērķis ir izveidot zemes funkcionālās izmantošanas (ģeo) telpisko modeli ar vienotu struktūru dažādiem zemes sektoriem (lauksaimniecība, ZIZIMM), paplašinot un aktualizējot LandUp modeli. Ar šī rīka palīdzību varēs veikt politikas ietekmes telpiskās simulācijas ar zemes izmantošanu saistītajos tautsaimniecības sektoros, novērtējot sociālekonomisko ietekmi un ietekmi uz vidi.

Šī pētījuma darba uzdevumi ir:

1. Izveidot zemes funkcionālās izmantošanas telpisko modeli ar vienotu struktūru dažādiem sektoriem, par bāzi izmantojot LandUp modeli.
2. Aktualizēt aprēķinos izmantojamus vienādojumus.
3. Paātrināt modeļa darbību dinamisko aprēķinu veikšanai nākotnē (izveidot LandUp modeļa struktūru dinamisko aprēķinu veikšanai, pārrakstīt skriptus).
4. Iekļaut zemes funkcionālās izmantošanas modelī ar zemes izmantošanu saistītos enerģijas ražošanas sektorus, tādus kā vēja enerģijas ražošana un saules enerģijas ražošana.
5. Iekļaut zemes funkcionālās izmantošanas modelī ieguves rūpniecības nozares sektoru (kūdras ieguvi).

Šis projekts ir saturiski saistīts ar projektu “ZIZIMM mērķu sasniegšanai nepieciešamo lēmumu pieņemšanas atbalsta sistēmas izstrāde, optimālā pasākumu kopuma noteikšana un nepieciešamā finansējuma prognoze”. Šī projekta ietvaros izveidotais modelis ir izmantots pasākumu ietekmes noteikšanai.

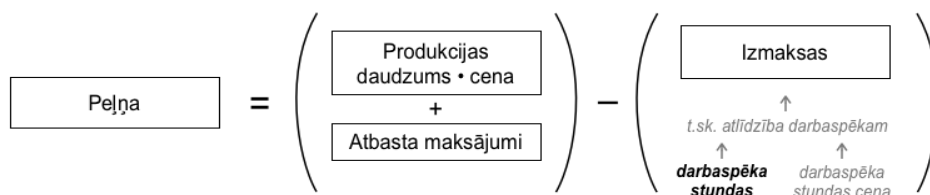
1. Zemes funkciju novērtējuma metodoloģija

Pētījumā analizētas piecas zemes funkcijas:

- Sociālekonomiskā, kas sadalās divās daļās:
 - Ekonomiskā (peļņa);
 - Sociālā (nodarbinātība);
- Klimats (SEG emisijas vai CO₂ piesaiste);
- Bioloģiskā daudzveidība (dzīvotņu kvalitāte).

1.1. Sociālekonomiskā funkcija

Sociālekonomiskās ietekmes noteikšanai izmantoti divi rādītāji: peļņa (EUR) un darbavietas (pilna darba laika ekvivalents). Ekonomisko funkciju raksturo peļņa, kas veidojas kā starpība starp ieņēmumiem un izmaksām (sk. 1.att.). Ņemot vērā, ka zemes laukiem un nogabaliem jeb poligoniem, kuriem noteikta sociālekonomiskā ietekme, ir dažāda platība, šie rādītāji vispirms noteikti uz vienu hektāru un pēc tam reizināti ar poligona platību. Izmantojot šādu pieeju, katram poligonam ir novērtēta gan peļņa, gan darba stundu ieguldījums.



1.att. Peļņas un darbavietu aprēķina shēma

1.1.1. Lauksaimniecības zeme

Ekonomiskā funkcija lauksaimniecības zemēs

Ieņēmumus lauksaimniecībā veido gan produkcijas realizācija (saražotās produkcijas daudzuma reizinājums ar produkcijas cenu), gan atbalsta maksājumi lauksaimniecībā. Atbalsta maksājumi ir iekļauti ieņēmumu sastāvā, jo tie lielā mērā ir esošā ES lauksaimniecības tirgus līdzsvara elements – ja ES līmenī nebūtu atbalsta maksājumu sistēmas, cenu līmenis lauksaimniecības precēm ES būtu augstāks.

Izmaksas iekļauj visas ar ražošanu tiešā vai netiešā veidā saistītās izmaksas, t.sk. starppatēriņu, pamatlīdzekļu nolietojumu, atlīdzību darbaspēkam un nekustamā īpašuma nodokli. Atlīdzība darbaspēkam ir novērtēta gan kā kopējā summa uz vienu hektāru, gan kā darbaspēka ieguldījums stundās uz vienu hektāru. Peļņa un atlīdzība darbaspēkam ir noteikta pirms nodokļu nomaksas. Peļņa un darbaspēkam izmaksātā atlīdzība ir savā starpā saistīti rādītāji, piemēram, palielinoties darbaspēka produktivitātei (stundas likmei un citām pozīcijām paliekot nemainīgām), to pašu produkcijas daudzumu ir iespējams saražot ar mazāku darbinieku skaitu un mazākām darbaspēka izmaksām, kā rezultātā palielinās peļņa. Šajā gadījumā notiek pārdale starp darbavietām un peļņu, tomēr kopējais ienesīgums paliek nemainīgs.

Mazajām saimniecībām ir raksturīgi, ka saimniecības īpašnieks ir arī darbinieks, tāpēc teorētiski saimniecībā nopelnītais var tikt izņemts gan kā atalgojums, gan kā peļņa, strādājot bez atlīdzības vai ar minimālo darba samaksu, tāpēc aprēķinā novērtēts darbaspēka reālais ieguldījums arī tad, ja oficiāli atlīdzība tiek izņemta peļņas veidā. Šī peļņa (vai peļņas daļa) pieskaitīta pie darbaspēka atlīdzības, samazinot grāmatvedības peļņu. Šāda “tīrā” peļņa raksturo zemes ekonomisko sniegumu.

Peļņas noteikšanai lauksaimniecībā izmantoti 2021. gada SUDAT un 2021. gada LLKC bruto segumu dati, kas ļauj noteikt peļņu lauksaimniecības sektoros atkarībā no dažādiem peļņas lielumu ietekmējošiem faktoriem.

Peļņa noteikta kā funkcija no vairākiem faktoriem:

$$\text{Peļņa} = f(P_{s,b}, Y_{s,b,r}, A_{s,b}, L_s, Z_{s,b}, N_{s,b}),$$

kur

- P – preču cena,
- Y – ražība,
- A – atbalsts,
- L – darbaspēka izmaksas,
- Z – citas izmaksas,
- N – nolietojums,
- s – saimniecības lieluma grupa,
- b – bioloģiskā ražošana,
- r – zemes kvalitatīvais vērtējums ballēs.

Lai nodrošinātu, ka aprēķinātie dati būtiski neatšķiras no statistikas datiem par lauksaimniecību, ir veikta simulēto datu kalibrācija.

Kompensācija par darbaspēka ieguldījumu ir atšķirīga dažāda lieluma saimniecībās – lielajās saimniecībās tā ir vienāda ar vidējo atalgojumu lauksaimniecības nozarē attiecīgajā gadā (un ir augstāka par atalgojuma mediānas vērtību nozarē). Samazinoties saimniecību lielumam, samazinās arī atalgojuma likme, jo šajās saimniecībās ir arī zemāka darbaspēka produktivitāte (sk. 1.tab.).

1.tab. Darbaspēka cenas pieņēmums

Cena EUR stundā	Lielās saimniecības	Vidēji lielas saimniecības	Mazās saimniecības	Ļoti mazas saimniecības
Darbaspēka cena (EUR stundā)	8,5	7,0	5,6	4,2

Nemot vērā cenu svārstības lauksaimniecības sektorā, aprēķinos izmantota vidējā cena laika periodam no 2019. līdz 2021. gadam. Vidējās ražības noteikšanai izmantota funkcija no augsnes kvalitatīvā vērtējuma ballēs. Darbaspēka izmaksas noteiktas, izmantojot darbaspēka ieguldījuma stundas un darbaspēka cenu pieņēmumu (sk. 2. tab.- 14. tab.).

2. tab. Pieņēmumi peļņas un kompensācijas darbaspēkam noteikšanai graudkopībā

Faktors	Lielās saimniecības	Vidēji lielas saimniecības	Mazās saimniecības	Ļoti mazas saimniecības
Konvencionālās saimniecības				
Cena (EUR/t)	171,9	171,9	154,71	137,52
Vidēja ražība (t/ha)	balles / 10 * 0,92			
Atbalsts (EUR/ha)	154	154	154	154
Darbaspēka izmaksas (EUR/ha)	127,5	126	134,4	134,4
Citas izmaksas un nolietojums	470	470	450	420
Bioloģiskās saimniecības				
Cena (EUR/t)	237,6	237,6	213,84	190,08
Vidēja ražība (t/ha)	balles / 10 * 0,375			
Atbalsts (EUR/ha)	271	271	271	271
Darbaspēka izmaksas (EUR/ha)	127,5	126	134,4	134,4

Faktors	Lielās saimniecības	Vidēji lielas saimniecības	Mazās saimniecības	Ļoti mazas saimniecības
Citas izmaksas un nolietojums	451	451	431	401

3.tab. Pieņēmumi peļņas un kompensācijas darbaspēkam noteikšanai eļļaugu ražošanā

Faktors	Lielās saimniecības	Vidēji lielas saimniecības	Mazās saimniecības	Ļoti mazas saimniecības
Konvencionālās saimniecības				
Cena (EUR/t)	350,1	350,1	315,09	280,08
Vidēja ražība (t/ha)	balles / 10 * 0,65			
Atbalsts (EUR/ha)	170	170	170	170
Darbaspēka izmaksas (EUR/ha)	127,5	126	134,4	134,4
Citas izmaksas un nolietojums	575	575	555	525
Bioloģiskās saimniecības				
Cena (EUR/t)	545,4	545,4	490,86	436,32
Vidēja ražība (t/ha)	balles / 10 * 0,104			
Atbalsts (EUR/ha)	267	267	267	267
Darbaspēka izmaksas (EUR/ha)	127,5	126	134,4	134,4
Citas izmaksas un nolietojums	194	194	174	144

4. tab. Pieņēmumi peļņas un kompensācijas darbaspēkam noteikšanai pākšaugu ražošanā

Faktors	Lielās saimniecības	Vidēji lielas saimniecības	Mazās saimniecības	Ļoti mazas saimniecības
Konvencionālās saimniecības				
Cena (EUR/t)	193,5	193,5	174,15	154,8
Vidēja ražība (t/ha)	balles / 10 * 0,725			
Atbalsts (EUR/ha)	222	222	222	222
Darbaspēka izmaksas (EUR/ha)	127,5	126	134,4	134,4
Citas izmaksas un nolietojums	462	462	442	412
Bioloģiskās saimniecības				
Cena (EUR/t)	317,7	317,7	285,93	254,16
Vidēja ražība (t/ha)	balles / 10 * 0,269			
Atbalsts (EUR/ha)	319	319	319	319
Darbaspēka izmaksas (EUR/ha)	127,5	126	134,4	134,4
Citas izmaksas un nolietojums	447	447	427	397

5. tab. Pieņēmumi peļņas un kompensācijas darbaspēkam noteikšanai kartupeļu ražošanā

Faktors	Lielās saimniecības	Vidēji lielas saimniecības	Mazās saimniecības	Ļoti mazas saimniecības
Konvencionālās saimniecības				
Cena (EUR/t)	152,1	152,1	152,1	152,1
Vidēja ražība (t/ha)	36	32	24	18
Atbalsts (EUR/ha)	150	150	150	150
Darbaspēka izmaksas (EUR/ha)	612	1155	1248,8	1323
Citas izmaksas un nolietojums	1462	2033	2397	2974
Bioloģiskās saimniecības				
Cena (EUR/t)	216	216	216	216
Vidēja ražība (t/ha)	15	12	10	8

Faktors	Lielās saimniecības	Vidēji lielas saimniecības	Mazās saimniecības	Ļoti mazas saimniecības
Atbalsts (EUR/ha)	680	680	680	680
Darbaspēka izmaksas (EUR/ha)	612	1155	1248.8	1323
Citas izmaksas un nolietojums	2382	1805	1441	870

6. tab. Pieņēmumi peļņas un kompensācijas darbaspēkam noteikšanai dārzeņu ražošanā

Faktors	Lielās saimniecības	Vidēji lielas saimniecības	Mazās saimniecības	Ļoti mazas saimniecības
Konvencionālās saimniecības				
Cena (EUR/t)	504	504	504	504
Vidēja ražība (t/ha)	13	11	11	9
Atbalsts (EUR/ha)	680	680	680	680
Darbaspēka izmaksas (EUR/ha)	2414	2590	3052	2457
Citas izmaksas un nolietojums	4319	3781	2689	2437
Bioloģiskās saimniecības				
Cena (EUR/t)	789,3	789,3	789,3	789,3
Vidēja ražība (t/ha)	11	11	9	8
Atbalsts (EUR/ha)	1079	1079	1079	1079
Darbaspēka izmaksas (EUR/ha)	2414	2590	3052	2457
Citas izmaksas un nolietojums	3767	3229	2137	1885

7. tab. Pieņēmumi peļņas un kompensācijas darbaspēkam noteikšanai ilggadīgo kultūraugu ražošanā

Faktors	Lielās saimniecības	Vidēji lielas saimniecības	Mazās saimniecības	Ļoti mazas saimniecības
Cena (EUR/t)	785,7	785,7	785,7	785,7
Vidēja ražība (t/ha)	7,8	7,8	7,8	7,8
Atbalsts (EUR/ha)	286	286	286	286
Darbaspēka izmaksas (EUR/ha)	3230	3150	3080	2310
Citas izmaksas un nolietojums	3259	2800	2212	2212

8. tab. Pieņēmumi peļņas un kompensācijas darbaspēkam noteikšanai papuvei

Faktors	Lielās saimniecības	Vidēji lielas saimniecības	Mazās saimniecības	Ļoti mazas saimniecības
Konvencionālās saimniecības				
Ieņēmumi (EUR/ha)	0	0	0	0
Atbalsts (EUR/ha)	150	150	150	150
Darbaspēka izmaksas (EUR/ha)	51	49	67,2	92,4
Citas izmaksas un nolietojums	79	79	59	49
Konvencionālās saimniecības				
Ieņēmumi (EUR/ha)	0	0	0	0
Atbalsts (EUR/ha)	247	247	247	247
Darbaspēka izmaksas (EUR/ha)	51	49	67,2	92,4
Citas izmaksas un nolietojums	110	110	90	60

9.tab. Pieņēmumi peļņas un kompensācijas darbaspēkam noteikšanai sētiem zālājiem

Faktors	Lielās saimniecības	Vidēji lielas saimniecības	Mazās saimniecības	Ļoti mazas saimniecības
Cena (EUR/t)	9,9	9,9	9,9	9,9
Vidēja ražība (t/ha)	8	8	8	8
Atbalsts (EUR/ha)	150	150	150	150
Darbaspēka izmaksas (EUR/ha)	136	133	140	142,8
Citas izmaksas un nolietojums	254	253	200	113

10.tab. Pieņēmumi peļņas un kompensācijas darbaspēkam noteikšanai pļavām un ganībām

Faktors	Lielās saimniecības	Vidēji lielas saimniecības	Mazās saimniecības	Ļoti mazas saimniecības
Cena (EUR/t.s.)	36,9	36,9	36,9	36,9
Vidēja ražība (t.s./ha)	1,49	1,49	1,49	1,49
Atbalsts (EUR/ha)	150	150	150	150
Darbaspēka izmaksas (EUR/ha)	51	56	61.6	96.6
Citas izmaksas un nolietojums	246	241	230	192

11.tab. Pieņēmumi peļņas un kompensācijas darbaspēkam noteikšanai citu kultūraugu ražošanā

Faktors	Lielās saimniecības	Vidēji lielas saimniecības	Mazās saimniecības	Ļoti mazas saimniecības
Cena (EUR/t)	2700	2700	2700	2700
Vidēja ražība (t/ha)	0,16	0,16	0,16	0,16
Atbalsts (EUR/ha)	150	150	150	150
Darbaspēka izmaksas (EUR/ha)	765	805	896	945
Citas izmaksas un nolietojums	293	287	241	168

12. tab. Pieņēmumi peļņas un kompensācijas darbaspēkam noteikšanai piena ražošanā

Faktors	Lielās saimniecības	Vidēji lielas saimniecības	Mazās saimniecības	Ļoti mazas saimniecības
Cena (EUR/t)	0,297	0,288	0,261	0,225
Vidēja ražība (t/dz)	11000	9000	5500	5000
Atbalsts (EUR/dz)	236	236	236	236
Darbaspēka izmaksas (EUR/dz)	595	630	1008	1806
Citas izmaksas un nolietojums	1626	1578	672	300

13. tab. Pieņēmumi peļņas un kompensācijas darbaspēkam noteikšanai zīdītājgovju sektorā

Faktors	Lielās saimniecības	Vidēji lielas saimniecības	Mazās saimniecības	Ļoti mazas saimniecības
Cena (EUR/dz)	2,52	2,52	2,52	2,52
Vidējā ražība (t/dz)	240	240	200	200
Atbalsts (EUR/dz)	132	132	132	132
Darbaspēka izmaksas (EUR/dz)	127.5	105	128.8	189
Citas izmaksas un nolietojums	564	589	422	352

14. tab. Pieņēmumi peļņas un kompensācijas darbaspēkam noteikšanai aitkopības sektorā

Faktors	Lielās saimniecības	Vidēji lielas saimniecības	Mazās saimniecības	Ļoti mazas saimniecības
Cena (EUR/dz)	2,25	2,25	2,25	2,25
Vidējā ražība (t/dz)	36	36	36	36
Atbalsts (EUR/dz)	34	34	34	34
Darbaspēka izmaksas (EUR/dz)	76,5	63	100,8	151,2
Citas izmaksas un nolietojums	50	50	20	20

Sociālā funkcija lauksaimniecības zemēs

Lai noteiktu darbaspēka ieguldījumu, izmantoti Latvijas 2021. gada SUDAT saimniecību dati). Aprēķinos arī izmantoti 2021. gada publicētie LLKC bruto segumu dati darbaspēka stundu ieguldījuma noteikšanai un LLKC aprēķinos izmantotā npublicētā informācija par veicamo aktivitāšu laika ietilpību.

Proporciju noteikšanai starp darbaspēka patēriņu GEP platībai, papuvei, zālājiem aramzemē un pļavās un ganībās izmantota LLKC informācija par veicamajām aktivitātēm un to laika ietilpību.

Dažādās saimniecībās ir atšķirīgi darba ražības rādītāji, tāpēc saimniecības ir sadalītas 4 grupās: lielās saimniecības, vidējās saimniecības, mazās saimniecības un ļoti mazas saimniecības.

15. tab. Saimniecību lieluma grupas dažādos lauksaimniecības sektoros

Saimniekošanas veids	Saimniecības lielums grupā			
	Lielās saimniecības	Vidējās saimniecības	Mazās saimniecības	Ļoti mazās saimniecības
GEP (graudaugi, eļļaugi, pākšaugi), ha	>300	>100, ≤300	>20, ≤100	≤20
Kartupeļi, ha	>30	>10, ≤30	>2, ≤10	≤2
Dārzeni, zemenes, ziedi, ha	>30	>10, ≤30	>2, ≤10	≤2
Ilggadīgie kultūraugi, ha	>30	>10, ≤30	>2, ≤10	≤2
Citi kultūraugi, ha	>150	>50, ≤150	>10, ≤50	≤10
Papuve (lielums pēc LIZ platības), ha	>300	>100, ≤300	>20, ≤100	≤20
Zālāji aramzemē, ha	>300	>100, ≤300	>20, ≤100	≤20
Pļavas un ganības, ha	>300	>100, ≤300	>20, ≤100	≤20
Slaucamās govīs, skaits	>200	>30, ≤200	>4, ≤30	≤4 dz.
Zīdītājgovīs, skaits	>200	>30, ≤200	>4, ≤30	≤4 dz.
Zirgi, skaits	–	>30	>4, ≤30	≤4 dz.
Kazas, skaits	–	>50	>5, ≤50	≤5 dz.
Aitas, skaits	–	>50	>5, ≤50	≤5 dz.
Cūkas, skaits	≥1000	≥100, <1000	≥5, <100	<5 dz.
Putni, skaits	≥50k	≥1k, <50k	≥20, <1k	<20 dz.
Bišu saimes, skaits	≥150	>30, ≤150	>5, ≤30	≤5

Dažādās saimniecībās ir būtiski atšķirīgs darbaspēka ieguldījums produkcijas ražošanai. Kaut arī atsevišķas mazās saimniecības darbaspēka produktivitātes ziņā apsteidz atsevišķas lielās saimniecības, tomēr kopumā ir vērojama tendence – jo mazāka ir saimniecība, jo lielāks ir darbaspēka ieguldījums, rēķinot uz vienu platības hektāru vai vienu dzīvnieku.

16. tab. Vidējais darbaspēka ieguldījums uz vienu hektāru vai vienu dzīvnieku dažāda lieluma saimniecībās, stundas

Saimniekošanas veids	Darbaspēka ieguldījums			
	Lielās saimniecības	Vidējās saimniecības	Mazās saimniecības	Ļoti mazās saimniecības
GEP (graudaugi, eļļaugi, pākšaugi)	15	18	24	32
Kartupeļi	72	165	223	315
Dārzeni, zemenes, ziedi	284	370	545	585
Ilggadīgie kultūraugi	380	450	550	550
Citi kultūraugi	90	115	160	225
Papuve	6	7	12	22
Zālāji aramzemē	16	19	25	34
Pļavas un ganības	6	8	11	23
Koksnes augi	10	12	18	25
Slaucamās govīs (ar teļiem)	70	90	180	430
Zīdītājgovīs (ar teļiem)	15	15	23	45
Zirgi	17	17	25	50
Kazas	42	42	70	200
Aitas	9	9	18	36
Cūkas	4,1	16	54	90
Putni	0,7	2	3	5
Bišu saimes	20	32	44	69

Veicot darbaspēka ieguldījuma novērtējumu dažādiem lauksaimniecības sektoriem un saimniecību lieluma grupām, veikta datu kalibrēšana. Kalibrēšanas mērķis ir nodrošināt, lai, pielietojot novērtētās darbaspēka ieguldījuma stundas visām platībām un dzīvniekiem, kopējais aprēķinātais darbaspēka ieguldījums lauksaimniecībā sakristu ar kopējo darbaspēka ieguldījumu saskaņā ar statistikas datiem. Datu kalibrēšanai tiks izmantota lauksaimniecības darbaspēka ieguldījuma statistika¹.

1.1.2. Meža zemes

Ekonomiskā funkcija meža zemēs

Atšķirībā no lauksaimniecības peļņa mežsaimniecībā nav iegūstama katru gadu, bet vidēji 2 līdz 3 reizes viena audzes rotācijas cikla laikā (vidēji 30 līdz 100 gadu cikls atkarībā no valdošās sugas un bonitātes). Kopējā peļņa ir starpība starp visiem ieņēmumiem no mežizstrādes un izdevumiem, kas rodas mežizstrādes operācijās un meža atjaunošanā. Viena m³ peļņa ir atkarīga no audzes valdošās sugas, bonitātes un meža tipa, tāpēc tā ir aprēķināta katram meža nogabalam atsevišķi. Informācija par mežizstrādes veidu un apjomu iegūta no Valsts meža dienesta ikgadējiem pārskatiem, kura pēc tam telpiski tiek piesaistīta Valsts meža reģistra datubāzei.

Pieņemts, ka ieņēmumi no mežizstrādes veidojas realizējot koksnes sortimentus, veicot galveno cirti un krājas kopšanas cirti, savukārt koksnes daudzums un tās sadalījums sortimentos ir atkarīgs cirtes veida un valdošās sugas nogabalā. Izdevumu pozīciju veido izdevumi, kas rodas, sagatavojot šos sortimentus, kā arī mežkopības pasākumi pēc galvenās cirtes – augsnes sagatavošana, stādmateriālu iegāde, stādīšana, agrotehniskā kopšana un sastāva kopšanas cirtes. Ieņēmumi ir aprēķināti, balstoties

¹ Eurostat, Agricultural labour input statistics, available at: http://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/aact_ali01

uz pieņēmumu, ka vienas un tās pašas valdošās sugas audzēs iegūstams vienāds sortimentu īpatsvars un tas ir atkarīgs no valdošās sugas (skat. 17. tab.).

17. tab. Koksnes sortimentu īpatsvars no iegūstamās koksnes atkarībā no nogabala valdošās sugas

Valdošā koku suga	Sortimentu veids, īpatsvars			
	Skuju koku zāģbaļķi	Lapu koku zāģbaļķi	Papīrmalka	Malka
Priede	0,75	0,02	0,19	0,04
Egle	0,51	0,12	0,29	0,09
Bērzs	0,23	0,28	0,39	0,10
Apse	0,00	0,36	0,01	0,63
Melnalksnis	0,00	0,67	0,00	0,33
Baltalksnis	0,00	0,22	0,00	0,78
Citas sugas	0,25	0,28	0,15	0,33

Ikgadējais mežizstrādes apjoms tiek reizināts ar sortimentu īpatsvaru un ar cenu par attiecīgo sortimentu, iegūstot ieņēmumus. Pieņemts, ka cena ir atkarīga no sugas, sortimentu un cirtes veida (skat. 18. tab.).

18. tab. Dažādu koksnes sortimentu cenas atkarībā no valdošās sugas

Suga	Cenas, EUR par m ³			
	Skuju koku zāģbaļķi	Lapu koku zāģbaļķi	Papīrmalka	Malka
Priede	75	57	52	35
Egle	75	57	50	35
Bērzs	75	57	51	35
Melnalksnis	0	50	0	35
Apse	0	57	51	35
Baltalksnis	0	50	0	35
Citas sugas	75	57	51	35

Ar meža zemju apsaimniekošanu saistītie izdevumi sastāv no divām pozīcijām. Pirmkārt, izdevumi, kuri veidojas mežizstrādes laikā, kad tiek iegūta koksne. Mežizstrādes laikā izdevumi veidojas trīs darba operāciju laikā – koksnes zāģēšana, koksnes pievešana līdz krautuvei un koksnes aizvešana. Tiek pieņemts, ka izdevumi mežizstrādes operāciju laikā ir vienādi ar tiem, kuri veidotos veicot galveno cirti – mežizstrāde – (6,05 EUR m³), koksnes pievešana no cirtas līdz ceļam (4,7 EUR m³) un kokmateriālu transportēšana no ceļa līdz iepirkšanas punktam (6,7 EUR m³). Nogabala kopējās potenciālās izmaksas veidojas mežizstrādes izmaksas reizinot ar krājas pieaugumu. Aprēķiniem izmantoti CSP dati par periodu no 2018. – 2020. gadam.

Otrkārt, izdevumi veidojas meža atjaunošanas laikā pēc galvenās cirtes, kur tiek iekļauti izdevumi par tādiem mežkopības pasākumiem kā augsnes sagatavošana, stādīšana un stādmateriāls, agrotehniskā kopšana, jaunaudžu aizsardzība (piemēram, pret pārnadžiem), sastāva kopšanas cirtes. Atjaunošanas izmaksas ir atkarīgas no valdošās sugas un meža tipa (meža zemes kvalitātes grupas). Ņemot vērā, ka šis aprēķins tiek veikts par potenciālo peļņu un izmaksām par ikgadējo krājas

pieaugumu, mežkopības izdevumu summa tiek dalīta ar rotācijas cikla ilgumu, iegūstot viena gada izmaksas (sk. 19. tab.).

19. tab. Mežkopības pasākumu izmaksas atkarībā no meža tipa un kvalitātes grupas

Meža tips	Meža zemes kvalitātes grupa	Izmaksas, EUR ha ⁻¹ vienā rotācijas ciklā				
		Augsnes gatavošana	Stādāmais materiāls	Agr. kopšana	Stādīšana	Sastāva kopšanas cirte
Sils	2	146	358	127	111	145
Mētrājs	3	146	450	125	115	142
Lāns	3	146	450	125	115	142
Damaksnis	4	155	432	131	124	210
Vēris	4	155	432	131	124	144
Gārša	4	155	432	131	124	144
Grīnis	1	155	356	130	130	136
Slapjais mētrājs	2	145,76	358,15	127,12	110,66	144,76
Slapjais damaksnis	2	145,76	358,15	127,12	110,66	144,76
Slapjais vēris	2	145,76	358,15	127,12	110,66	144,76
Slapjā gārša	2	145,76	358,15	127,12	110,66	144,76
Purvājs	1	154,975	356,21	129,52	129,52	135,98
Niedrājs	2	145,76	358,15	127,12	110,66	144,76
Dumbrājs	2	145,76	358,15	127,12	110,66	144,76
Liekņa	2	145,76	358,15	127,12	110,66	144,76
Viršu ārenis	2	145,76	358,15	127,12	110,66	144,76
Mētru ārenis	3	146,15	450,1025	124,98	115,12	141,98
Šaurlapu ārenis	4	154,52	431,6625	131,11	124,06	143,76
Platlapu ārenis	4	154,52	431,6625	131,11	124,06	143,76
Viršu kūdrenis	2	145,76	358,15	127,12	110,66	144,76
Mētru kūdrenis	3	146,15	450,1025	124,98	115,12	141,98
Šaurlapju kūdrenis	4	154,52	431,6625	131,11	124,06	143,76
Platlapju kūdrenis	4	154,52	431,6625	131,11	124,06	143,76

Sociālā funkcija meža zemēs

Līdzīgi kā peļņas aprēķins mežsaimniecībā, arī darbaspēka ieguldījuma novērtējums ir veikts, vienā rotācijas ciklā patērēto darba laiku izdalot ar rotācijas cikla garumu, iegūstot cikla vidējo ikgadējo nodarbinātību. Šāda pieeja izmantota, jo mežsaimniecības un mežizstrādes darbi notiek cikliski ar ilgstošiem pārtraukumiem. Kopējais patērētais darba laiks veidojas, saskaitot visas darba stundas, kas ir patērētas, sākot no augsnes apstrādes līdz koksnes iegūšanai galvenajā cirtē. Aprēķinos ir izmantotas divas pieejas patērēto darba stundu aprēķinam. Koksnes ieguves laikā darbaspēka ieguldījums ir aprēķināts, reizinot viena koksnes kubikmetra iegūšanai patērēto laika daudzumu ar kopējo iegūto koksnes apjomu, kamēr pārējās darba operācijās ir izmantoti koeficienti, kas norāda patērēto darba laiku uz vienu hektāru.

Koksnes ieguvē patērētais darba laiks veidojas no trīs darba operācijām, kuras ir attēlotas 20. tab. – koksnes zāgēšana ar harvesteru vai motorzāģi, koksnes pievešana līdz krautuvei un koksnes aizvešana.

20. tab. Darbaspēka ieguldījums sadalījumā pēc cirtes un īpašuma veida mežizstrādē. Apzīmējumi: GC- galvenā cirte, KKC- krājas kopšanas cirte

Cirtes veids	Īpašuma veids	Darbaspēka ieguldījums, stundas / m ³			
		Zāģēšana ar harvesteru	Zāģēšana ar motorzāģi	Pievešana	Aizvešana
GC	Valsts	0,05	1,06	0,09	0,13
GC	Privātie	0,06	1,06	0,10	0,18
KKC	Valsts	0,14	1,54	0,14	0,13
KKC	Privātie	0,15	1,54	0,17	0,18

Mežizstrādes process tiek veikts, izmantojot divus koku zāģēšanas paņēmienus – ar motorzāģi un ar harvesteru. Aprēķinos ir izmantoti koeficienti, kuri apzīmē katra paņēmiena izmantošanas īpatsvaru no kopējā ciršanas apjoma, ar kādu katrs paņemiens tiek izmantos (21.tab.).

21.tab. Koku zāģēšanas paņēmiena īpatsvars no kopējā mežizstrādes apjoma, sadalījumā pēc cirtes un īpašuma veida. Apzīmējumi: GC- galvenā cirte, KKC- krājas kopšanas cirte.

Cirtes veids	Īpašuma veids	Metodes īpatsvars mežizstrādē	
		Harvesters	Motorzāģis
GC	Valsts	0,97	0,03
GC	Privātie	0,90	0,10
KKC	Valsts	0,93	0,07
KKC	Privātie	0,85	0,15

Pārējie ar mežsaimniecību un mežkopību saistītie pasākumi – augsnes sagatavošana, stādīšana, stādījumu papildināšana, jaunaudžu aizsardzība, piemēram, pret pārnadžu postījumiem, darbaspēka ieguldījums ir attiecināms uz platības vienībām, atkarībā no sugas (22. tab.).

22. tab. Darbaspēka ieguldījums mežkopības pasākumiem atkarībā no valdošās koku sugas.

Suga	Darbaspēka ieguldījums, stundas / ha					
	Augsnes gatavošana	Stādīšana	Agr. kopšana,	Papildināšana	Aizsardzība	Sastāva kopšana
Priede	0,5	16,2	13,7	16,2	8,03	12,82
Egle	0,5	16,2	13,7	16,2	8,03	12,82
Bērzs	0,5	16,2	13,7	16,2	8,03	12,82
Apse	0	0	0	0	0	12,82
Melnalksnis	0	0	0	0	0	12,82
Baltalksnis	0	0	0	0	0	12,82
Citas sugas	0,5	16,2	13,7	16,2	8,03	12,82

1.2. Klimata funkcija

Lai noteiktu zemes sniegumu SEG emisiju un oglekļa piesaistes novērtēšanai, analizētas SEG emisijas lauksaimniecībā, kā arī SEG emisijas un CO₂ piesaiste ZIZIMM sektorā. SEG emisiju gāzes ir pārrēķinātas CO₂ ekvivalentā, un katram zemes poligonam ir noteikts SEG emisiju vai CO₂ piesaistes apmērs.

1.2.1. Lauksaimniecības zeme

1.2.1.1 Lauksaimniecības dzīvnieki

SEG emisijas dzīvnieku kategorijai tiek noteiktas uz lauksaimniecības dzīvnieku gadā CO₂ ekvivalentā. Ja uzrādīto dzīvnieku kategoriju veido dažādi dzīvnieki (piemēram, māļputni, kur ietilpst dējējvistas, broileri, tītari, pīles, zosis un pārējie), iegūtā kategorijas vērtība ir svērtā vērtība uz dzīvnieku, ņemot vērā atsevišķo dzīvnieku skaitu un no tā izrietošos īpatsvarus.

A. CH₄ emisijas no zarnu fermentācijas

Zarnu fermentācijas procesa radītās emisijas **slaucamajām govīm un pārējiem liellopiem** uz dzīvnieku tiek noteiktas pēc Klimata pārmaiņu starpvaldību padomes (IPCC) 2019. gada precizējuma 2006. gada vadlīnijām par valsts siltumnīcefekta gāzu uzskaitēm² **10.21. vienādojuma:**

$$EF_{(T)} = \frac{GE_{(T)} \times \left(\frac{Y_{m(T)}}{100}\right) \times 365}{55.65},$$

kur

EF_T - emisiju faktors dzīvnieku kategorijai T , kg CH₄ uz dzīvnieku gadā;

GE_T - uzņemtā bruto enerģija dzīvnieku kategorijai T , MJ uz dzīvnieku dienā;

$Y_{m(T)}$ - metāna konversijas faktors dzīvnieku kategorijai T , % no barības bruto enerģijas, kas pārvēršas metānā;

55.65 - metāna enerģijas saturs, MJ uz kg CH₄.

Aprēķiniem tiek izmantotas slaucamajām govīm, piena teļiem, gaļas teļiem, piena jaunlopiem, gaļas jaunlopiem, zīdītājgovīm, telēm virs 2 gadiem un buļļiem noteiktās vidējās bruto enerģijas (GE) vērtības no Latvijas Nacionālā inventarizācijas ziņojuma (NIR)³ **5.11.** un **5.12. tabulas.**

Lai veiktu atsevišķi aprēķinus par slaucamajām govīm, kas ganās (līdz 80 slaucamajām govīm), un slaucamajām govīm, kas neganās (virs 80 slaucamajām govīm), kā arī slaucamajām govīm bioloģiskajā lauksaimniecībā, tiek izmantots regresijas vienādojums, kas raksturo uzņemto bruto enerģijas (GE) lielumu atkarībā no piena izslaukuma (1990.-2020. gads, $r=0.988$, $p<0.01$).

Aprēķinos metāna konversijas faktors (Y_m) tiek izmantots atbilstoši IPCC 2019. gada precizējuma **10.12. tabulas** (atjaunināta) nosacījumiem: slaucamajām govīm - atkarībā no izslaukuma un laktācijas dienu skaita, pārējiem liellopiem – ievērojot barības sagremojamību 65% (NIR, (2022)), kā arī to, ka teļiem, kas ēd tikai pienu (līdz 3 mēnešiem), Y_m ir 0.

Pārējiem dzīvniekiem tiek izmantotas metāna emisiju faktora (EF) noklusējuma vērtības (*default*) atbilstoši Tier 1 pieejai no IPP 2019. gada precizējuma **10.10. tabulas** (atjaunināta):

Dzīvnieku suga	EF, kg CH ₄ uz dzīvnieku gadā
Zirgi	18
Kazas	7*
Aitas	9
Cūkas	1.5
Mājputni	-
Brieži	20

* lai nodrošinātu tādas pašas dzīvmasas izmantošanu, kā nosakot CH₄ emisijas no kūtsmēsļu apsaimniekošanas (36 kg), kazu EF koriģēts pēc IPCC 2019. gada precizējuma 10.2.4. nodaļā uzrādītā principa

Lai metāna emisijas izteiktu CO₂ ekvivalentā, tiek izmantots koeficients 25.

² 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

³ LATVIA'S NATIONAL INVENTORY REPORT (2022). Greenhouse Gas Emissions in Latvia from 1990 to 2020 in Common Reporting Formats (CRF)

B. CH₄ emisijas no kūtsmēslu apsaimniekošanas

Metāna emisijas, kas rodas kūtsmēslu apsaimniekošanas procesā, **slaucamajām govīm, pārējiem liellopiem un cūkām**, tiek noteiktas pēc IPCC 2019. gada precizējuma **10.23. vienādojuma**:

$$F_{(T)} = (VS_{(T)} \times 365) \left[B_{o(T)} \times 0.67 \times \sum_{S,k} \frac{MCF_{S,k}}{100} \times AWMS_{(T,S,k)} \right],$$

kur

$EF_{(T)}$ - emisiju faktors dzīvnieku kategorijai T , kg CH₄ uz dzīvnieku gadā;

$VS_{(T)}$ - ar ekskrementiem izdalītās gaistošās cietvielas dzīvnieku kategorijai T , kg sausas uz dzīvnieku dienā;

$B_{o(T)}$ - maksimālā metāna saražošanas kapacitāte dzīvnieku kategorijas T kūtsmēsliem, m³ CH₄ uz kg izdalīto VS;

0.67 - konversijas faktors, lai pārvērstu m³ CH₄ uz kg CH₄;

$MCF_{(S,k)}$ - metāna konversijas faktors mēslu apsaimniekošanas sistēmai S klimata zonā k ;

$AWMS_{(T,S,k)}$ - daļa dzīvnieku kategorijas T kūtsmēslu, kas tiek apsaimniekoti kūtsmēslu sistēmā S klimata zonā k .

Aprēķinos tiek izmantotas NIR (2022) ietvaros noteiktās (**5.18., 5.19., 5.20. tabula**) gaistošo cietvielu (VS) vidējās vērtības slaucamajām govīm, piena teļiem, gaļas teļiem, piena jaunlopiem, gaļas jaunlopiem, zīdītājgovīm, telēm virs 2 gadiem, buļļiem un cūkām.

Lai veiktu atsevišķi aprēķinus par slaucamajām govīm, kas ganās (līdz 80 slaucamajām govīm), un slaucamajām govīm, kas neganās (virs 80 slaucamajām govīm), kā arī slaucamajām govīm bioloģiskajā lauksaimniecībā, tiek izmantots regresijas vienādojums, kas raksturo gaistošo cietvielu (VS) lielumu atkarībā no uzņemtās bruto enerģijas (GE) (1990.-2020. gads, $r=0.992$, $p<0.01$).

Maksimālās metāna saražošanas kapacitātes (B_o) rādītāja vērtības tiek ņemtas no IPCC 2019. gada precizējuma **10.16. tabulas** (atjaunināta).

Metāna konversijas faktora (MCF) vērtības katrai no kūtsmēslu apsaimniekošanas sistēmām – šķidrmēsli, pakaišu kūtsmēsli un ganības – tiek noteiktas atbilstoši **10.17. tabulas** (atjaunināta) dotajām vērtībām un nosacījumiem (klimata zona – vēsa un mitra mērenā klimata zona (*cool temperate moist*)). Savukārt kūtsmēsliem, kas tiek izmantoti bioreaktorā, tiek lietota nacionālā vērtība – 2%, NIR (2022).

Kūtsmēslu sadalījums pa sistēmām balstās uz zemāk redzamajiem pieņēmumiem par katrai dzīvnieku kategorijai raksturīgajiem kūtsmēslu apsaimniekošanas veidiem no LLU pētījuma par kūtsmēslu apsaimniekošanas sistēmām Latvijā⁴:

Dzīvnieku veids	Ganības	Pakaišu kūtsmēsli	Šķidrmēsli	Mēsli bez pakaišiem
Slaucamās govīs	x	x	x	
Slaucamo govju teļi (līdz 1 gadam)	x	x		
Slaucamo govju jaunlopi (1-2 gadi)	x	x		
Gaļas liellopu teļi (līdz 1 gadam)	x	x		
Gaļas liellopu jaunlopi (1-2 gadi)	x	x		
Pārējie liellopi (vecāki par 2 gadiem)	x	x		
Sivēnmātes, vaislas kuļļi		x	x	
Sivēni (līdz 4 mēn.)		x	x	
Nobarojamās cūkas (no 4 mēn.)		x	x	
Aitas	x	x		
Kazas	x	x		
Zirgi	X	x		

⁴ LLU pētījumu "Lauksaimniecības sektora SEG emisiju aprēķina metodoloģijas un datu analīzes ar modelēšanas rīku izstrāde, integrējot klimata pārmaiņas" (2016)

Dzīvnieku veids	Ganības	Pakaišu kūtsmēsli	Šķidrmēsli	Mēsli bez pakaišiem
Dējējvistas	X	x		x
Broileri		x		
Zosis	X	x		
Piles	X	x		
Tītari	X	x		
Brieži	X			

Sadalījums starp šķidrmēsliem un pakaišu kūtsmēsliem slaucamajām govīm balstās uz pieņēmumu, ka no govīm, kas ganās (līdz 80 slaucamajām govīm), tiek iegūti pakaišu kūtsmēsli, bet no govīm, kas neganās (virs 80 slaucamajām govīm), tiek iegūti šķidrmēsli. Tāpat jāmin, ka par cūkām tiek pieņemts, ka pakaišu kūtsmēsli tiek iegūti, ja to skaits ir līdz 500.

Ganību daļas noteikšanai (kūtsmēsļu daļa, kas paliek ganībās) tiek izmantoti ganību koeficienti: slaucamās govīs, kas ganās (līdz 80 slaucamajām govīm) - 0.188 (tiek pieņemts, ka govīs ganās 165 dienas gadā pa 10 h dienā); slaucamo govju teļi un jaunlopi – pieņemts, ja ganās govīs, ganās arī to teļi un jaunlopi; pārējie liellopi – 0.537 (tiek pieņemts, ka liellopi ganās 196 dienas gadā pa 24 h dienā, ziemā atrodas kūtī).

Pārējiem dzīvniekiem ganību koeficients tiek noteikts: zirgi – 0.521 (tiek pieņemts, ka zirgi ganās 190 dienas gadā pa 24 h dienā); kazas – 0.146 (tiek pieņemts, ka kazas ganās 160 dienas gadā pa 8 h dienā); aitas – 0.499 (tiek pieņemts, ka aitas ganās 182 dienas gadā pa 24 h dienā); dējējvistas, kas ganās (10% no dējējvistām) un tītari – 0.329 (tiek pieņemts, ka ganās 240 dienas gadā pa 12 h dienā); pīles un zosis – 0.356 (tiek pieņemts, ka ganās 240 dienas gadā pa 13 h dienā). Pieņēmumi par kūtsmēsļu sadalījumu un ganību periodu pamatā balstās uz iepriekš minēto LLU pētījumu.

Attiecībā uz dzīvnieku kūtsmēsliem bioreaktorā, atbilstoši LLU pētījumam, tiek pieņemts, ka tur tiek izmantoti daļa no slaucamo govju un cūku šķidrmēsliem, daļa no piena teļu un jaunlopu pakaišu kūtsmēsliem (ja no slaucamajām govīm iegūst šķidrmēsļus), kā arī daļa dējējvistu mēsli bez pakaišiem. Kūtsmēsļu daļa, kas nonāk bioreaktorā, tiek noteikta, vadoties pēc proporcijas starp bioreaktoru un atbilstošo kūtsmēsļu sistēmu, kā mēsli konkrētajam dzīvnieku veidam tiek izmantoti bioreaktorā (piemēram, slaucamajām govīm – pieņemta proporcija starp šķidrmēsļu sistēmu un bioreaktoru), kas pastāv NIR (2022) A.3.6. pielikumā.

Pārējiem dzīvniekiem metāna emisijas uz dzīvnieku tiek noteiktas pēc Tier 1 pieejas, balstoties uz IPCC 2019. gada precizējuma **10.22.⁵** un **10.22A. vienādojumiem** (atjaunināti):

$$CH_{4(mm)(T)} = \left[\sum_S \frac{VS_{(T)} \times AWMS_{(T,S)} \times EF_{(T,S)}}{1000} \right],$$

$$VS_{(T)} = (VS_{rate(T)} \times \frac{TAM_T}{1000}) \times 365,$$

kur

$CH_{4(mm)(T)}$ - CH₄ emisijas no kūtsmēsļu apsaimniekošanas dzīvnieku kategorijai T , kg CH₄ uz dzīvnieku gadā;

$VS_{(T)}$ - ar ekskrementiem izdalītās gaistošās cietvielas dzīvnieku kategorijai T , kg VS uz dzīvnieku gadā;

$AWMS_{(T,S)}$ - daļa dzīvnieku kategorijas T gaistošo cietvielu, kas tiek apsaimniekoti kūtsmēsļu sistēmā S ;

$EF_{(T,S)}$ - emisiju faktors dzīvnieku kategorijas T CH₄ emisijām no kūtsmēsļu apsaimniekošanas sistēmā S , g CH₄ uz kg VS;

$VS_{rate(T)}$ - noklusējuma VS dzīvnieku kategorijai T , kg VS dienā uz 1000 kg dzīvnieku masas;

TAM_T - tipiskais dzīvnieku kategorijas T dzīvsvars, kg uz dzīvnieku.

Lai veiktu nepieciešamos aprēķinus, no IPCC 2019. gada precizējuma tiek izmantots metāna emisiju faktors (EF) uz gaistošajām cietvielām (VS) (**10.14. tabula** (atjaunināta)), gaistošo cietvielu

⁵ Pielāgots šī aprēķina vajadzībām

daudzums (VS) uz dzīvnieka svara vienību (**10.13A. tabula** (jauna)), kā arī dzīvnieku svars (**10A.5. tabula** (jauna)) atbilstoši tabulu nosacījumiem. Dējējvistām, kuru kūstmēsli tiek izmantoti biogāzes ražošanā, EF vērtība tiek noteikta pēc **10.23. vienādojuma**, izmantojot no 10.13A. tabulas (jauna) un 10A.5. tabulas (jauna) aprēķināto gaistošo cietvielu daudzumu (VS). Briežiem tiek izmantota noklusējuma (*default*) EF vērtība uz dzīvnieku no **10.15. tabulas** (atjaunināta).

Lai metāna emisijas izteiktu CO_2 ekvivalentā, tiek izmantots koeficients 25.

C. N_2O emisijas no kūstmēslu apsaimniekošanas

Tiešās N_2O emisijas

Tiešās N_2O emisijas no kūstmēslu apsaimniekošanas uz dzīvnieku tiek noteiktas, balstoties uz IPCC 2019. gada precizējuma **10.25. vienādojumu** (atjaunināts)⁶:

$$N_2O_{D(mm)} = \left[\sum_S (Nex_{(T)} \times AWMS_{(T,S)} \times EF_{3(S)}) \right] \times \frac{44}{28},$$

kur

$N_2O_{D(mm)(T)}$ - tiešās N_2O emisijas no kūstmēslu apsaimniekošanas dzīvnieku kategorijai T , kg N_2O uz dzīvnieku gadā;

$Nex_{(T)}$ - ar ekskrementiem izdalītais N dzīvnieku kategorijai T , kg uz dzīvnieku gadā;

$AWMS_{(T,S)}$ - daļa dzīvnieku kategorijas T kūstmēslu N , kas tiek apsaimniekoti kūstmēslu sistēmā S ;

$EF_{3(S)}$ - emisiju faktors tiešajām N_2O emisijām no kūstmēslu apsaimniekošanas sistēmas S , kg N_2O-N uz kg N ;

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

Aprēķinos tiek izmantotas NIR (2022) ietvaros noteiktās, kā arī vietējos pētījumos noteiktās un NIR izmantotās nacionālās vērtības (**5.22., 5.23., 5.24. tabula**) - gada laikā ar ekskrementiem (fekālijām un urīnu) izdalītās N vidējās vērtības.

Lai veiktu atsevišķi aprēķinus par slaucamajām govīm, kas ganās (līdz 80 slaucamajām govīm), un slaucamajām govīm, kas neganās (virs 80 slaucamajām govīm), kā arī slaucamajām govīm bioloģiskajā lauksaimniecībā, tiek izmantots regresijas vienādojums, kas raksturo izdalītā N daudzumu atkarībā no izslaukuma (1990.-2020. gads, $r=0.930$, $p<0.01$).

N_2O emisiju faktora (EF_3) vērtības katrai no kūstmēslu uzglabāšanas sistēmām tiek noteiktas atbilstoši **10.21. tabulai** (atjaunināta): šķidrmēsli (0.005), pakaišu kūstmēsli (0.01) un bioreaktors (0.0006).

Lai N_2O emisijas izteiktu CO_2 ekvivalentā, tiek izmantots koeficients 298.

Netiešās N_2O emisijas no iztvaikošanas

Netiešās N_2O emisijas, kas rodas no N iztvaikošanas NH_3 un NO_x formās, kas savukārt pēc tam nonāk no atmosfēras augsnē un ūdenī, radot N_2O emisijas, tiek noteiktas, balstoties uz IPCC 2019. gada precizējuma **10.28. un 10.26. vienādojumiem**⁷:

$$N_2O_{G(mm)(T)} = (N_{volatilization-MMS(T)} \times EF_4) \times \frac{44}{28},$$

$$N_{volatilization-MMS(T)} = \sum_S [Nex_{(T)} \times AWMS_{(T,S)} \times Frac_{GasMS(T,S)}],$$

kur

$N_2O_{G(mm)(T)}$ - netiešās N_2O emisijas no N iztvaikošanas kūstmēslu apsaimniekošanas procesā, kg N_2O uz dzīvnieku gadā;

⁶ Pielāgots šī aprēķina vajadzībām

⁷ Pielāgots šī aprēķina vajadzībām

$N_{volatilization-MMS(T)}$ – N daudzums dzīvnieku kategorijai T , kas pazūd kā iztvaikotais NH_3-N un NO_x-N , kg N gadā uz dzīvnieku;

EF_4 - emisiju faktors netiešajām N_2O emisijām no atmosfēras N nonākšanas uz augsnes un ūdens virsmām, kg N_2O-N uz kg iztvaikotā NH_3-N un NO_x-N ;

$Nex(T)$ - ar ekskrementiem izdalītais N dzīvnieku kategorijai T , kg uz dzīvnieku gadā;

$AWMS_{(T,S)}$ - daļa dzīvnieku kategorijas T kūtsmēsli N, kas tiek apsaimniekoti kūtsmēsliu sistēmā S ;

$Frac_{gasMS(T,S)}$ – daļa no apsaimniekotā kūtsmēsliu N dzīvnieku kategorijai T , kas iztvaiko kā NH_3-N un NO_x-N kūtsmēsliu apsaimniekošanas sistēmā S ;

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

N daļas, kas iztvaiko NH_3 un NO_x formās, katram no dzīvnieku veidiem un kūtsmēsliu uzglabāšanas sistēmām tiek noteikta pēc **10.22. tabulas** (atjaunināta) vērtībām un nosacījumiem. Bioreaktoram tiek pieņemtas zuduma daļas kā šķīdriem, kas ir nosegti.

Emisiju faktora (EF_4) vērtība tiek ņemta no IPCC 2019. gada precizējuma **11.3. tabulas** (atjaunināta), mitrs klimats – 0.014.

Lai N_2O emisijas izteiktu CO_2 ekvivalentā, tiek izmantots koeficients 298.

Netiešās N_2O emisijas no izskalošanās

Netiešās N_2O emisijas, kas rodas no N izskalošanās, tiek noteiktas, balstoties uz IPCC 2019. gada precizējuma **10.29. un 10.27. vienādojumiem**⁸:

$$N_2O_{L(mm)(T)} = (N_{leaching-MMS(T)} \times EF_5) \times \frac{44}{28},$$

$$N_{leaching-MMS(T)} = \sum_S [Nex_{(T)} \times AWMS_{(T,S)} \times Frac_{LeachMS(T,S)}],$$

kur

$N_2O_{L(mm)(T)}$ - netiešās N_2O emisijas no N izskalošanās kūtsmēsliu apsaimniekošanas procesā, kg N_2O uz dzīvnieku gadā;

$N_{leaching-MMS(T)}$ - N daudzums dzīvnieku kategorijai T , kas pazūd N izskalošanās rezultātā, kg N gadā uz dzīvnieku;

EF_5 - emisiju faktors netiešajām N_2O emisijām no N izskalošanās, kg N_2O-N uz kg izskalojamā N;

$Nex_{(T)}$ - ar ekskrementiem izdalītais N dzīvnieku kategorijai T , kg uz dzīvnieku gadā;

$AWMS_{(T,S)}$ - daļa dzīvnieku kategorijas T kūtsmēsliu N, kas tiek apsaimniekoti kūtsmēsliu sistēmā S ;

$Frac_{LeachMS(T,S)}$ - daļa no apsaimniekotā kūtsmēsliu N dzīvnieku kategorijai T , kas izskalojas kūtsmēsliu apsaimniekošanas sistēmā S ;

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

N daļas, kas izskalojas, katram no dzīvnieku veidiem un kūtsmēsliu uzglabāšanas sistēmām tiek noteikta pēc **10.22. tabulas** (atjaunināta) vērtībām un nosacījumiem.

Emisiju faktora (EF_5) vērtība tiek ņemta no IPCC 2019. gada precizējuma **11.3. tabulas** (atjaunināta), mitrs klimats – 0.011.

Lai N_2O emisijas izteiktu CO_2 ekvivalentā, tiek izmantots koeficients 298.

N zudumi un pieejamais N iestrādei augsnē

Kopējie N zudumi no kūtsmēsliu uzglabāšanas tiek noteikti atbilstoši IPCC 2019. gada precizējuma **10.34A. un 10.34.B. vienādojumiem** (jauni):

$$FRAC_{LOSS_{MS(T,S)}} = FRAC_{GAS_{MS(T,S)}} + FRAC_{LEACHS_{MS(T,S)}} + FRAC_{N_2MS(S)} + EF_{3(S)},$$

$$FRAC_{N_2MS(S)} = R_{N_2(N_2O)} \times EF_{3(S)},$$

⁸ Pielāgots šī aprēķina vajadzībām

kur

$FRAC_{LOSS_{MS(T,S)}}$ - kopējā daļa no apsaimniekotā kūtsmēsli N dzīvnieku kategorijai T , kas pazūd kūtsmēsli apsaimniekošanas sistēmā S ;

$FRAC_{gas_{MS(T,S)}}$ - daļa no apsaimniekotā kūtsmēsli N dzīvnieku kategorijai T , kas iztvaiko kā NH_3-N un NO_x-N kūtsmēsli apsaimniekošanas sistēmā S ;

$FRAC_{Leach_{MS(T,S)}}$ - daļa no apsaimniekotā kūtsmēsli N dzīvnieku kategorijai T , kas izskalojas kūtsmēsli apsaimniekošanas sistēmā S ;

$EF_{3(S)}$ - emisiju faktors tiešajām N_2O emisijām no kūtsmēsli apsaimniekošanas sistēmas S , kg N_2O-N uz kg N ;

$FRAC_{N_2_{MS(S)}}$ - daļa no apsaimniekotā kūtsmēsli N , kas pazūd no kūtsmēsli apsaimniekošanas sistēmas S kā N_2 ;

$R_{N_2(N_2O)}$ - N_2 un N_2O emisiju proporcija, noklusējuma vērtība ir 3.

N daudzums, kas lauksaimniecībā pieejams iestrādei augsnē, tiek noteikts, no kopējā N daudzuma uzglabāšanas sistēmās visiem aprēķinā iekļautajiem dzīvniekiem, atņemot N zudumus, balstoties uz IPCC 2019.gada precizējuma **10.34. vienādojumu** (atjaunināts)⁹:

$$N_{MMS_{Avb}} = \sum_S \left\{ \sum_T [(N_{(T)} \times Nex_{(T)} \times AWMS_{(T,S)}) \times (1 - FRAC_{LOSS_{MS(T,S)}})] \right\},$$

$N_{MMS_{Avb}}$ - kopējais apsaimniekotā N daudzums, kas pieejams iestrādei augsnē, kg N gadā;

$N_{(T)}$ - kopējais dzīvnieku skaits kategorijai T ;

$Nex_{(T)}$ - ar ekskrementiem izdalītais N dzīvnieku kategorijai T , kg uz dzīvnieku gadā;

$AWMS_{(T,S)}$ - daļa dzīvnieku kategorijas T kūtsmēsli N , kas tiek apsaimniekoti kūtsmēsli sistēmā S ;

$FRAC_{LOSS_{MS(T,S)}}$ - kopējā daļa no apsaimniekotā kūtsmēsli N dzīvnieku kategorijai T , kas pazūd kūtsmēsli apsaimniekošanas sistēmā S .

Kopējais dzīvnieku skaits nāk no CSP datiem, savukārt dati par bioloģisko dzīvnieku skaitu iegūti no ZM.

D. N_2O emisijas no dzīvnieku ganīšanas

N_2O emisijas no dzīvnieku ganīšanas tiek aprēķinātas uz dzīvnieku, bet tālāk attiecinātas uz pļavu un ganību platību atbilstoši dzīvnieku blīvumam.

Tiešās N_2O emisijas

N_2O tiešās emisijas no dzīvnieku ganīšanas tiek aprēķinātas, balstoties uz IPCC 2019. gada precizējuma **11.1. un 11.5. vienādojumiem**¹⁰:

$$N_2O_{D(PRP)(T)} = F_{PRP(T)} \times EF_{3PRP} \times \frac{44}{28},$$

$$F_{PRP(T)} = Nex_T \times MS_{T,PRP},$$

kur

$N_2O_{D(PRP)(T)}$ - tiešās N_2O emisijas no urīna un mēsliem, kas atstāti ganībās, dzīvnieku kategorijai T , kg N_2O uz dzīvnieku gadā;

$F_{PRP(T)}$ - urīna un mēsli N dzīvnieku kategorijai T , kas paliek ganībās, kg N uz dzīvnieku gadā;

EF_{3PRP} - emisiju faktors tiešajām N_2O emisijām no urīna un mēsliem, kas paliek ganībās, kg N_2O-N uz kg N ; atšķirīgs faktors CPP – liellopiem, cūkām, mājuputniem, un SO – aitām un pārējiem dzīvniekiem;

$Nex_{(T)}$ - ar ekskrementiem izdalītais N dzīvnieku kategorijai T , kg uz dzīvnieku gadā;

$MS_{(T,PRP)}$ - daļa dzīvnieku kategorijas T kūtsmēsli N , kas tiek atstāti ganībās;

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

⁹ Pielāgots šī aprēķina vajadzībām

¹⁰ Pielāgoti šī aprēķina vajadzībām

Emisiju faktors (EF_3) ņemts no IPCC 2019. gada precizējuma **11.1. tabulas** (atjaunināta), mitrs klimats – 0.006 (liellopi, putni un cūkas), 0.003 – pārējie.

Lai N_2O emisijas izteiktu CO_2 ekvivalentā, tiek izmantots koeficients 298.

Netiešās N_2O emisijas no iztvaikošanas

Netiešās N_2O emisijas, kas rodas no N iztvaikošanas NH_3 un NO_x formās, kas savukārt pēc tam nonāk no atmosfēras augsnē un ūdeni, radot N_2O emisijas, tiek noteiktas, balstoties uz IPCC 2019. gada precizējuma **11.9. vienādojumu**¹¹:

$$N_2O_{(ATD,PRP)(T)} = F_{PRP(T)} \times Frac_{GASM} \times EF_4 \times \frac{44}{28},$$

kur

$N_2O_{(ATD,PRP)(T)}$ - netiešās N_2O emisijas no N iztvaikošanas ganīšanas rezultātā dzīvnieku kategorijai T , kg N_2O uz dzīvnieku gadā;

$F_{PRP(T)}$ - urīna un mēslu N dzīvnieku kategorijai T , kas paliek ganības, kg N uz dzīvnieku gadā;

$Frac_{GASM}$ - daļa no iestrādātā organiskā N un ganībās atstātā urīna un mēslu N, kas iztvaiko kā NH_3 -N un NO_x -N;

EF_4 - emisiju faktors netiešajām N_2O emisijām no atmosfēras N nonākšanas uz augsnes un ūdens virsmām, kg N_2O -N uz kg iztvaicotā NH_3 -N un NO_x -N;

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

N daļa, kas iztvaiko ($Frac_{GASM}$), kā arī emisiju faktors EF_4 ņemts no IPCC 2019. gada precizējuma **11.3. tabulas** (atjaunināta), mitrs klimats – atbilstoši 0.21 un 0.014.

Lai N_2O emisijas izteiktu CO_2 ekvivalentā, tiek izmantots koeficients 298.

Netiešās N_2O emisijas no izskalošanās

Netiešās N_2O emisijas, kas rodas no N izskalošanās, tiek noteiktas, balstoties uz IPCC 2019. gada precizējuma **11.10. vienādojumu**¹²:

$$N_2O_{(L,PRP)(T)} = F_{PRP(T)} \times Frac_{LEACH(-H)} \times EF_5 \times \frac{44}{28},$$

kur

$N_2O_{(L,PRP)(T)}$ - netiešās N_2O emisijas no ganībās atstātā urīna un mēslu N izskalošanās dzīvnieku kategorijai T , kg N_2O uz dzīvnieku gadā;

$F_{PRP(T)}$ - urīna un mēslu N dzīvnieku kategorijai T , kas paliek ganības, kg N uz dzīvnieku gadā;

$Frac_{LEACH(-H)}$ - daļa no iestrādātā N un ganībās atstātā urīna un mēslu N, kas izskalojas;

EF_5 - emisiju faktors netiešajām N_2O emisijām no N izskalošanās, kg N_2O -N uz kg izskalojotā N;

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

N daļai, kas izskalojas ($Frac_{LEACH}$), izmantota nacionālā vērtība 0.23 (NIR (2022)), savukārt emisiju faktors EF_5 ņemts no IPCC 2019. gada precizējuma **11.3. tabulas** (atjaunināta) – 0.011.

Lai N_2O emisijas izteiktu CO_2 ekvivalentā, tiek izmantots koeficients 298.

23. tab. Emisiju koeficienti dažādiem lopkopības sektoriem, kg CO_2 ekvivalentā / dzīvnieku

Dzīvnieku veids	SEG uz dzīvnieku, kg uz dzīvnieku, CO_2 ekviv.	SEG uz ganību hektāra, kg uz dzīvnieku, CO_2 ekviv.
Slaucamās govīs	4 587	58
neganās	5 970	0
neganās (bioreaktors)	4 362	0

¹¹ Pielāgots šī aprēķina vajadzībām

¹² Pielāgots šī aprēķina vajadzībām

Dzīvnieku veids	SEG uz dzīvnieku, kg uz dzīvnieku, CO ₂ ekvīv.	SEG uz ganību hektāra, kg uz dzīvnieku, CO ₂ ekvīv.
ganās	4 073	114
bio	3 712	106
Zīdītājgovis	2 535	190
Pārējie liellopi	966	36.9
neganās: sl.govju jaunlopi	854	0
neganās (bioreaktors): sl.govju jaunlopi	726	0
ganās: sl.govju jaunlopi, galas jaunlopi, pārējie	1 037	56
Zirgi	631	91
Kazas	257	9
Aitas	272	30
Cūkas	134	0.0
neganās	197	0
neganās, bioreaktors	67	0
Putni	2.7	0.07
neganās	3.5	0
neganās (bioreaktors)	1.3	0
ganās	3.1	1
Brieži	506	48

2. Lauksaimniecības platība

SEG emisijas kultūraugu platībām tiek noteiktas uz ha gadā CO₂ ekvivalentā (23.tabula). Ja atbilstošajā platību kategorijā ietilpst dažādu kultūru platības, iegūtā kategorijas vērtība ir svērtā vērtība uz ha, ievērojot atsevišķo platību īpatsvaru. Dažos gadījumos platībām izmantota vidējā vērtība uz sējumu kopplatības ha.

A. N₂O emisijas no kūtsmēsļu iestrādes augsnē

Lai noteiktu N₂O emisijas no kūtsmēsļu iestrādes augsnē uz ha, sākumā tiek aprēķināts kopējais iestrādei pieejamais dzīvnieku kūtsmēsļu N daudzums un tā radītās emisijas, kas tālāk tiek attiecinātas uz kopējās platības (ko veido sējumu kopplatība un ilggadīgie stādījumi) ha.

Tiešās N₂O emisijas

N₂O tiešās emisijas no kūtsmēsļu iestrādes augsnē tiek aprēķinātas, balstoties uz IPCC 2019. gada precizējuma **11.1. un 11.4. vienādojumiem**¹³:

$$N_2O_{D(AM)} = F_{AM} \times EF_1 \times \frac{44}{28},$$

$$F_{AM} = N_{MMSAvb}$$

kur

$N_2O_{D(AM)}$ - tiešās N₂O emisijas no kūtsmēsļu N iestrādes augsnē, kg N₂O gadā;

F_{AM} - kopējais dzīvnieku kūtsmēsļu N daudzums, kas iestrādāts augsnē, kg N gadā;

EF_1 - emisiju faktors tiešajām N₂O emisijām no augsnei uzliktā N, kg gadā;

N_{MMSAvb} - kopējais apsaimniekotā N daudzums, kas pieejams iestrādei augsnē, kg N gadā;

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

¹³ Pielāgoti šī aprēķina vajadzībām

Emisiju faktors (EF_1) ņemts no IPCC 2019. gada precizējuma **11.1. tabulas** (atjaunināta), organiskais uzliktais N mitrā klimatā – 0.006.

Lai N_2O emisijas izteiktu CO_2 ekvivalentā, tiek izmantots koeficients 298.

Netiešās N_2O emisijas no iztvaikošanas

Netiešās N_2O emisijas, kas rodas no N iztvaikošanas NH_3 un NO_x formās, kas savukārt pēc tam nonāk no atmosfēras augsnē un ūdeni, radot N_2O emisijas, tiek noteiktas, balstoties uz IPCC 2019. gada precizējuma **10.9. vienādojumu**¹⁴:

$$N_2O_{(ATD,AM)} = F_{AM} \times Frac_{GASM} \times EF_4 \times \frac{44}{28},$$

kur

$N_2O_{(ATD,AM)}$ - netiešās N_2O emisijas no augsnē iestrādātā kūtsmēsli N iztvaikošanas, kg N_2O gadā;

F_{AM} - kopējais dzīvnieku kūtsmēsli N daudzums, kas iestrādāts augsnē, kg N gadā;

$Frac_{GASM}$ - daļa no iestrādātā organiskā N un ganībās atstātā urīna un mēslu N, kas iztvaiko kā NH_3 -N un NO_x -N;

EF_4 - emisiju faktors netiešajām N_2O emisijām no atmosfēras N nonākšanas uz augsnes un ūdens virsmām, kg N_2O -N uz kg iztvaikotā NH_3 -N un NO_x -N;

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

N daļa, kas iztvaiko ($Frac_{GASM}$), kā arī emisiju faktors EF_4 ņemts no IPCC 2019.gada precizējuma **11.3. tabulas** (atjaunināta), mitrs klimats – atbilstoši 0.21 un 0.014.

Lai N_2O emisijas izteiktu CO_2 ekvivalentā, tiek izmantots koeficients 298.

Netiešās N_2O emisijas no izskalošanās

Netiešās N_2O emisijas, kas rodas no N izskalošanās, tiek noteiktas, balstoties uz IPCC 2019. gada precizējuma **11.10. vienādojumu**¹⁵:

$$N_2O_{(L,AM)} = F_{AM} \times Frac_{LEACH(-H)} \times EF_5 \times \frac{44}{28},$$

kur

$N_2O_{(L,AM)}$ - netiešās N_2O emisijas no augsnē iestrādātā kūtsmēsli N izskalošanās, kg N_2O gadā;

F_{AM} - kopējais dzīvnieku kūtsmēsli N daudzums, kas iestrādāts augsnē, kg N gadā;

$Frac_{LEACH(-H)}$ - daļa no iestrādātā N un ganībās atstātā urīna un mēslu N, kas izskalojas;

EF_5 - emisiju faktors netiešajām N_2O emisijām no N izskalošanās, kg N_2O -N uz kg izskalotā N;

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

N daļai, kas izskalojas ($Frac_{LEACH}$), izmantota nacionālā vērtība 0.23 (NIR (2022)), savukārt emisiju faktors EF_5 ņemts no IPCC 2019. gada precizējuma 11.3. tabulas (atjaunināta) – 0.011.

Lai N_2O emisijas izteiktu CO_2 ekvivalentā, tiek izmantots koeficients 298.

B. N_2O emisijas no minerālmēsli iestrādes augsnē

N_2O emisijas no minerālmēsli N iestrādes augsnē uz ha pa kultūraugiem tie noteiktas, ievērojot kopējo kultūraugu veidam uzlikto sintētiskā N daudzumu un no tā radītās emisijas, kā arī atbilstošo kultūraugu platību bez bioloģiskās lauksaimniecības platībām.

Tiešās N_2O emisijas

N_2O tiešās emisijas no minerālmēsli N iestrādes augsnē tiek aprēķinātas, balstoties uz IPCC 2019.gada precizējuma **11.1. vienādojumu**¹⁶:

¹⁴ Pielāgots šī aprēķina vajadzībām

¹⁵ Pielāgots šī aprēķina vajadzībām

¹⁶ Pielāgots šī aprēķina vajadzībām

$$N_2O_{D(SN)} = F_{SN} \times EF_1 \times \frac{44}{28},$$

kur

$N_2O_{D(SN)}$ - tiešās N_2O emisijas no minerālmēslu N iestrādes augsnē, kg N_2O gadā;

F_{SN} - kopējais minerālmēslu N daudzums, kas iestrādāts augsnē, kg N gadā;

EF_1 - emisiju faktors tiešajām N_2O emisijām no augsnei uzliktā N, kg gadā;

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

Datu avots izlietotā minerālmēslu N daudzumam pa galvenajiem kultūraugiem ir CSP.

Emisiju faktors (EF_1) ņemts no IPCC 2019. gada precizējuma **11.1. tabulas** (atjaunināta), uzliktais sintētiskais N mitrā klimatā – 0.016.

Lai N_2O emisijas izteiktu CO_2 ekvivalentā, tiek izmantots koeficients 298.

Netiešās N_2O emisijas no iztvaikošanas

Netiešās N_2O emisijas, kas rodas no N iztvaikošanas NH_3 un NO_x formās, kas savukārt pēc tam nonāk no atmosfēras augsnē un ūdeni, radot N_2O emisijas, tiek noteiktas, balstoties uz IPCC 2019. gada precizējuma **10.9. vienādojumu**¹⁷:

$$N_2O_{(ATD,SN)} = F_{SN} \times Frac_{GASM} \times EF_4 \times \frac{44}{28},$$

kur

$N_2O_{(ATD,SN)}$ - netiešās N_2O emisijas no augsnē iestrādātā minerālmēslu N iztvaikošanas, kg N_2O gadā;

F_{SN} - kopējais minerālmēslu N daudzums, kas iestrādāts augsnē, kg N gadā;

$Frac_{GASM}$ - daļa no iestrādātā minerālmēslu N, kas iztvaiko kā NH_3 -N un NO_x -N;

EF_4 - emisiju faktors netiešajām N_2O emisijām no atmosfēras N nonākšanas uz augsnes un ūdens virsmām, kg N_2O -N uz kg iztvaikotā NH_3 -N un NO_x -N;

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

N daļa, kas iztvaiko ($Frac_{GASM}$), kā arī emisiju faktors EF_4 ņemts no IPCC 2019. gada precizējuma **11.3. tabulas** (atjaunināta), mitrs klimats – atbilstoši 0.11 un 0.014.

Lai N_2O emisijas izteiktu CO_2 ekvivalentā, tiek izmantots koeficients 298.

Netiešās N_2O emisijas no izskalošanās

Netiešās N_2O emisijas, kas rodas no N izskalošanās, tiek noteiktas, balstoties uz IPCC 2019. gada precizējuma **11.10. vienādojumu**¹⁸:

$$N_2O_{(L,SN)} = F_{SN} \times Frac_{LEACH(-H)} \times EF_5 \times \frac{44}{28},$$

kur

$N_2O_{(L,SN)}$ - netiešās N_2O emisijas no augsnē iestrādātā minerālmēslu N izskalošanās, kg N_2O gadā;

F_{SN} - kopējais minerālmēslu N daudzums, kas iestrādāts augsnē, kg N gadā;

$Frac_{LEACH(-H)}$ - daļa no iestrādātā N un ganībās atstātā urīna un mēslu N, kas izskalojas;

EF_5 - emisiju faktors netiešajām N_2O emisijām no N izskalošanās, kg N_2O -N uz kg izskalojotā N;

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

N daļai, kas izskalojas ($Frac_{LEACH}$), izmantota nacionālā vērtība 0.23 (NIR (2022)), savukārt emisiju faktors EF_5 ņemts no IPCC 2019. gada precizējuma **11.3. tabulas** (atjaunināta) – 0.011.

Lai N_2O emisijas izteiktu CO_2 ekvivalentā, tiek izmantots koeficients 298.

¹⁷ Pielāgots šī aprēķina vajadzībām

¹⁸ Pielāgots šī aprēķina vajadzībām

C. N₂O emisijas no kultūraugu ražas atliekām

Tiešās N₂O emisijas

N₂O tiešās emisijas no kultūraugu atliekām tiek aprēķinātas, balstoties uz IPCC 2019. gada precizējuma **11.1. un 11.6. vienādojumiem**¹⁹:

$$N_2O_{D(CR)(T)} = F_{CR(T)} \times EF_1 \times \frac{44}{28},$$
$$F_{CR(T)} = [AGR_T \times N_{AG(T)} \times (1 - Frac_{Remove(T)})] + [BGR_T \times N_{BG(T)}]$$
$$BRG_T = (Crop_T + AG_{DM(T)}) \times RS_T \times Frac_{Renew(T)}$$
$$AG_{DM(T)} = Crop_{(T)} \times R_{AG(T)}$$
$$AGR_T = Crop_{(T)} \times R_{AG(T)} \times Frac_{Renew(T)}$$

kur

$N_2O_{D(CR)(T)}$ - tiešās N₂O emisijas no ražas atliekvielu N kultūraugu kategorijai T, kg N₂O uz ha gadā;

$F_{CR(T)}$ - kopējais ražas atliekvielu N daudzums kultūraugu kategorijai T, kg N uz ha gadā;

EF_1 - emisiju faktors tiešajām N₂O emisijām no augsnei uzliktā N, kg gadā;

$AGR_{(T)}$ - virszemes atliekvielu daudzums kultūraugu kategorijai T, kg sausnas uz ha gadā;

$N_{AG(T)}$ - N daudzums virszemes atliekvielās kultūraugu kategorijai T, kg N uz kg sausnas;

$Frac_{Remove(T)}$ - virszemes atliekvielu daļa kultūraugu kategorijai T, kas tiek novākta no lauka;

$BGR_{(T)}$ - apakšzemes atliekvielu daudzums kultūraugu kategorijai T, kg sausnas uz ha gadā;

$N_{BG(T)}$ - N daudzums apakšzemes atliekvielās kultūraugu kategorijai T, kg N uz kg sausnas;

$Crop_{(T)}$ - novāktā kultūraugu kategorijas T raža sausnā, kg uz ha;

$R_{AG(T)}$ - virszemes atliekvielu daļa pret novāktās ražas sausnu kultūraugu kategorijai T;

$RS_{(T)}$ - apakšzemes atliekvielu daļa pret virszemes biomasu kultūraugu kategorijai T;

$Frac_{Renew(T)}$ - daļa, kas raksturo kultūraugu kategorijas T atjaunošanu (ikgadējam kultūrām tā ir 1, pļāvām un ganībām atjaunošana pieņemta katru ceturto gadu (t.i., 1/4));

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

Kultūraugu ražībai uz ha izmantoti CSP dati, kultūraugu sausnas daudzuma noteikšanai izmantota **5.32. tabula** no NIR (2022) un LLKC “Lopbarības analīžu rezultātu apkopojums”, savukārt virszemes atliekvielu daļa pret iegūto ražu (R_{AG}), apakšzemes atliekvielu daļa pret virszemes biomasu (RS), N saturs virszemes un apakšzemes atliekvielās nāk no IPCC 2019. gada precizējuma **11.1.A. tabulas** (jauna). Kviešiem R_{AG} , N_{AG} un N_{BG} izmantotas nacionālās vērtības no NIR (2022).

Emisiju faktors (EF_1) ņemts no IPCC 2019. gada precizējuma **11.1. tabulas** (atjaunināta), uzliktais organiskais N mitrā klimatā – 0.006.

Lai N₂O emisijas izteiktu CO₂ ekvivalentā, tiek izmantots koeficients 298.

Netiešās N₂O emisijas no izskalošanās

Netiešās N₂O emisijas, kas rodas no N izskalošanās, tiek noteiktas, balstoties uz IPCC 2019. gada precizējuma **11.10. vienādojumu**²⁰:

$$N_2O_{(L,CR)(T)} = F_{CR(T)} \times Frac_{LEACH(-H)} \times EF_5 \times \frac{44}{28}$$

kur

$N_2O_{(L,CR)(T)}$ - netiešās N₂O emisijas no kultūraugu kategorijas T atliekvielu N izskalošanās, kg N₂O uz ha gadā;

$F_{CR(T)}$ - kopējais ražas atliekvielu N daudzums kultūraugu kategorijai T, kg N uz ha gadā;

¹⁹ Pielāgoti šī aprēķina vajadzībām

²⁰ Pielāgots šī aprēķina vajadzībām

$Frac_{LEAC(H)}$ - daļa no iestrādātā N un ganībās atstātā urīna un mēslu N, kas izskalojas;
 EF_5 - emisiju faktors netiešajām N₂O emisijām no N izskalošanās, kg N₂O-N uz kg izskalojamo N;
 44/28 - konversijas faktors, lai pārvērstu N₂O-N emisijas uz N₂O emisijām.

N daļai, kas izskalojas ($Frac_{LEACH}$), izmantota nacionālā vērtība 0.23 (NIR (2022)), savukārt emisiju faktors EF_5 ņemts no IPCC 2019. gada precizējuma **11.3. tabulas** (atjaunināta) – 0.011.

Lai N₂O emisijas izteiktu CO₂ ekvivalentā, tiek izmantots koeficients 298.

D. N₂O emisijas no organiskajām augsnēm

Lai noteiktu N₂O emisijas no organiskajām augsnēm, tiek izmantoti nacionālie emisiju faktori (EF) no NIR (2022): 7.1 kg N₂O-N uz ha gadā aramzemei, 0.3 kg N₂O-N uz ha gadā – pļavām un ganībām. N₂O-N tiek izteikts N₂O formā, izmantojot koeficientu 44/28, savukārt emisijas CO₂ ekvivalentā tiek iegūtas – reizinot ar 298.

E. CO₂ emisijas no karbamīda iestrādes augsnē

Lai noteiktu CO₂ emisijas no karbamīda iestrādes augsnē, izmantots IPCC 2006. gada vadlīniju²¹ **11.13. vienādojums**:

$$CO_2 \text{ Emission} = M \times EF \times \frac{44}{12},$$

kur

$CO_2 \text{ Emission}$ - CO₂ emisijas no karbamīda iestrādes augsnē, kg C gadā;

M - iestrādātais karbamīda daudzums, kg karbamīda gadā;

EF - emisiju faktors, kg C uz kg karbamīda;

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

Kopējais izmantotais karbamīda daudzums lauksaimniecībā uzrādīts NIR (2022) **5.39. tabulā**. Atbilstoši IPCC vadlīnijām emisiju faktors (EF) karbamīdam ir 0.20 kg C uz kg karbamīda. Iegūtās kopējās emisijas no karbamīda izmantošanas tiek attiecinātas uz sējumu kopplatības (bez bioloģiskās lauksaimniecības platībām) ha.

F. CO₂ emisijas no augsnes kaļķošanas

Lai noteiktu CO₂ emisijas no augsnes kaļķošanas, izmantots IPCC 2006. gada vadlīniju **11.12. vienādojums**:

$$CO_2 \text{ Emission} = (M_{Limestone} \times EF_{Limestone}) + (M_{Dolomite} \times EF_{Dolomite}) \times \frac{44}{12},$$

kur

$CO_2 \text{ Emission}$ - CO₂ emisijas no kaļķošanas līdzekļu iestrādes augsnē, kg C gadā;

M - iestrādātais kaļķakmens un dolomīta daudzums, kg gadā;

EF - emisiju faktors, kg C uz kg kaļķakmens vai dolomīta;

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

Dati par kopējā izmantotā kaļķakmens un dolomīta daudzumu lauksaimniecībā nāk no CSP. Atbilstoši IPCC vadlīnijām emisiju faktors (EF) kaļķakmenim ir 0.12 kg C uz kg kaļķakmens, dolomītam – 0.13 kg C uz kg dolomīta. Iegūtās kopējās emisijas no kaļķošanas materiāla lietošanas tiek attiecinātas uz kopās platības, ko veido sējumu kopplatība un ilggadīgie stādījumi, ha.

24. tab. Emisiju koeficienti dažādiem augkopības sektoriem, kg CO₂ ekvivalentā / ha

Zemes lietojuma veids	Emisiju koeficients	
	Konvencionālas saimniecības	Bioloģiskas saimniecības
GEP (graudaugi, eļļaugi, pākšaugi)	1 115	249

²¹ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

Kartupeļi	626	336
Dārzeni, zemes, ziedi	588	222
Ilggadīgie kultūraugi	143	125
Citi kultūraugi	823	381
Papuve	0,0	0,0
Zālāji aramzemē	305	177
Ļāvas un ganības	0	0
Organiskās augsnes aramzemē	3 325	3325
Organiskās augsnes ļāvās un ganībās	140	140

25. tab. Emisiju koeficienti organiskajām augsnēm²²

Augsne	Emisiju koeficients lauksaimniecībā, kg/ha CO₂ ekvivalentā	Emisiju koeficients ZIZIMM sektorā, kg / ha CO₂ ekvivalentā
Organiskās augsnes aramzemē	2115,8	19056
Organiskās augsnes ļāvās un ganībās	89,4	18973

1.2.2. Meža zeme

Aprēķini veikti atbilstoši nacionālajā SEG inventarizācijā izmantotajai metodikai. Aprēķiniem izmantoti Meža valsts reģistra dati no 2,8 milj. meža nogabaliem.

Aprēķinu ievades dati ir meža tips, valdošā suga, nogabala platība, koku skaits, audzes vecums, vidējā koka caurmērs, vidējā koka augstums, šķērslaukums un krāja. Vidējā koksnes uzkrājuma raksturošanai nedzīvajā koksne un koksnes produktos izmantoti nacionālās SEG inventarizācijas dati.

Aprēķinā ietverta informācija par oglekļa uzkrājuma izmaiņām dzīvajā biomasā, nedzīvajā koksne, zemsedzē, augsne un koksnes produktos, kā arī SEG emisijas no augsnes. Meža ugunsgrēku radītās SEG emisijas nav ietvertas aprēķinā, jo Meža valsts reģistrā nav iekļauta informācija par sanitāro cirti meža ugunsgrēku rezultātā.

Aprēķinu ievades dati

1. Meža tips;
2. Valdošā suga;
3. Nogabala platība, ha;
4. Koku skaits, gab. ha⁻¹;
5. Audzes vecums, gadi;
6. Vidējā koka caurmērs, cm;
7. Vidējā koka augstums, m;
8. Nogabala šķērslaukums, m² ha⁻¹;
9. Nogabala krāja, m³ ha⁻¹.

Lai aprēķinātu faktiskās audzes tekošo vidēji periodisko krājas pieaugumu, izmanto iepriekš LVMI Silava izstrādātus krājas pieauguma koeficientus, kuri ir attēloti 26.tab. un atkarīgi no nogabala valdošās sugas²³. Pārējām sugām izmanto apses koeficientus. Aprēķins veikts izmantojot 1. vienādojumu:

²² Latvijai raksturīgie emisiju faktori no Latvia's National Inventory report 1990-2020 <https://unfccc.int/documents/461908>

²³ Donis, J., Šņepsts, G., Zdors, L., & Šēnhofs, R. (2013). Mežaudžu augšanas gaitas un pieauguma noteikšana izmantojot pārmērītos meža statistiskās inventarizācijas datus (5.5.-5.1/000t/101/11/13; lpp. 73). LVMI Silava.

$$Z_M = a_1 * A^{a_2} * a_3^B * G^{a_4} \quad (1)$$

kur

Z_M – faktiskās audzes tekošais vidēji periodiskais krājas pieaugums, $m^3 ha^{-1}$ gadā;

A – kokaudzes I stāva valdošās koku sugas vecums, gadi;

B – audzesbonitāte (atbilstoši Orlova bonitāšu skalai Ia=0, I=1...IV=4; V=5);

G – kokaudzes šķērslaukums, $m^2 ha^{-1}$.

26.tab. Koeficienti faktiskās audzes tekošā vidēji periodiskā krājas pieauguma aprēķiniem

Suga	a1	a2	a3	a4
Priede	3,9049	-0,4473	0,8518	0,8571
Egle	8,7959	-0,5371	1,0000	0,6810
Bērzs	9,6997	-0,4776	0,8772	0,6097
Melnalksnis	10,7240	-0,5133	0,8822	0,6234
Apse	12,4910	-0,3753	1,0000	0,4480
Baltalksnis	11,5837	-0,4727	1,0000	0,4737
Pārējās sugas	12,4910	-0,3753	1,0000	0,4480

Ikgadējā dabiskā atmiruma aprēķināšanai izmantoti sugām raksturīgie koeficienti, kuri attēloti

27. tab.²⁴. Pārējām sugām izmanto apses vienādojumus. Aprēķins veikts izmantojot 2. vienādojumu:

$$Z_M(-) = \frac{A * G}{a + b * A + c * G} \quad (2)$$

kur

$Z_M(-)$ – faktiskās audzes tekošais vidēji periodiskais krājas atmirums, $m^3 ha^{-1}$ gadā;

A – kokaudzes I stāva valdošās koku sugas vecums, gadi;

G – kokaudzes šķērslaukums, $m^2 ha^{-1}$;

a, b, c – koeficienti.

27. tab. Koeficienti dabiskā atmiruma aprēķiniem

Suga	a	b	c
Priede	300,9422	24,7226	-26,7706
Egle	196,7658	5,9993	-2,7184
Bērzs	173,0441	7,7145	-4,2013
Melnalksnis	293,6707	4,7260	-0,6546
Apse	-29,1374	10,3157	0,2453
Baltalksnis	32,2068	2,5164	0,9835
Pārējās sugas	-29,1374	10,3157	0,2453

Biomasa augošiem kokiem tiek aprēķināta gan virszemes, gan pazemes daļai. Visām sugām un biomasas veidiem, izņemot bērza pazemes biomasu, izmanto 3. vienādojumu, bet bērza pazemes biomasai – 4. vienādojumu. Vienādojumu koeficienti doti 28. tab.

$$B = \left(k * \exp \left(a + \frac{b * D}{D + m} + c * H + d * \ln(H) \right) \right) * \frac{N}{1000} \quad (3)$$

kur

B – biomasa (AGB, SB, BB, BGB, SRB), tonnasha⁻¹;

D – kokaudzes vidējā koka caurmērs, cm;

H – kokaudzes vidējā koka augstums, m;

N – koku skaitsaudzē, gab. ha⁻¹;

a, b, c, d, m, k – koeficienti.

$$B = \left(k * \exp(a + \ln(D) * b) \right) * \frac{N}{1000} \quad (4)$$

kur

B – pazemesbērza audzēs biomasa (BGB), tonnas ha⁻¹;

D – kokaudzes vidējā koka caurmērs, cm;

N – koku skaitsaudzē, gab. ha⁻¹;

a, b, k – koeficienti.

28. tab. Koeficienti biomasas aprēķinu vienādojumiem

Suga	Biomasa	a	b	c	d	m	k
Egle	AGB	-0,5244	8,8563	0,0000	0,3879	19,0000	1,0127
Egle	SB	-2,5842	7,0769	0,0232	0,9631	15,0000	1,0022
Egle	BB	0,3300	12,0986	0,0000	-1,0682	16,0000	1,0121
Egle	BGB	-2,4967	10,8184	0,0000	0,0000	14,0000	1,0388
Egle	SRB	-3,3454	7,5401	0,0000	0,0000	9,0000	1,0680
Priede	AGB	-1,4480	8,7399	0,0000	0,5624	16,0000	1,0086
Priede	SB	-2,8125	7,1368	0,0118	1,1270	15,0000	1,0053
Priede	BB	-1,6032	14,7696	0,0000	-1,5888	11,0000	1,0415
Priede	BGB	-3,2937	9,0334	0,0000	0,5353	14,0000	1,0350
Priede	SRB	-4,1683	1,4686	0,4263	0,0000	0,0000	1,0613
Bērzs	AGB	-2,1284	9,3375	0,0221	0,2838	11,0000	1,0041
Bērzs	SB	-2,9281	8,2943	0,0184	0,7374	11,0000	1,0020
Bērzs	BB	-1,0091	16,9249	0,0000	-2,0462	12,0000	1,0745
Bērzs	BGB	-3,6432	2,5127	0,0000	0,0000	0,0000	1,0060
Bērzs	SRB	-4,1485	8,6630	0,0000	0,0000	7,0000	1,0090
Apse	AGB	-1,9434	9,7506	0,0337	0,0000	11,0000	0,9900
Apse	SB	-2,8955	8,3896	0,0226	0,6148	11,0000	1,0058
Apse	BB	-2,3703	14,3352	0,0000	-1,0849	12,0000	1,0040
Apse	BGB	-2,3114	10,3644	0,0000	0,0000	15,0000	0,9917
Apse	SRB	-2,2732	14,1612	0,0000	-1,7449	10,0000	0,9945
Melnalksnis	AGB	-2,1284	9,3375	0,0221	0,2838	11,0000	1,0041
Melnalksnis	SB	-2,9281	8,2943	0,0184	0,7374	11,0000	1,0020
Melnalksnis	BB	-1,0091	16,9249	0,0000	-2,0462	12,0000	1,0745
Melnalksnis	BGB	-3,6432	2,5127	0,0000	0,0000	0,0000	1,0060
Melnalksnis	SRB	-4,1485	8,6630	0,0000	0,0000	7,0000	1,0090

Suga	Biomasa	a	b	c	d	m	k
Baltalksnis	AGB	-2,1284	9,3375	0,0221	0,2838	11,0000	1,0041
Baltalksnis	SB	-2,9281	8,2943	0,0184	0,7374	11,0000	1,0020
Baltalksnis	BB	-1,0091	16,9249	0,0000	-2,0462	12,0000	1,0745
Baltalksnis	BGB	-3,6432	2,5127	0,0000	0,0000	0,0000	1,0060
Baltalksnis	SRB	-4,1485	8,6630	0,0000	0,0000	7,0000	1,0090
Pārējās sug.	AGB	-1,9434	9,7506	0,0337	0,0000	11,0000	0,9900
Pārējās sug.	SB	-2,8955	8,3896	0,0226	0,6148	11,0000	1,0058
Pārējās sug.	BB	-2,3703	14,3352	0,0000	-1,0849	12,0000	1,0040
Pārējās sug.	BGB	-2,3114	10,3644	0,0000	0,0000	15,0000	0,9917
Pārējās sug.	SRB	-2,2732	14,1612	0,0000	-1,7449	10,0000	0,9945

Augošu koku biomasas pārrēķins uz oglekļa daudzumu tiek veikts izmantojot 5. vienādojumu:

$$C = B * 50 \% \quad (5)$$

kur

C – oglekļa uzkrājums biomasā (AGB, SB, BB, BGB, SRB), tonnas $C \text{ ha}^{-1}$;

B – biomasas (AGB, SB, BB, BGB, SRB), tonnas ha^{-1} .

Biomasa pieauguma aprēķins virszemes (6. vienādojums) un pazemes biomasai (7. vienādojums) veikts izmantojot nogabala krāju, iepriekš aprēķināto krājas pieaugumu un biomasu.

$$B_p(\text{AGB}) = \frac{B_{\text{AGB}}}{M} * M_p \quad (6)$$

kur

$B_p(\text{AGB})$ – virszemes biomasas pieaugums, tonnas ha^{-1} ;

B_{AGB} – augošu koku virszemes biomasas, tonnas ha^{-1} ;

M – augošu koku krāja, $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$;

M_p – krājas pieaugums, $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$.

$$B_p(\text{BGB}) = \frac{B_{\text{BGB}}}{M} * M_p \quad (7)$$

kur

$B_p(\text{BGB})$ – pieauguma pazemes biomasas, tonnas ha^{-1} ;

B_{BGB} – augošu koku pazemes biomasas, tonnas ha^{-1} ;

M – augošu koku krāja, $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$;

M_p – krājas pieaugums, $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$.

Dabiskā atmiruma virszemes (8. vienādojums) un pazemes (9. vienādojums) biomasas pieaugums aprēķināts, izmantojot augošu koku virszemes un pazemes biomasu, nogabala augošu koku krāju un dabisko atmirumu.

$$B_A(\text{AGB}) = \frac{B_{\text{AGB}}}{M} * M_A \quad (8)$$

kur

$B_A(\text{AGB})$ – dabiskā atmiruma virszemes biomasas, tonnas ha^{-1} ;

B_{AGB} – augošu koku virszemes biomasas, tonnas ha^{-1} ;

M – augošu koku krāja, $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$;

M_A – dabiskais atmirums, $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$.

$$B_A(\text{BGB}) = \frac{B_{\text{BGB}}}{M} * M_A \quad (9)$$

kur

$B_A(\text{BGB})$ – atmiruma pazemes biomasas, tonnas ha^{-1} ;

B_{BGB} – augošu koku pazemes biomasas, tonnas ha^{-1} ;

M – augošu koku krāja, $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$;

M_A – dabiskais atmirums, $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$.

Oglekļa satura aprēķins arī dabiskā atmiruma virszemes un pazemes biomasā veikts, izmantojot 5. vienādojumu, jo oglekļa koncentrācija arī šajās biomasas vienībās ir 50%. Savukārt oglekļa uzkrājuma izmaiņas aprēķinātas, atskaitot atmirumu no pieauguma.

SEG emisiju aprēķinā no organiskām augsnēm iekļautas meliorētas organiskas augsnes (SEG inventarizācijā pieņemtā pieeja). Līdz šim pieņemts, ka dabiski mitrām organiskām augsnēm un minerālaugsnēm SEG emisijas un oglekļa piesaiste ir līdzsvarā. Lai iegūtu augsnes emisijas, vispirms aprēķina CO_2 , CH_4 no grāvjiem, augsnes CH_4 , N_2O un DOC emisijas. Kopējās SEG emisijas no augsnes ir šo emisiju summa. Organisko augšņu emisiju faktori norādīti 29. tab., savukārt aprēķini veikti, izmantojot 10. – 15. vienādojumu.

$$\text{CO}_2 = \text{EF}_{\text{CO}_2} * \frac{44}{12} \quad (10)$$

kur

CO_2 – CO_2 emisijas no augsnes (heterotrofā augsnes elpošana), tonnas $\text{CO}_2 \text{ha}^{-1}$;

EF_{CO_2} – emisiju faktors, tonnas $\text{CO}_2\text{-C ha}^{-1}$.

$$\text{CH}_4(\text{grāvji}) = \text{EF}_{\text{CH}_4 \text{grāvjiem}} * \frac{25}{1000} * \text{grāvju platība} \quad (11)$$

kur

$\text{CH}_4(\text{grāvji})$ – CH_4 emisijas no grāvjiem, tonnas CO_2 ekv. ha^{-1} ;

$\text{EF}_{\text{CH}_4 \text{grāvjiem}}$ – emisiju faktors, $\text{kg CH}_4 \text{ha}^{-1}$;

Grāvju platība – grāvju platības īpatsvars %;

25 – CO_2 emisiju ekvivalents.

$$\text{CH}_4 = \left(\text{EF}_{\text{CH}_4} * \frac{25}{1000} \right) * (100\% - \text{grāvju platība}) \quad (12)$$

kur

CH_4 – CH_4 emisijas no augsnes, tonnas CO_2 ekv. ha^{-1} ;

$\text{EF}_{\text{CH}_4 \text{grāvjiem}}$ – emisiju faktors, $\text{kg CH}_4 \text{ha}^{-1}$;

Grāvju platība – grāvju platības īpatsvars %;

25 – CO_2 emisiju ekvivalents.

$$\text{N}_2\text{O} = \text{EF}_{\text{N}_2\text{O}} * \frac{298}{1000} \quad (13)$$

kur

N_2O – CH_4 emisijas no augsnes, tonnas CO_2 ekv. ha^{-1} ;

$\text{EF}_{\text{CH}_4 \text{grāvjiem}}$ – emisiju faktors, $\text{kg N}_2\text{O ha}^{-1}$;

298 – CO_2 emisiju ekvivalents.

$$\text{DOC} = \text{EF}_{\text{DOC}} * \frac{44}{12} \quad (14)$$

kur

DOC – DOC emisijas no augsnes, tonnas $\text{CO}_2 \text{ha}^{-1}$;

$\text{EF}_{\text{DOC grāvjiem}}$ – emisiju faktors, kg C ha^{-1} .

$$\text{SEG}_{\text{augšne}} = \text{CO}_2 + \text{CH}_4(\text{grāvji}) + \text{CH}_4 + \text{N}_2\text{O} + \text{DOC} \quad (15)$$

kur

SEG – kopējās SEG emisijas no augsnes, tonnas CO_2 ekv. ha^{-1} .

29. tab. Emisiju koeficienti organiskajām augsnēm

Valdošā suga	Meža tipi	CH ₄ emisijas no grāvjiem, kg CH ₄ ha ⁻¹ gadā ⁻¹	Grāvju platības īpatsvars	CH ₄ emisijas, kg CH ₄ ha ⁻¹ gadā ⁻¹	N ₂ O emisijas, kg N ₂ O ha ⁻¹ gadā ⁻¹	CO ₂ emisijas (elpošana), tonnas CO ₂ ha ⁻¹ gadā ⁻¹	DOC emisijas, tonnas CO ₂ ha ⁻¹ gadā ⁻¹
Egle	Kp, Ks	217,0000	3%	-6,2857	1,5714	12,3200	1,1
	Km, Kv	217,0000	3%	25,5898	-0,0751	4,2120	1,1
	Lk, Db			-2,7429	0,9429	10,6700	0,9
	Nd, Pv			32,4505	0,0680	6,7820	0,9
Priede	Kp, Ks	217,0000	3%	-1,5887	0,9764	9,5333	1,1
	Km, Kv	217,0000	3%	25,5898	-0,0751	4,2120	1,1
	Lk, Db			-2,7429	0,9429	10,6700	0,9
	Nd, Pv			32,4505	0,0680	6,7820	0,9
Bērzs	Kp, Ks	217,0000	3%	-1,9429	1,4143	15,0700	1,1
	Km, Kv	217,0000	3%	25,5898	-0,0751	4,2120	1,1
	Lk, Db			-4,2286	4,2429	11,4620	0,9
	Nd, Pv			32,4505	0,0680	6,7820	0,9
Apse	Kp, Ks	217,0000	3%	-1,9429	1,4143	15,0700	1,1
	Km, Kv	217,0000	3%	25,5898	-0,0751	4,2120	1,1
	Lk, Db			228,3429	3,9286	13,4200	0,9
	Nd, Pv			32,4505	0,0680	6,7820	0,9
Alksnis	Kp, Ks	217,0000	3%	7,7714	0,9429	10,1017	1,1
	Km, Kv	217,0000	3%	25,5898	-0,0751	4,2120	1,1
	Lk, Db			228,3429	3,9286	13,4200	0,9
	Nd, Pv			32,4505	0,0680	6,7820	0,9

Sākotnējais oglekļa uzkrājums nedzīvajā koksnē un koksnes produktos tiek aprēķināts, izmantojot vidējo rādītāju koeficientus platības vienībai atkarībā no koku sugas un augšanas apstākļiem. Pārējām sugām izmanto apses rādītājus. Vidējie rādītāji doti 30.tab.

30.tab. Oglekļa uzkrājuma vidējie rādītāji nedzīvajai koksnei un koksnes produktiem

Valdošā suga	Augšanas apstākļi	Sākotnējais oglekļa uzkrājuma nedzīvajā koksnē, tonnas C ha ⁻¹	Oglekļa uzkrājums skujkoku zāgmateriālos, tonnas C ha ⁻¹	Oglekļa uzkrājums lapkoku zāgmateriālos, tonnas C ha ⁻¹	Oglekļa uzkrājums papirmalkā, tonnas C ha ⁻¹
Egle	Kūdreņi, āreņi, sausieņi	60,2	33,9	0,0	2,6
	Purvaini, slapjaini	47,7	21,6	0,0	11,2

Priede	Kūdreņi, āreņi, sausieņi	42,5	41,0	0,0	10,0
	Purvaini, slapjaini	42,0	22,3	0,0	7,8
Bērzs	Kūdreņi, āreņi, sausieņi	32,8	0,0	17,9	34,7
	Purvaini, slapjaini	24,6	0,0	9,0	29,3
Apse	Kūdreņi, āreņi, sausieņi	37,5	0,0	22,1	0,0
	Purvaini, slapjaini	25,6	0,0	14,5	0,0
Alksnis	Kūdreņi, āreņi, sausieņi	37,5	0,0	22,1	0,0
	Purvaini, slapjaini	25,6	0,0	14,5	0,0

Oglekļa uzkrājumu zemsedzes veģetācijā un oglekļa ienesi ar augu atliekām aprēķina organiskajām augsnēm, pieņemot, ka minerālaugsnēs oglekļa uzkrājums ir līdzsvara stāvoklī. Aprēķins veikts izmantojot ievades datus no dažādiem avotiem^{24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31} un aprēķina vienādojumi (31. tab., 32. tab., 33. tab.) atšķiras priedes, egles un lapu koku audzēm.

31. tab. Oglekļa uzkrājums zemsedzes augos un ienese augsnē ar augu atliekām priedes audzēs

Apz.	Rādītājs	Aprēķins	Datu avots
a.	Audzes vecums, gados	-	Ievades dati
b.	G, m ² ha ⁻¹	-	Ievades dati
c.	Stumbra biomasa, tonnas ha ⁻¹	-	Ievades dati
d.	Nobiru biomasa, t ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$d = 0,597 * b^{0,489}$	Nepublicēti REstore pētījuma dati
e.	C ienese ar koku nobirām, t C ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$e = 0,323 * b^{0,489}$	Nepublicēti REstore pētījuma dati
f.	Sīksakņu biomasa, t ha ⁻¹	$f = 0,02 * c$	Neumann et al., 2019
g.	Sīksakņu biomasas atmirums, t ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$g = f * 0,61$	Neumann et al., 2019; Yuan, Chen, 2012
h.	Oglekļa saturs sīksaknēs, t t ⁻¹	0,5	Lamlom, Savidge, 2003; IPCC, 2006

²⁴ Eggleston, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., & Kiyoto, T. (Red.). (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Agriculture, Forestry and Other Land Use. No 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Sēj. 4, lpp. 678). Institute for Global Environmental Strategies (IGES).

²⁵ Havas, P., & Kubin, E. (1983). Structure, growth and organic matter content in the vegetation cover of an old spruce forest in Northern Finland. *Annales Botanici Fennici*, 20(2), 115–149.

²⁶ Yuan, Z. Y., & Chen, H. Y. H. (2012). A global analysis of fine root production as affected by soil nitrogen and phosphorus. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1743), 3796–3802. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.0955>

²⁷ Lamlom, S. H., & Savidge, R. A. (2003). A reassessment of carbon content in wood: Variation within and between 41 North American species. *Biomass and Bioenergy*, 25(4), 381–388. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(03\)00033-3](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(03)00033-3)

²⁸ Mälikönen, E. (1974). Annual primary production and nutrient cycle in some scots pine stands. [s.n.].

²⁹ Muukkonen, P. (2006). Forest inventory-based large-scale forest biomass and carbon budget assessment: New enhanced methods and use of remote sensing for verification. *Dissertationes Forestales*, 2006(30). <https://doi.org/10.14214/df.30>

³⁰ Neumann, M., Ukonmaanaho, L., Johnson, J., Benham, S., Vesterdal, L., Novotný, R., Verstraeten, A., Lundin, L., Thimonier, A., Michopoulos, P., & Hasenauer, H. (2018). Quantifying Carbon and Nutrient Input From Litterfall in European Forests Using Field Observations and Modeling. *Global Biogeochemical Cycles*, 32(5), 784–798. <https://doi.org/10/gdix6j>

³¹ Palviainen, M., Finér, L., Mannerkoski, H., Piirainen, S., & Starr, M. (2005). Responses of ground vegetation species to clear-cutting in a boreal forest: Aboveground biomass and nutrient contents during the first 7 years. *Ecological Research*, 20(6), 652–660. <https://doi.org/10.1007/s11284-005-0078-1>

Apz.	Rādītājs	Aprēķins	Datu avots
i.	Oglekļa ienese ar sīksaknēm, t C ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$i = g * h$	Neumann et al., 2019; Yuan, Chen, 2012; Lamtom, Savidge, 2003; IPCC, 2006
j.	Sīkkrūmu virszemes biomasas, kg ha ⁻¹	$j = (16,68 + 0,219 * a + 0,0004 * a^2) - 0,5$	Muukkonen, Mäkipää, 2006
k.	Zālaugu biomasas, kg ha ⁻¹	$k = (11,725 - 0,098 * a^2) - 0,5$	Muukkonen, Mäkipää, 2006
l.	Sūnu biomasas, kg ha ⁻¹	$l = (27,329 + 0,138 * a - 0,0005 * a^2) - 0,5$	Muukkonen, Mäkipää, 2006
m.	Ķērpju biomasas, kg ha ⁻¹	$m = (7,975 - 0,0002 * a^2) - 0,5$	Muukkonen, Mäkipää, 2006
n.	Sīkkrūmu virszemes nobiru biomasas, kg ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$n = j * 0,25$	Muukkonen, Mäkipää, 2006; Muukkonen, 2006
o.	Zālaugu virszemes atliekas, kg ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$o = k * 1$	Muukkonen, Mäkipää, 2006; Muukkonen, 2006
p.	Sūnu virszemes biomasas atmirums, kg ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$p = l * 0,33$	Muukkonen, Mäkipää, 2006; Muukkonen, 2006
q.	Ķērpju virszemes biomasas atmirums, kg ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$q = m * 0,1$	Muukkonen, Mäkipää, 2006; Muukkonen, 2006
r.	Kopējā zemsedzes augu biomasas ienese, kg ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$r = n + o + p + q$	-
s.	Zemsedzes augu pazemes biomasas ienese, kg ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$s = \frac{r * 100}{30} * 0,7$	Muukkonen, Mäkipää, 2006; Muukkonen, 2006; Mälkönen, 1974; Havas, Kubin, 1983; Palviainen et al., 2005
t.	Oglekļa ienese ar augu virszemes atliekām, kg C ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$t = r * 0,475$	Muukkonen, Mäkipää, 2006; Muukkonen, 2006; FAO, 2005
u.	Oglekļa ienese ar zemsedzes augu pazemes atliekām, kg C ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$t = s * 0,475$	Muukkonen, Mäkipää, 2006; Muukkonen, 2006; Mälkönen, 1974; Havas, Kubin, 1983; Palviainen et al., 2005
v.	Kopējā oglekļa ienese ar zemsedzes augu atliekām, t C ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$v = \frac{t + u}{1000}$	-
w.	Kopējā oglekļa ienese ar nobirām, t C ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$w = v + i + e$	-
x.	Kopējais oglekļa uzkrājums zemsedzes biomasā, t C ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$x = (j + k + l + m) * 0,7 * 0,475$	-

32.tab. Oglekļa uzkrājums zemsedzes augos un ienese augsnē ar augu atliekām egles audzēs

Apz.	Rādītājs	Aprēķins	Datu avots
a.	Audzis vecums, gados	-	Ievades dati
b.	G, m ² ha ⁻¹	-	Ievades dati

Apz.	Rādītājs	Aprēķins	Datu avots
c.	Stumbra biomasa, tonnas ha ⁻¹	-	Ievades dati
d.	Nobiru biomasa, t ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$d = 0,404 * b^{0,726}$	Nepublicēti REstore pētījuma dati
e.	C ienese ar koku nobirām, t C ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$e = 0,211 * b^{0,726}$	Nepublicēti REstore pētījuma dati
f.	Sīksakņu biomasa, t ha ⁻¹	$f = 0,02 * c$	Neumann et al., 2019
g.	Sīksakņu biomasas atmirums, t ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$g = f * 0,84$	Neumann et al., 2019; Yuan, Chen, 2012
h.	Oglekļa saturs sīksaknēs, t t ⁻¹	0,5	Lamlom, Savidge, 2003; IPCC, 2006
i.	Oglekļa ienese ar sīksaknēm, t C ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$i = g * h$	Neumann et al., 2019; Yuan, Chen, 2012; Lamlom, Savidge, 2003; IPCC, 2006
j.	Sīkkrūmu virszemes biomasa, kg ha ⁻¹	$j = (10,375 - 0,033 * a + 0,001 * a^2 - 0,000004 * a^3)^2 - 0,5$	Muukkonen, Mäkipää, 2006
k.	Zālaugu virszemes biomasa, kg ha ⁻¹	$k = (15,058 - 0,113 * a + 0,0003 * a^2)^2 - 0,5$	Muukkonen, Mäkipää, 2006
l.	Sūnu virszemes biomasa, kg ha ⁻¹	$l = (19,282 + 0,164 * a - 0,000001 * a^3)^2 - 0,5$	Muukkonen, Mäkipää, 2006
m.	Ķērpju biomasa, kg ha ⁻¹	0	Muukkonen, Mäkipää, 2006
n.	Sīkkrūmu virszemes nobiru biomasa, kg ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$n = j * 0,25$	Muukkonen, Mäkipää, 2006; Muukkonen, 2006
o.	Zālaugu virszemes atliekas, kg ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$o = k * l$	Muukkonen, Mäkipää, 2006; Muukkonen, 2006
p.	Sūnu virszemes biomasas atmirums, kg ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$p = l * 0,33$	Muukkonen, Mäkipää, 2006; Muukkonen, 2006
q.	Ķērpju virszemes biomasas atmirums, kg ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$q = m * 0,1$	Muukkonen, Mäkipää, 2006; Muukkonen, 2006
r.	Kopējā zemsedzes augu biomasas ienese, kg ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$r = n + o + p + q$	-
s.	Zemsedzes augu pazemes biomasas ienese, kg ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$s = \frac{r * 100}{30} * 0,7$	Muukkonen, Mäkipää, 2006; Muukkonen, 2006; Mälkönen, 1974; Havas, Kubin, 1983; Palviainen et al., 2005
t.	Oglekļa ienese ar augu virszemes	$t = r * 0,475$	Muukkonen, Mäkipää, 2006;

Apz.	Rādītājs	Aprēķins	Datu avots
	atliekām, kg C ha ⁻¹ gadā ⁻¹		Muukkonen, 2006; FAO, 2005
u.	Oglekļa ienese ar zemsedzes augu pazemes atliekām, kg C ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$t = s * 0,475$	Muukkonen, Mäkipää, 2006; Muukkonen, 2006; Mälkönen, 1974; Havas, Kubin, 1983; Palviainen et al., 2005
v.	Kopējā oglekļa ienese ar zemsedzes augu atliekām, t C ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$v = \frac{t+u}{1000}$	-
w	Kopējā oglekļa ienese ar nobirām, t C ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$w = v + i + e$	-
x.	Kopējais oglekļa uzkrājums zemsedzes biomasā, t C ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$x = (j+k+l+m) * 0,7 * 0,475$	-

33. tab. Oglekļa uzkrājums zemsedzes augos un ienese augsnē ar augu atliekām lapu koku audzēs

Apz.	Rādītājs	Aprēķins	Datu avots
a.	Audzēs vecums, gados	-	Ievades dati
b.	G, m ² ha ⁻¹	-	Ievades dati
c.	Stumbra biomasā, tonnas ha ⁻¹	-	Ievades dati
d.	Nobiru biomasā, t ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$ifb \leq 10; d = 0,013 * b$ $ifb > 34; d = -0,00639 * 34^2 + 0,433 * 34 - 2,391$ $if10 > b \leq 34; d = -0,00639 * b^2 + 0,433 * b - 2,391$	Nepublicēti REstore pētījuma dati
e.	C ienese ar koku nobirām, t C ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$ifb \leq 10; d = 0,007 * b$ $ifb > 34; d = -0,00344 * 34^2 + 0,233 * 34 - 1,286$ $if10 > b \leq 34; d = -0,00344 * b^2 + 0,233 * b - 1,286$	Nepublicēti REstore pētījuma dati
f.	Sīksakņu biomasā, t ha ⁻¹	$f = 0,02 * c$	Neumann et al., 2019
g.	Sīksakņu biomasas atmirums, t ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$g = f * 1,22$	Neumann et al., 2019; Yuan, Chen, 2012
h.	Oglekļa saturs sīksaknēs, t t ⁻¹	0,5	Lamlom, Savidge, 2003; IPCC, 2006
i.	Oglekļa ienese ar sīksaknēm, t C ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$i = g * h$	Neumann et al., 2019; Yuan, Chen, 2012; Lamlom, Savidge, 2003; IPCC, 2006
j.	Sīkrūmu virszemes biomasā, kg ha ⁻¹	$j = (7,102 + 0,0004 * a^2)^2 - 0,5$	Muukkonen, Mäkipää, 2006
k.	Zālaugu virszemes biomasā, kg ha ⁻¹	$k = (20,58 - 0,423 * a + 0,004 * a^2 - 0,00002 * a^3)^2 - 0,5$	Muukkonen, Mäkipää, 2006

Apz.	Rādītājs	Aprēķins	Datu avots
l.	Sūnu virszemes biomasa, kg ha ⁻¹	$l = (13,555 - 0,056 * a)^2 - 0,5$	Muukkonen, Mäkipää, 2006
m	Ķērpju biomasa, kg ha ⁻¹	0	Muukkonen, Mäkipää, 2006
n.	Sīkkrūmu virszemes nobiru biomasa, kg ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$n = j * 0,25$	Muukkonen, Mäkipää, 2006; Muukkonen, 2006
o.	Zālaugu virszemes atliekas, kg ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$o = k * 1$	Muukkonen, Mäkipää, 2006; Muukkonen, 2006
p.	Sūnu virszemes biomasas atmirums, kg ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$p = l * 0,33$	Muukkonen, Mäkipää, 2006; Muukkonen, 2006
q.	Ķērpju virszemes biomasas atmirums, kg ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$q = m * 0,1$	Muukkonen, Mäkipää, 2006; Muukkonen, 2006
r.	Kopējā zemsedzes augu biomasas ienese, kg ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$r = n + o + p + q$	-
s.	Zemsedzes augu pazemes biomasas ienese, kg ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$s = \frac{r * 100}{30} * 0,7$	Muukkonen, Mäkipää, 2006; Muukkonen, 2006; Mälkönen, 1974; Havas, Kubin, 1983; Palviainen et al., 2005
t.	Oglekļa ienese ar augu virszemes atliekām, kg C ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$t = r * 0,475$	Muukkonen, Mäkipää, 2006; Muukkonen, 2006; FAO, 2005
u.	Oglekļa ienese ar zemsedzes augu pazemes atliekām, kg C ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$t = s * 0,475$	Muukkonen, Mäkipää, 2006; Muukkonen, 2006; Mälkönen, 1974; Havas, Kubin, 1983; Palviainen et al., 2005
v.	Kopējā oglekļa ienese ar zemsedzes augu atliekām, t C ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$v = \frac{t + u}{1000}$	-
w.	Kopējā oglekļa ienese ar nobirām, t C ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$w = v + i + e$	-
x.	Kopējais oglekļa uzkrājums zemsedzes biomasā, t C ha ⁻¹ gadā ⁻¹	$x = \frac{(j + k + l + m) * 0,7 * 0,475}{1000}$	-

Nedzīvās koksnes sadalīšanās radīto CO₂ emisiju aprēķins (lapkoku audzēs mineralizācijas laiks – 20 gadi, skujkoku audzēs – 40 gadi) un oglekļa uzkrājuma aprēķins gada beigās norādīts 16. un 17. vienādojumā.

$$DW_{CO_2} = \frac{DW_{IN}^+ + DW_{ST}^-}{Years} \quad (16)$$

kur

DW_{CO_2} – CO₂ emisijas no nedzīvās koksnes, tonnas CO₂ ha⁻¹;

DW_{IN}^+ – CO₂ ienese ar nedzīvo koksnī kārtējā gadā, tonnas CO₂ ha⁻¹;

DW_{ST}^- – CO₂ uzkrājums nedzīvajā koksnē iepriekšējā gada beigās, tonnas CO₂ ha⁻¹;

Years – sadalīšanās periods (40 gadi skujkokiem un 20 gadi lapkokiem).

$$DW_{ST}^- = DW_{IN}^+ + DW_{ST}^- - DW_{CO_2} \quad (17)$$

kur

DW_{ST}^- – oglekļa uzkrājums nedzīvajā koksnē, tonnas CO₂ ha⁻¹;

DW_{IN}^+ – CO₂ ienese ar nedzīvo koksnī kārtējā gadā, tonnas CO₂ ha⁻¹;

DW_{ST}^- – CO₂ uzkrājums nedzīvajā koksnē iepriekšējā gada beigās, tonnas CO₂ ha⁻¹;

DW_{CO_2} – CO₂ emisijas no nedzīvās koksnes gada laikā, tonnas CO₂ ha⁻¹.

Vidējās CO₂ emisijas no koksnes produktiem 2020. gadā bija -0,7 tonnas CO₂ ha⁻¹ gadā (Ministry of Environmental Protection and Regional Development³²). Oglekļa ienesi ar koksnes produktiem prognozē tikai tajās platībās, kur nav ierobežota saimnieciskā darbība.

SEG emisiju aprēķina kopsavilkums ir veikts četrām emisiju kategorijām – dzīvā biomasa, nedzīvā koksne, koksnes produkti un augsnes emisijas.

Dzīvās biomasas emisiju summa aprēķināta, izmantojot 18. vienādojumu.

$$CO_2 \text{ dzīvā biomasa} = \frac{C_{\text{pieauguma ABG}} + C_{\text{pieauguma BGB}} - C_{\text{atmiruma ABG}} - C_{\text{atmiruma BGB}}}{44/12} \quad (18)$$

kur

CO₂ dzīvā biomasa - dzīvās biomasas emisijas CO₂ ekvivalentā, tonnas CO₂ ha⁻¹;

$C_{\text{pieauguma ABG}}$ - oglekļa uzkrājums virszemes biomasas pieaugumā, tonnas C ha⁻¹;

$C_{\text{pieauguma BGB}}$ - oglekļa uzkrājums pazemes biomasas pieaugumā, tonnas C ha⁻¹;

$C_{\text{atmiruma ABG}}$ - oglekļa uzkrājums virszemes biomasas atmirumā, tonnas C ha⁻¹;

$C_{\text{atmiruma BGB}}$ - oglekļa uzkrājums pazemes biomasas atmirumā, tonnas C ha⁻¹.

Nedzīvās biomasas emisiju summa aprēķināta, izmantojot 19. vienādojumu.

$$CO_2 \text{ nedzīvā biomasa} = \frac{C_{\text{uzkrājuma izmaiņas dabiskajā atmirumā}}}{44/12} \quad (19)$$

kur

CO₂ nedzīvā biomasa - nedzīvās biomasas emisijas CO₂ ekvivalentā, tonnas CO₂ ha⁻¹;

$C_{\text{uzkrājuma izmaiņas dabiskajā atmirumā}}$ – oglekļa uzkrājuma izmaiņas dabiskajā atmirumā tonnas C ha⁻¹.

SEG emisijas no augsnes aprēķinātas, izmantojot iepriekš aprēķinātās augsnes emisijas un oglekļa uzkrājumu zemsedzes veģetācijā un oglekļa ienesi ar augu atliekām, izmantojot 20. vienādojumu.

$$CO_2 \text{ augsne} = \frac{CO_2 \text{ no augsnes} - C_{\text{ienese}}}{44/12} \quad (20)$$

kur

CO₂ augsne – kopējās augsnes emisijas CO₂ ekvivalentā, tonnas CO₂ ha⁻¹;

CO₂ no augsnes - CO₂ emisijas no augsnes, tonnas CO₂ ha⁻¹;

C_{ienese} – oglekļa ienese ar zemsedzes veģetāciju un augu atliekām, tonnas C ha⁻¹.

³² Ministry of Environmental Protection and Regional Development. (2021). Latvia's National Inventory Report Submission under UNFCCC and the Kyoto protocol Common Reporting Formats (CRF) 1990 – 2019 (lpp. 545). Ministry of Environmental Protection and Regional Development of the Republic of Latvia. <https://unfccc.int/documents/271530>

Emisiju summa no koksnes produktiem aprēķināta izmantojot 2020. gada datus, kur vidējās CO₂ emisijas no bija -0,7 tonnas CO₂ ha⁻¹.

Kopējā SEG emisiju bilance aprēķināta summējot dzīvās biomasas, nedzīvās biomasas, augsnes un koksnes produktu emisiju summas, izmantojot 21. vienādojumu.

$$CO_2 \text{ NETTO} = -(CO_2 \text{ dzīvā biomasā} + CO_2 \text{ nedzīvā biomasā} + CO_2 \text{ augsnē} + CO_2 \text{ koksnes produkti})$$

Ņemot vērā, ka šajā aprēķinā nav iekļauti dati par mežizstrādi, aprēķinu modelis ir kalibrēts, izmantojot 2020. gada datus par kopējo iegūto koksnes daudzumu un mežizstrādes atliekām. Oglekļa zudumi no koku stumbriem 15 160 310 tonnas CO₂ pieskaitīti cirsmu platībām, kā arī 6 718 579 tonnas CO₂ no mežizstrādes atliekām visiem nogabaliem. Šie oglekļa zudumi iekļauti dzīvās biomasas emisiju kategorijā.

1.3. Bioloģiskās daudzveidības funkcija

1.3.1. Aprēķinu pieeja dzīvotņu kvalitātes noteikšanai

Saskaņā ar Apvienoto Nāciju Zemes Samitā 1992. gadā Riodežanero parakstīto Konvenciju par bioloģisko daudzveidību, bioloģiskā daudzveidība nozīmē visu dzīvo organismu formu dažādību jebkurā vidē, ieskaitot sauszemi, jūru un citas ūdens sistēmas, kā arī ekoloģiskos kompleksus, kuru daļa tās ir; tā daudzveidību sugas ietvaros, starp sugām un starp ekosistēmām³³. Bioloģiskās daudzveidības dažādie līmeņi (ģenētiskā daudzveidība, sugu daudzveidība, kā arī ekosistēmu un ainavu daudzveidība) savstarpēji mijiedarbojas, tomēr tos iespējams analizēt arī atsevišķi: ģenētiskā daudzveidība raksturo dzīvo organismu individuālās atšķirības vienas sugas ietvaros, kā arī spēju mainīties un pielāgoties apkārtējās vides apstākļiem, sugu daudzveidība ir biežāk pieminētais bioloģiskās daudzveidības līmenis, tas raksturo sugu skaitu un nozīmīgumu (indivīdu skaits un sastopamība), ekosistēmu līmenī bioloģiskā daudzveidība raksturo vienas vides apstākļos dzīvojošu dažādu sugu savstarpējo mijiedarbību un ainavu līmenī izpratne par bioloģisko daudzveidību ir viskomplicētākā, jo atkarībā no konkrētās teritorijas, var aptvert vairākas ekosistēmas un to savstarpējo mijiedarbību.

Ievērojot pētījuma mērķi un izvēlēto metodoloģisko pieeju, bioloģiskās daudzveidības funkcijas raksturošanai nepieciešama piesaiste gan zemes izmantošanas veidam, gan konkrētai teritoriālai vienībai, tāpēc izvēlētie kritēriji un dati tika analizēti (heksagonu (100ha) līmenī), pārklājot visu valsts teritoriju. Šādu perspektīvu sniedz skatījums uz bioloģisko daudzveidību ekosistēmas vai ainavas līmenī. Latvijā nav veikti pētījumi, kuru rezultātus varētu tiešā veidā attiecināt bioloģiskās daudzveidības vērtēšanai telpiskā kontekstā visā valsts teritorijā, tāpēc pētījuma vajadzībām bioloģiskās daudzveidības funkcijas raksturošanai radīta integrēta divpakāpju novērtēšanas sistēma (1.formula). Tajā bioloģiskās daudzveidības funkcija teritorijā (heksagonā) tiek novērtēta kā pašreizējais bioloģiskās daudzveidības potenciāls, kas veidojas vairāku elementu (zemes izmantošanas veids un intensitāte, ekotona garums un ES nozīmes biotopu klātbūtne) savstarpējā mijiedarbībā:

$$V_{\text{BIO}} = C_v + E_e = \Sigma(E_{\text{kval}} * A_r) + E_e, \text{ kur}$$

- V_{BIO}** bioloģiskās daudzveidības funkcijas novērtējums (pašreizējā potenciāla vērtība) teritorijā (punktos)
- C_v** ekosistēmu kvalitātes vidēji svērtā vērtība teritorijā (punktos)

³³ Likums "Par 1992. gada 5. jūnija Riodežaneiro Konvenciju par bioloģisko daudzveidību". <https://likumi.lv/ta/id/36679>

- E_{kval}** papildus vērtība, ko nodrošina augstākai bioloģiskai daudzveidībai nozīmīgu elementu klātbūtne teritorijā (punktos)
- A_r** zemes izmantošanas veida (apakšgrupas) ekosistēmas kvalitātes vērtība (ballēs)
- E_e** zemes izmantošanas veida (apakšgrupas) relatīvā platība heksagonā (100ha=1)

Pirmajā solī tiek novērtēta heksagonā ietilpstošo ekosistēmu kvalitātes vidēji svērtā vērtība (**C_v**) pēc ekosistēmu sastāva, piemērojot ekosistēmu kvalitātes vērtības pieeju³⁴. Pieeja balstās uz pētījumiem^{35, 36, 37} pamatotu sakarību, ka sugu bioloģiskā daudzveidība visaugstākā ir dabiskās ekosistēmās un tā samazinās atkarībā no zemes izmantošanas intensitātes un citiem antropogēnās ietekmes faktoriem konkrētajā vietā. Ekosistēmu kvalitātes vērtība tiek noteikta ballēs (1-10 balles). Maksimālā vērtība (10 balles) norāda uz netraucētu dabisku situāciju, savukārt 1 balle apzīmē pilnībā pārveidotu dabisko ekosistēmu bez konkrētai ekosistēmai raksturīgajām savvaļas sugām (skat. 34.tab.).

34.tab. Bioloģiskās daudzveidības potenciāls

Balles	Skaidrojums
10	Ļoti augsts bioloģiskās daudzveidības potenciāls, ekosistēmas stāvoklis dabisks
9	Augsts bioloģiskās daudzveidības potenciāls, ekosistēmas stāvoklis ļoti tuvs dabiskam
8	Augsts bioloģiskās daudzveidības potenciāls, ekosistēmas stāvoklis tuvs dabiskam
7	Vidēji augsts bioloģiskās daudzveidības potenciāls, dabiskā ekosistēma nedaudz ietekmēta
6	Vidēji augsts bioloģiskās daudzveidības potenciāls, dabiskā ekosistēma vidēji ietekmēta
5	Vidējs bioloģiskās daudzveidības potenciāls, dabiskā ekosistēma būtiski ietekmēta
4	Zems bioloģiskās daudzveidības potenciāls, dabiskā ekosistēma nedaudz pārveidota
3	Zems bioloģiskās daudzveidības potenciāls, dabiskā ekosistēma vidēji pārveidota
2	Ļoti zems bioloģiskās daudzveidības potenciāls, dabiskā ekosistēma būtiski pārveidota
1	Būtiski ierobežots bioloģiskās daudzveidības potenciāls, dabiskā ekosistēma pilnībā pārveidota/ mākslīgi veidota

Pamatojoties uz citos pētījumos gūtām atziņām un pieaicināto vietējo dabas vērtību ekspertu viedokli, ekosistēmu kvalitātes vērtība tiek noteikta šādām ekosistēmām un to apakšsistēmām:

Ekosistēma/ zemes izmantošanas veids	Apakšsistēmas (zemes izmantošanas veida apakšgrupa)				
Lauksaimniecības zeme	Ilggadīgie zālāji (pastāvīgās pļavas un ganības)	Aramzemēs sētie zālāji	Ilggadīgie stādījumi	Aramzeme (bioloģiskā saimniekošana)	Aramzeme (integretā saimniekošana)
Meža zeme	Mežaudzes, kur aizliegta galvenā cirte			Mežaudzes, kur saimnieciskā darbība notiek vispārīgā kārtībā	
Ūdenstilpes un ūdenstece	Dabiskas, daļēji ietekmētas ūdenstilpes un ūdenstece			-	

³⁴ Reidsma, P., Tekelenburg, T., van den Berg, M., and Alkemade, R. (2006). Impacts of land-use change on biodiversity: an assessment of agricultural biodiversity in the European Union. *Agric. Ecosyst. Environ.* 114, 86–102. doi: 10.1016/j.agee.2005.11.026

³⁵ Flick, T., Feagan, S., Fahrig, L. (2012). Effects of landscape structure on butterfly species richness and abundance in agricultural landscapes in eastern Ontario, Canada. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 156, pp. 123-133

³⁶ de Vries, F. T., Thebault, E., Liiri, M., Birkhofer, K., Tsiafouli, M. A., Bjornlund, L., et al. (2013). Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 110, 14296–14301. doi: 10.1073/pnas.1305198110

³⁷ Tuck, S. L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L. A., and Bengtsson, J. (2014). Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *J. Appl. Ecol.* 51, 746–755. doi: 10.1111/1365-2664.12219

Purvs	Dabisks, daļēji ietekmēts purvs	Notiek izstrāde (kūdras ieguve)
--------------	---------------------------------	---------------------------------

Lai aprēķinātu konkrētās teritorijas ekosistēmu kvalitātes vidēji svērto vērtību (C_v), izmantojot telpiskos datus, sākotnēji tiek noskaidrota zemes izmantošanas veidu struktūra heksagonā (A_r) iepriekš nodefinēto apakšgrupu līmenī. E_{kval} tiek reizināta ar konkrētās zemes izmantošanas veida apakšgrupas relatīvo platību (A_r) heksagonā.

Otrajā solī heksagonā tiek vērtēti augstākai bioloģiskai daudzveidībai nozīmīgi elementi (ES nozīmes biotopu klātbūtne heksagonā un ekotona relatīvais garums heksagonā). Bioloģiskās daudzveidības funkcijas novērtējums heksagonā tiek aprēķināts kā konkrētās teritorijas ekosistēmu kvalitātes vidēji svērto vērtību un augstākai bioloģiskai daudzveidībai nozīmīgo elementu vērtību summa.

Pētījumā izstrādātā un bioloģiskās daudzveidības pašreizējā potenciāla novērtēšanai piemērotā metodoloģiskā pieeja nesniedz absolūtu informāciju par bioloģisko daudzveidību konkrētajā teritoriālajā vienībā (heksagonā), tomēr ļauj relatīvi spriest par bioloģiskās daudzveidības pašreizējā potenciāla vērtību teritorijā ekosistēmu līmenī; ļauj salīdzināt teritorijas savā starpā; kā arī ļauj novērtēt bioloģiskās daudzveidības potenciāla vērtības izmaiņas pie dažādiem zemes izmantošanas veidu pārmaiņu scenārijiem.

Ekosistēmas kvalitātes novērtēšana lauksaimniecības zemēs:

Pētījumā ekosistēmas kvalitātes novērtēšana lauksaimniecības zemēs balstīta uz publikācijā (Reidsma et al., 2006) argumentēto ekosistēmas kvalitātes vērtības pieeju. Atkarībā no ekosistēmas spējas nodrošināt bioloģisko daudzveidību dabiskā (savvaļas) līmenī, ekosistēmas kvalitāte var būt augstāka vai zemāka. Maksimālā vērtība ir 100% un tā norāda uz netraucētu dabisko situāciju, savukārt 0% apzīmē pilnībā pārveidotu/iznīcinātu ekosistēmu, kurā nav palikušas nevienas savvaļas sugas (Reidsma et al., 2006). Atsaucoties uz citos pētījumos novērtēto stingro korelāciju starp lauksaimniecības zemes izmantošanas intensitāti un bioloģiskās daudzveidības samazināšanos, publikācijas autori izstrādājuši tabulu, kurā dažādiem lauksaimniecības zemes izmantošanas veidiem ir noteikta ekosistēmas kvalitātes vērtība, procentos no 1-100, atkarībā no konkrētā lauksaimniecības zemes izmantošanas veida un zemes apsaimniekošanas intensitātes (skat. 35.tab.).

35.tab. Ekosistēmas kvalitāte lauksaimniecības zemēs

Pēc Reidsma et al. (2006)		Novērtējums pētījuma vajadzībām		
Ekosistēmas kvalitāte, %	Ražošanas sistēma pēc zemes izmantošanas intensitātes	Zemes izmantošanas veids	Ekosistēmu kvalitāte, balles	
			integrēti	bioloģiski
100	Dabiskā veģetācija	Bioloģiski vērtīgs zālājs	10	
-	-	Pamestas lauksaimniecībā izmantojamas platības	5	
40	Dabiskās pļavas un ganības ar vidēju līdz augstu lopu blīvumu	Ilggadīgie zālāji (pastāvīgās pļavas un ganības)	4	
20	Aramzemēs sētie zālāji	Aramzemēs sētie zālāji	2	
-	-	Ilggadīgie stādījumi	2	
	Aramzeme:	Aramzeme:		
35	Aramzeme, ekstensīvi bioloģiski apsaimniekota	GEP	1	3.5
10	Aramzeme, intensīvi integrēti apsaimniekota	Kartupeļi, dārzeņi	1	3.5
		Papuve	1	3.5
		Citi kultūraugi	1	3.5

Ekosistēmas kvalitātes novērtēšana mežos:

Ekosistēmas kvalitātes novērtēšanai mežos piemērota līdzīga pieeja, kā vērtējot ekosistēmas kvalitāti lauksaimniecības zemēs: ekosistēmu kvalitātes vērtība tiek noteikta ballēs (0-10 balles). Maksimālā vērtība (10 balles) norāda uz netraucētu dabisku situāciju, savukārt 1 balle apzīmē pilnībā pārveidotu dabisko ekosistēmu bez konkrētai ekosistēmai raksturīgajām savvaļas sugām (sk. 34.tab.).

Pētījuma ietvaros ekosistēmas kvalitāte novērtēta, atkarībā no mežaudzes vecuma un valdošās koku sugas, divās grupās iedalījumā pēc normatīvi iespējamās saimnieciskās darbības intensitātes:

- mežaudzes, kurās aizliegta galvenā cirte;
- mežaudzes, kurās saimnieciskā darbība notiek vispārīgā kārtībā.

Dalījumā pēc valdošās sugas ir izdalītas septiņas grupas: priede, egle, bērzs, melnalksnis, baltalksnis, apse un citas sugas. Dalījumam pēc mežaudzes vecuma ir sešas grupas: izcirtums, jaunaudze, vidēja vecuma audze, briestaudze, pieaugusi audze un pāraugusi audze. Katrai koku sugai ir atšķirīgs gadu diapazons katrā no vecuma grupām (sk. 36. tab.).

36. tab. Vecuma grupas dažādām koku sugām, gadi

Valdošā suga	Izcirtums	Jaunaudze	Vidēja vecuma audze	Briestaudze	Pieaugusi audze	Pāraugusi audze
Priede	0-2	3-40	41-80	81-100	101-140	141+
Egle	0-2	3-40	41-60	61-80	81-120	121+
Bērzs	0-2	3-20	21-60	61-70	71-90	91+
Apse	0-2	3-10	11-30	31-40	41-60	61+
Melnalksnis	0-2	3-20	21-60	61-70	71-90	91+
Baltalksnis	0-2	3-10	11-25	26-30	31-40	41+
Citas sugas	0-2	3-40	41-60	61-80	81-120	121+

Lai iegūtu ekosistēmas kvalitātes novērtējumu kvantitatīvā izteiksmē, tika piemērota ekspertu aptaujas metode. Piecpadsmit nozares ekspertiem tika elektroniski nosūtīta metodoloģija un lūgums sniegt savu vērtējumu. Novērtējums tika saņemts no pieciem ekspertiem. Apkopojot ekspertu individuālos novērtējumus, tika izveidotas divas tabulas atkarībā no normatīvi iespējamās saimnieciskās darbības intensitātes mežaudzēs ar vidējo aritmētisko vērtību katrā no pozīcijām (valdošā suma un vecums) (sk. 37.tab. un 38.tab.).

37.tab. Ekosistēmas kvalitātes novērtējums ballēs mežaudzēs, kurās aizliegta galvenā cirte³⁸

Valdošā suga	Izcirtums	Jaunaudze	Vidēja vecuma audze	Briestaudze	Pieaugusi audze	Pāraugusi audze
Priede	1	2	5	6	8	10
Egle	1	2	4	6	8	10
Bērzs	1	2	3	5	7	9
Melnalksnis	1	3	5	6	8	9
Baltalksnis	1	2	3	5	6	8
Apse	1	2	4	5	8	9
Citas sugas	1	2	4	6	8	10

³⁸ Ekspertu aptaujas metode

38.tab. Ekosistēmas kvalitātes novērtējums ballēs mežaudzēs, kurās saimnieciskā darbība notiek vispārējā kārtībā³⁹

Valdošā suga	Izcirtums	Jaunaudze	Vidēja vecuma audze	Briestaudze	Pieaugusi audze	Pāraugusi audze
Priede	1	2	4	5	7	8
Egle	1	1	3	4	7	8
Bērzs	1	1	3	4	6	8
Melnalksnis	1	2	4	6	7	9
Baltalksnis	1	1	3	4	6	7
Apse	1	1	3	5	7	8
Citas sugas	1	2	4	5	8	9

Eksperti savos individuālajos novērtējumos norāda uz trūkumiem metodoloģijā, galvenokārt uzsverot, ka valdošā koku suga mežaudzē un mežaudzes vecums ir nepietiekoši faktori ekosistēmas kvalitātes novērtēšanai mežos un norādot uz citiem faktoriem, kas būtu jāņem vērā, vērtējot meža lomu bioloģiskai daudzveidībai, tostarp:

- 1) meža lomu bioloģiskās daudzveidības potenciāla veidošanā nevar vērtēt nogabala līmenī, vienas un tās pašas valdošās sugas un vecuma mežaudzei var būt atšķirīga nozīme atkarībā no atrašanās vietas, blakus esošām teritorijām (lauksaimniecības zemes vai meža masīvs) un citiem faktoriem;
- 2) meža augšanas apstākļu tips (nosusinātas vai nenosusinātas augsnes);
- 3) meža attīstības vēsture (īpaši attiecībā uz saimnieciskās darbības ierobežojumiem, cik tie ir seni un kādi notikumi mežaudzē īstenoti pirms ierobežojumu spēkā stāšanās);
- 4) vērtējumam būtu jābalstās uz indikatorsugām, kas izvēlētas, pamatojoties uz zinātnisko pētījumu rezultātiem un liecina par audzes dabiskuma pakāpi un šauri specializētu sugu klātbūtni, kas var eksistēt tikai dabiskos vai tuvu tiem apstākļos.

Izanalizējot ekspertu norādītos riskus, atkārtoti jāuzsver, ka izstrādātā metodoloģija bioloģiskās daudzveidības funkcijas novērtēšanai kalpo šā pētījuma specifiskajiem mērķiem, tā nav paredzēta, lai spriestu par bioloģiskās daudzveidības absolūtajām vērtībām teritorijā, tomēr tā rada informatīvo pamatu teritoriju savstarpējai salīdzināšanai pēc relatīvajiem (augstāks/ zemāks) rādītājiem; kā arī ļauj novērtēt bioloģiskās daudzveidības potenciāla vērtības izmaiņas pie dažādiem zemes izmantošanas veidu pārmaiņu scenārijiem. Savukārt ekspertu norādītie riski liecina, ka bioloģiskās daudzveidības novērtēšanai Latvijā netiek veikti pētījumi pietiekamā apjomā un nepieciešams attīstīt mērķtiecīgus pētījumus.

Ekosistēmas kvalitātes novērtēšana purvos, ūdenstecēs un ūdenstilpēs

Pētījuma ietvarā tiek lietots pieņēmums, ka bioloģiskās daudzveidības potenciāls ir augstāks teritorijās (heksagonos), kurās tiek novērota purva, ūdenstilpes vai ūdensteces klātbūtne (saskaņā ar CORINE LandCover 1.līmeņa datiem ir iespējams aprēķināt relatīvo platību), tomēr, pamatojoties uz ierobežotu GIS telpiskās informācijas pieejamību par dabiskuma līmeni šajās ekosistēmās Latvijā, ekosistēmas kvalitāte pieņemta visur vienāda (6 balles), t.i., tāda, kurai raksturīga vidēji augsts bioloģiskās daudzveidības potenciāls, dabiskā ekosistēma vidēji ietekmēta.

ES nozīmes biotopi

No Biotopu direktīvas I pielikumā uzskaitītajiem biotopiem Latvijā sastopami 60 ES nozīmes biotopi. Pētījumā pieņemts, ka ES nozīmes biotopu klātbūtne heksagonā ir nozīmīgs elements bioloģiskās daudzveidības funkcijas novērtējumā, ar būtiski augstu bioloģiskās daudzveidības potenciālu

³⁹ Ekspertu aptaujas metode

(aprēķinos tiek lietots pieņēmums, ka ekosistēmas kvalitātes vērtība ES nozīmes biolops ir 10 balles), kā arī iespējamu pozitīvu ietekmi uz blakusesošām teritorijām heksagonā. GIS telpiskie dati par ES nozīmes biotopu relatīvo platību heksagonā tiek iegūti no Dabas datu pārvaldības sistēmas (15.04.2022.). Bioloģiskās daudzveidības funkcijas novērtēšanā ES nozīmes biotopu klātbūtnes sniegums tiek aprēķināts punktos, pieņemto ekosistēmas kvalitātes vērtību (10 balles) reizinot ar ES nozīmes biotopa relatīvo platību heksagonā.

Ekotona garums

Ekotons ļauj iesaistīt ainavu komponenti bioloģiskās daudzveidības potenciāla novērtēšanā teritorijā, jo raksturo divu vai vairāku ekosistēmu savstarpējās mijiedarbības zonu. Pētījumos⁴⁰ ir pierādīts, ka ekotonos ir īpaši augsta bioloģiskā daudzveidība vairākos līmeņos gan ekosistēmas un sugu līmenī, gan ģenētiskajā līmenī sugas iekšienē.

Kvantitatīvai ekotona novērtēšanai pētījumā tiek pielietota ģeogrāfiskās informācijas sistēmas (GIS) pieeja. Izmantojot CORINE Land Cover telpiskos datus tiek apzināti atšķirīgie zemes lietošanas veidi heksagonā (1.līmenis: industriālās teritorijas, lauksaimniecības zemes, meži, mitrāji un iekšējie ūdeņi) un aprēķināts šo zonu perimetrs, identificējot ekotona garumu heksagonā, kas raksturo divu būtiski atšķirīgu zemes lietošanas veidu savstarpējās saskarsmes joslas.

Ekotona garums pētījumā izmantots arī kā ainavas heterogenitāti raksturojošs rādītājs teritorijā ārpus mežiem (saskaņā ar ekspertu novērtējumu, fragmentācija mežos negatīvi ietekmē bioloģiskās daudzveidības potenciālu). Tādējādi lauksaimniecības zemēs ekotona garuma aprēķināšanai tiek izmantoti CORINE Land Cover 2.līmeņa telpiskie dati un pēc zemes izmantošanas intensitātes dažādu zonu savstarpējās saskarsmes joslas. Saskaņā ar aprēķinos izmantotajiem pieņēmumiem, vidējais ekotona garums heksagonā aprēķināts 3.87 km. Bioloģiskās daudzveidības funkcijas novērtēšanā ekotona garuma sniegums tiek novērtēts punktos, pieņemot, ka 1 papildus punktu iegūst teritorijas, kurās ekotona garums ir lielāks par nulli līdz vidējam līmenim valstī un 2 punktus, ja ekotona garums teritorijā pārsniedz vidējo līmeni valstī (sk. 39. tab.).

39. tab. Ekotona garuma novērtējums

Balles	Skaidrojums
1	Ekotona garums pārsniedz vidējo līmeni valstī par 25-100%
2	Ekotona garums pārsniedz vidējo līmeni valstī vismaz par 100-200%
3	Ekotona garums būtiski pārsniedz vidējo līmeni valstī par vairāk nekā 200%

1.3.2. Zemes resursu izmantošanas ierobežojumi īpaši aizsargājamās dabas teritorijās

Šo teritoriju identificēšana ir svarīga lai identificētu tās lauksaimniecības platības, kurām nevar mainīt zemes lietošanas veidu. Ja meža teritorijām šī platības ir identificētas VMD datos, tad lauksaimniecības zemēm tas līdz šim nekur nav apkopots.

Lai telpiski noteiktu platības, kur ir saimnieciskās darbības ierobežojumi lauksaimniecībā izmantojamās zemēs, ir izmantota Dabas aizsardzības pārvaldes datu bāze "Ozols" un īpaši aizsargājamo dabas teritoriju individuālie aizsardzības un izmantošanas noteikumi, bet, ja nav izstrādāti individuālie noteikumi, tad ir izmantoti Ministru kabineta 2010. gada 16. marta noteikumi Nr. 264 "Īpaši aizsargājamo dabas teritoriju vispārējie aizsardzības un izmantošanas noteikumi".

⁴⁰Kark S. (2017). Effects of Ecotones on Biodiversity. Reference Module in Life Sciences. Available at: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.llu.lv/science/article/pii/B9780128096338022901>

Kopsavilkumu par ierobežojumiem īpaši aizsargājamās dabas teritorijās sagatavoja Dabas aizsardzības pārvaldes dabas aizsardzības jautājumu eksperte.

Lai izveidotu vienotu sistēmu ierobežojumiem lauksaimniecības un mežsaimniecības zemēs, tika izveidota kodu sistēma no 1 līdz 6 līdzīgi kā meža statistikas apkopojumā, ko sagatavo Valsts meža dienests. Izveidotajā sistēmā 1.kods nozīmē, ka ir aizliegta jebkāda saimnieciskā darbība, bet 6.kods nozīmē, ka nav specifisku ierobežojumu saimnieciskajai darbībai (skat. 1.tabulu). Pēc tam katrai īpaši aizsargājamai dabas teritorijai tika piešķirts kods, ņemot vērā aizliegtās darbības, kas minētas individuālajos un/vai vispārīgajos noteikumos. Dabas aizsardzības pārvaldes kartogrāfi, sagatavoja .shp failu, kur katrai īpaši aizsargājamai dabas teritorijai ir piešķirts attiecīgais kods. Teritorijas, kurām piešķirtie kodu pārklājas, ir pieņemti stingrākie nosacījumi aizliegtajām darbībām, piemēram, Burtnieku ezera pļavas sadalās starp 3. un 4. kodu, bet nav iespējams telpiski nodalīt, kura platība ir zem 3. koda un kura platība zem 4.koda tāpēc visai platībai ir piešķirts 3.kods, kur ir stingrākās prasības.

Kods	Aizliegtā darbība	Īpaši aizsargājamo dabas teritoriju skaits
1	Aizliegta jebkāda saimnieciskā darbība	39
2	Zemes lietošanas kategorijas maiņa, palieņu pļavu uzāršana, minerālmēslu un augu aizsardzības līdzekļu lietošana	28
3	Zemes lietošanas kategorijas maiņa, palieņu pļavu un bioloģiski vērtīgo pļavu uzāršana, ir ierobežojumi ūdens līmeņa maiņai, pļaušanai, zemju sadalīšanai, nedrīkst veikt darbības, kas veicina augsnes eroziju	69
4	Zemes lietošanas kategorijas maiņa, ir ierobežojumi ūdens līmeņa maiņai, pļaušanai, zemju sadalīšanai, nedrīkst veikt darbības, kas veicina augsnes eroziju	283
5	Ir ierobežojumi ūdens līmeņa maiņai, pļaušanai, zemju sadalīšanai, nedrīkst veikt darbības, kas veicina augsnes eroziju	37
6	Nav specifisku ierobežojumu	22

Rezultātu telpiskais datu slānis ir izmantots modeļa telpiskās datubāzes veidošanai.

1.4. Atjaunīgo resursu funkcija

1.4.1. Atjaunīgās elektroenerģijas nozare

Nodarbinātība atjaunīgās elektroenerģijas nozarē

Lai kvantitatīvi novērtētu nodarbinātību, vispirms tika pētīts nodarbināto personu skaits, izmantojot VID publiskojamās datu bāzes (<https://www.vid.gov.lv/lv/vid-publiskojamu-datu-baze-meklet-visu-pieejamo-informaciju-par-nodoklu-maksataju>), kā arī elektroenerģijas ražotāju VID iesniegto gada pārskatu pielikumu (<https://www.lursoft.lv/lv/gada-parskati>) informāciju par nodarbināto personu skaitu laika periodā no 2019. līdz 2021. gadam.

Izpētes procesā tika konstatēts, ka nodarbināto personu skaitā vēja elektrostacijās (VES) Latvijā ir iekļauti tikai valdes locekļi. VES ekspluatācijas nodrošināšanai un apkopei Latvijā tiek izmantoti galvenokārt ārvalstu pakalpojumi. Arī lielākajai daļai biogāzes staciju no gada pārskatu datiem nevar identificēt nodarbināto personu skaitu elektroenerģijas un siltumenerģijas ražošanai, jo daļai komersantu elektro- un siltumenerģijas ražošana ir tikai viens no pamatdarbības veidiem, savukārt citai komersantu daļai nodarbināto skaitā iekļauti tikai valdes locekļi. Analizējot biogāzes ražotāju, kuru gada pārskatos tiek uzrādīts nodarbināto personu skaits, datus par biogāzes staciju jaudu un nodarbināto personu skaitu tika konstatēts, ka to skaits uz 1 MW jaudas dažādiem ražotājiem ir

atšķirīgs un ka no pieejamiem datiem nevar aprēķināt darbinieku skaitu, kas izteikts pilnas slodzes ekvivalenta vienībās. Savukārt saules elektrostaciju parku izbūve Latvijā sākās 2022. gadā, bet nodošana ekspluatācijā – 2023. gadā, tāpēc dati par radītajām darba vietām vēl nav pieejami. Iepriekš minētie faktori noteica nepieciešamību pētīt zinātniskās publikācijas par nodarbinātības faktoriem, kas tiek izmantoti radīto darba vietu prognozēšanai elektroenerģijas ražošanas sektorā. Arī zinātniskās publikācijās secināts, ka dažādos elektroenerģijas projektos dažādās valstīs radīto darba vietu skaits ir atšķirīgs. Turklāt dažādu valstu zinātnieku veiktajos pētījumos tiek izmantotas dažādas metodes un tie veikti atšķirīgos laika periodi, līdz ar to pētījumos nav vienotas metodoloģijas darba vietu noteikšanai, tāpēc lai novērstu šo ietekmes faktoru, tika meklēts pētījums, kurš vienlaikus aptver visus elektroenerģijas no atjaunīgiem energoresursiem ražošanas sektorus un vairākas pasaules valstis vienlaikus, līdz ar to šajā projektā aprēķini balstīti uz Ram M., Aghahosseini A. un Breyer Ch. (2020)⁴¹ aprakstīto metodoloģiju un projektam atlasītie dati apkopoti 1.tab.40. tab.

40. tab. Nodarbinātības faktori, kas tiek izmantoti radīto darba vietu novērtēšanā enerģētikā, laika periodā 2015 – 2050 ^{42, 43, 44, 45}

Tehnoloģijas elektroenerģijas ražošanai	Būvniecība un uzstādīšana, darba gadi/MW	Ekspluatācija un apkope, darba vietas/MW	Ekspluatācijas pārtraukšana, darba gadi/MW
Saules elektrostacijas (<i>PV utility-scale</i>)	13	0,7	0,8
Jumta saules paneļi (<i>PV rooftop</i>)	26	1,4	1,21
Sauszemes vēja elektrostacijas (<i>Wind onshore</i>)	3,2	0,3	0,72
Biogāze elektroenerģijas ražošanai	14	0,42	0,32

Lai šos nodarbinātības faktoros varētu attiecināt uz dažādiem pasaules reģioniem, pētnieki Ram M., Aghahosseini A. un Breyer Ch. (2020) ⁴⁶ izmantoja rādītāju “reģionālie nodarbinātības multiplikatori”, kuru pamatā ir darba ražīguma faktors. Saskaņā ar pētījuma rezultātiem Eiropas reģiona nodarbinātības multiplikatori laika periodā līdz 2050. gadam atspoguļoti 41. tab. un ir izmantoti projekta aprēķinos. Tā kā pētījuma laika periods ir no 2019. līdz 2021. gadam, projekta aprēķinos izmantots reģionālais nodarbinātības multiplikators – 1,08.

41. tab. Reģionālais nodarbinātības multiplikators Eiropas reģionam laika periodam 2015.-2050.⁴⁷

⁴¹ Ram, M., Aghahosseini, A., Breyer, Ch., (2020). Job creation during the global energy transition towards 100% renewable power system by 2050. *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 151 (2020) 119682, ISSN 0040-1625. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.06.008>

⁴² Rutovitz, J., Dominish, E., Downes, J., (2015). Calculating global energy sector jobs: 2015 methodology. Prepared for Greenpeace International by the Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sydney, Sydney, 2015. Retrieved from

<https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/43718/1/Rutovitzetal2015Calculatingglobalenergysectorjobsmethodology.pdf>

⁴³ Solar Power Europe and E&Y, Solar Photovoltaics Jobs & Value Added in Europe. Brussels, 2015. Retrieved from http://www.solarpowereurope.org/fileadmin/user_upload/documents/Media/Jobs_Growth.pdf

⁴⁴ Ram, M., Osorio-Aravena, J.C., Aghahosseini, A., Bogdanov, D., Breyer C. (2022). Job creation during a climate compliant global energy transition across the power, heat, transport, and desalination sectors by 2050. *Energy*, Volume 238, Part A, 2022, 121690, ISSN 0360-5442. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121690>

⁴⁵ Ram, M., Aghahosseini, A., Breyer, Ch., (2020). Job creation during the global energy transition towards 100% renewable power system by 2050. *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 151 (2020) 119682, ISSN 0040-1625. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.06.008>

⁴⁶ Ram, M., Aghahosseini, A., Breyer, Ch., (2020). Job creation during the global energy transition towards 100% renewable power system by 2050. *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 151 (2020) 119682, ISSN 0040-1625. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.06.008>

⁴⁷ Ram, M., Aghahosseini, A., Breyer, Ch., (2020). Job creation during the global energy transition towards 100% renewable power system by 2050. *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 151 (2020) 119682, ISSN 0040-1625. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.06.008>

Reģions	Reģionālais nodarbinātības multiplikators							
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Eiropa	1,05	1,08	1,10	1,13	1,17	1,19	1,20	1,22

Balstoties uz pētnieku Ram M., Aghahosseini A. un Breyer Ch. (2020)⁴⁸ aprakstīto metodoloģiju, ir izstrādāti pieņēmumi radīto darba vietu noteikšanai projektā iekļautajiem atjaunīgās elektroenerģijas ražotājiem Latvijā (42.tab.).

42.tab. Pieņēmumi radīto darba vietu noteikšanai atjaunīgās elektroenerģijas ražotājiem Latvijā

Rādītāji	Biogāze	Vēja elektrostacija	Saules elektrostacija
Radītās darba vietas staciju ekspluatācijai un apkopei, darba vietas/MW	0,4536	0,324	0,756
Darbinieku nostrādāto stundu skaits gadā, stundas/MW	798	570	1331

1. pielikumā, balstoties uz 3.tabulas pieņēmumiem, aprēķināts radīto darba vietu skaits pētījuma iekļautajiem atjaunīgās elektroenerģijas ražotājiem.

Peļņa atjaunīgās elektroenerģijas nozarē

a) Peļņas novērtējums vēja elektrostacijām

Projekta pētījuma pirmajā posmā tika apkopoti vēja elektrostaciju darbību raksturojošie dati, kā arī dati par ieņēmumiem, izmaksām un neto peļņu. Tā kā pētījumā iekļautos rādītājus ietekmē dažādi ārējie un iekšējie faktori, aprēķinos izmantoti dati par laika periodu no 2019. līdz 2021. gadam. Pētījumā netika iekļauts 2022. gads, kurā bija novērojamas būtiskas elektroenerģijas cenas svārstības (2022. gada vidējā elektroenerģijas cena Latvijā sasniedza 226,91 EUR/MWh, attiecībā pret 2021. gadu pieaugums bija 156 % apmērā (<https://www.ast.lv/lv/electricity-market-review?year=2022&month=13>)). Informācijas apkopošanai izmantota Valsts vides dienesta reģistros (<https://registri.vvd.gov.lv/>) pieejamā informācija, Elektroenerģijas ražotāju un tirgotāju reģistra (<https://www.sprk.gov.lv/content/registresanalicencesana-0>) dati, Kadastra informācijas sistēmas (<https://www.kadastrs.lv/>) dati, Būvniecības valsts kontroles biroja mājas lapā (<https://www.bvkb.gov.lv/lv/energetika>) pieejamā informācija un dati. Pētījumā izmantotie finanšu dati (ieņēmumi, izmaksas, neto peļņa) iegūti no elektroenerģijas ražotāju VID iesniegtajiem gada pārskatiem, kas pieejami Lursoft datu bāzē (<https://www.lursoft.lv/lv/gada-parskati>). Apkopotie finanšu dati tika pārrēķināti uz 1 MW jaudu. Savukārt komersantu, kuriem elektroenerģijas ražošana ir tikai viens no pamatdarbības veidiem, peļņas vai zaudējumu aprēķinā uzrādītā neto peļņa tika koriģēta, to reizinot ar ieņēmumu no elektroenerģijas ražošanas īpatsvaru. Pēc visu datu apkopošanas tika secināts, ka pētījuma izlases lielums ir 37 vēja elektrostaciju komersanti, kas kopā apkalpo 93 turbīnas ar kopējo jaudu 65 MW. Analīzē nav iekļauts SIA "TCK" vēja parks, kas sastāv no 14 turbīnām ar kopējo jaudu 58,8 MW (jeb 4,2 MW katra), kurš darbību uzsāka 2022. gadā, kā arī AS "Latvenergo" divi vēja generatori ar kopējo jaudu 1 MW, jo no publiski pieejamās informācijas nevarēja identificēt VES ieguldījumu "Latvenergo" kopējos ieņēmumos, izmaksās un peļņā.

Balstoties uz apkopotajiem datiem, tika konstruētas izkliedes (korelācijas) diagrammas, lai vizuāli pētītu iegūtos datu mākoņus. Izpētes laikā tika konstatēts, ka starp pētāmajiem rādītājiem nepastāv

⁴⁸ Ram, M., Aghahosseini, A., Breyer, Ch., (2020). Job creation during the global energy transition towards 100% renewable power system by 2050. Technological Forecasting and Social Change, Volume 151 (2020) 119682, ISSN 0040-1625. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.06.008>

statistiski nozīmīga sakarība, līdz ar to pētījumam nav piemērota korelācijas un regresijas analīze. Balstoties uz pieejamiem datiem, tika pieņemts lēmums pētījumu balstīt uz aprakstošo statistiku, aprēķinot vidējo aritmētisko vērtību un mediānu, un, lai šos iegūtos datus novērtētu, tikai aprēķināta arī standartnovirze, variācijas koeficients un mediānas asimetrijas koeficients u.c. aprakstošās statistikas rādītāji.

Vēja elektrostaciju komersantu darbību raksturojošie rādītāji tika pētīti gan kopā, gan uzstādīto jaudu šķērsgrīzumā, tās klasificējot 3 grupās:

- (1) grupa: VES uzstādītā jauda līdz 0,99 MW (grupā ietilpst 17 elektroenerģijas ražotāji),
- (2) grupa: VES uzstādītā jauda no 1 līdz 1,99 MW (grupā ietilpst 16 ražotāji),
- (3) grupa: VES uzstādītā jauda virs 2MW (grupā ietilpst 4 elektroenerģijas ražotāji) (sk. 3. piel.).

No iegūtajiem pētījuma rezultātiem tika secināts, ka neto apgrozījuma (EUR/MW) mediāna un vidējā aritmētiskā vērtība ir salīdzinoši tuvas viena otrai, izņemot (1) grupas (jauda līdz 0,99 MW) atbilstošos rādītājus, bet, vērtējot variācijas koeficientu, tika secināts, ka tas norāda uz lielu izkliedi datu kopā attiecībā uz vidējo aritmētisko vērtību. Vērtējot iegūto mediānas asimetrijas koeficientu, tika secināts, ka datu izkliede ap mediānu ir salīdzinoši vienmērīgāka, tāpēc tika pieņemts lēmums, izmantot mediānu (EUR/MW), lai raksturotu VES neto apgrozījumu (EUR/MW) gan uzstādīto jaudu šķērsgrīzumā, gan vidēji visām vēja elektrostacijām.

Savukārt neto peļņas (EUR/MW) mediāna ir augstāka nekā vidējā aritmētiskā vērtība, līdz ar to datu kopā – neto peļņa (EUR/MW) ir ievērojamas atšķirības. Kopumā zema vidējā vērtība norāda, ka datu kopā ir daudz negatīvu un zemu peļņas vērtību, kas samazina kopējo vidējo neto peļņu, kas atbilst realitātei. Variācijas koeficients norāda, ka dati ir izkliedēti un relatīvi tālu no vidējās aritmētiskās vērtības. Tā kā datu izkliede ap mediānu nav tik ļoti izkliedēta, arī šī finanšu rādītāja gadījumā tika pieņemts lēmums, izmantot mediānu (EUR/MW), lai raksturotu VES sektora neto peļņu (EUR/MW) gan uzstādīto jaudu šķērsgrīzumā, gan vidēji visām vēja elektrostacijām.

No aprēķinātās vidējās neto apgrozījuma vērtības (mediānas) atņemot vidējo neto peļņas vērtību (mediānu) iegūta starppatēriņa vērtība uz 1 MW (43.tab.).

43.tab. Pieņēmumi vēja elektrostācijas neto apgrozījumam, starppatēriņam un neto peļņai vidēji un uzstādīto jaudu šķērsgrīzumā

Rādītāji	Vidēji	t.sk. uzstādīto jaudu šķērsgrīzumā, MW		
		līdz 0,99	1 – 1,99	virš 2,00
Vidējais neto apgrozījums (mediāna), EUR/MW	226 806	188 589	233 259	181 463
Starppatēriņš, EUR/MW	207 540	212 882	154 713	153 839
Vidējā neto peļņa (mediāna), EUR/MW	19 266	-24 293	78 546	27 624

Neto apgrozījumu VES veido ieņēmumi no tīklā nodotās elektroenerģijas, tas ir, saražotās elektroenerģijas daudzuma un elektroenerģijas cenas reizinājums. Starppatēriņā iekļauj visas ar ražošanu tiešā vai netiešā veidā saistītās izmaksas, t.i. elektroenerģijas iepirkuma izmaksas, balansējošās elektroenerģijas izmaksas, elektroenerģijas balansēšanas izmaksas, samaksu par darbiem un pakalpojumiem no ārienes, pamatlīdzekļu un nemateriālo ieguldījumu nolietojums, ar pamatlīdzekļu uzturēšanu saistītie izdevumi, materiālu izmaksas, nekustamā īpašuma nodoklis, valsts nodeva par sabiedrisko pakalpojumu regulēšanu, nekustamā īpašuma apdrošināšanas izmaksas, apsardzes izmaksas, nomas maksa, administrācijas izmaksas (t.i., juridiskie pakalpojumi, personāla izmaksas, VSAOI, grāmatvedības pakalpojumi, revīzijas pakalpojumi, valsts un kancelejas nodevas, sakaru pakalpojumi u.c.) un pārējās saimnieciskās darbības izmaksas (soda naudas, līgumsodi u.c.).

b) Peļņas novērtējums biogāzes stacijām

Projekta pētījuma pirmajā posmā tika apkopoti biogāzes staciju darbību raksturojošie dati, kā arī dati par ieņēmumiem, izmaksām un neto peļņu. Tā kā pētījumā iekļautos rādītājus ietekmē dažādi ārējie un iekšējie faktori, aprēķinos izmantot dati par laika periodu no 2019. līdz 2021. gadam. Pētījumā netika iekļauts 2022. gads, kurā bija novērojamas būtiskas elektroenerģijas cenas svārstības. Informācijas apkopošanai izmantota Valsts vides dienesta reģistros (<https://registri.vvd.gov.lv/>) pieejamā informācija, Pārtikas un veterinārā dienesta reģistra “*Atzītie un reģistrētie dzīvnieku izcelsmes blakusproduktu aprites uzņēmumi: 6.sekcija – Biogāzes ražošanas uzņēmumi*” (<https://registri.pvd.gov.lv/cr>) dati, Elektroenerģijas ražotāju un tirgotāju reģistra (<https://www.sprk.gov.lv/content/registresanalicencesana-0>) dati, Kadastra informācijas sistēmas (<https://www.kadastrs.lv/>) dati, Būvniecības valsts kontroles biroja mājaslapā (<https://www.bvkb.gov.lv/lv/energetika>) pieejamā informācija un dati. Pētījumā izmantotie finanšu dati (ieņēmumi, izmaksas, neto peļņa) iegūti no komersantu VID iesniegtajiem gada pārskatiem, kas pieejami Lursoft datu bāzē (<https://www.lursoft.lv/lv/gada-parskati>). Apkopotie finanšu dati tika pārrēķināti uz 1 MW jaudu. Savukārt komersantu, kuriem elektroenerģijas un siltumenerģijas ražošana ir tikai viens no pamatdarbības veidiem, peļņas vai zaudējumu aprēķinā atspoguļotā neto peļņa tika koriģēta, to reizinot ar ieņēmumu no elektroenerģijas un siltumenerģijas ražošanas īpatsvaru. Pēc visu datu apkopošanas tika secināts, ka pētījuma izlases lielums ir 47 biogāzes stacijas ar kopējo jaudu 57,301 MW. Analīzē nav iekļauts SIA “Ķeizarsils” biogāzes stacija ar uzstādīto jaudu 1,33 MW, kuras gada pārskatā elektroenerģijas ražošanas un pārdošanas iekļauta tikai kopš 2022. gada.

Balstoties uz apkopotajiem datiem, tika konstruētas izkliedes (korelācijas) diagrammas, lai vizuāli pētītu iegūtos datu mākoņus. Izpētes laikā tika konstatēts, ka starp pētāmajiem rādītājiem nepastāv statistiski nozīmīga sakarība, līdz ar to pētījumam nav piemērota korelācijas un regresijas analīze. Balstoties uz pieejamiem datiem, tika pieņemts lēmums pētījumu balstīt uz aprakstošo statistiku, aprēķinot vidējo aritmētisko un mediānu, un, lai šos iegūtos datus novērtētu, tikai aprēķināta arī standartnovirze, variācijas koeficients un mediānas asimetrijas koeficients u.c. aprakstošās statistikas rādītāji.

Biogāzes staciju darbību raksturojošie rādītāji tika pētīti gan kopā, gan uzstādīto jaudu šķērsgriezumā, tās klasificējot 3 grupās:

- (1) grupa: biogāzes stacijas ar uzstādīto jauda līdz 0,99 MW (grupā ietilpst 28 komersanti),
- (2) grupa: biogāzes stacijas ar uzstādīto jauda no 1 līdz 1,99 MW (grupā ietilpst 15 komersanti),
- (3) grupa: biogāzes stacijas ar uzstādīto jauda virs 2 MW (grupā ietilpst 4 ražotāji) (sk. 4. piel.).

Pētot biogāzes staciju iegūtos finanšu rādītājus, arī tika secināts, ka neto apgrozījuma (EUR/MW) mediāna un vidējā aritmētiskā vērtība ir salīdzinoši tuvas viena otrai, izņemot (3) grupas (jauda virs 2 MW) atbilstošos rādītājus. Tomēr variācijas koeficients norāda uz lielu izkliedi datu kopā attiecībā uz vidējo aritmētisko vērtību. Ņemot vērā pozitīvo mediānas asimetrijas koeficientu un to, ka dati ir salīdzinoši simetriski sadalīti ap mediānu, arī šajā gadījumā mediāna ir piemērotākais rādītājs, lai raksturotu biogāzes stacijas neto apgrozījumu (EUR/MW) gan uzstādīto jaudu šķērsgriezumā, gan vidēji biogāzes stacijām.

Salīdzinot biogāzes staciju neto peļņas (EUR/MW) vidējo aritmētisko vērtību un mediānu, tika secināts, ka datu kopā ir ievērojamas atšķirības starp vidējo neto peļņu (kas ir augstāka) un mediānas vērtību (kas ir zemāka), izņemot (2) grupas (jauda 1 -1,99 MW) rādītājus. Tas norāda, ka ir daži veiksmīgi komersanti, kas gūst pietiekoši lieli neto peļņu uz 1MW, un daļa strādā ar zaudējumiem un salīdzinoši nelielu neto peļņu, uz ko norāda arī maksimālās un minimālās vērtības. Variācijas koeficienti norāda, ka dati ir ļoti izkliedēti un relatīvi tālu no vidējās aritmētiskās vērtības. Arī

mediānas asimetrijas koeficienti norāda uz ievērojamu datu asimetriju ap mediānu. Ņemot vērā ļoti lielo variācijas koeficientu un ievērojamu asimetriju ap mediānu, tika pieņemts lēmums, izmantot mediānu (EUR/MW), lai raksturotu neto peļņu (EUR/MW) gan uzstādīto jaudu šķērsgrīzumā, gan vidēji biogāzes stacijām.

No aprēķinātās neto apgrozījuma vērtības (mediānas) atņemot neto peļņas vērtību (mediānu) iegūta starppatēriņa vērtība uz 1 MW (44.tab.).

44.tab. Pieņēmumi biogāzes stacijas neto apgrozījumam, starppatēriņam un neto peļņai vidēji un uzstādīto jaudu šķērsgrīzumā

Rādītāji	Vidēji	t.sk. uzstādīto jaudu šķērsgrīzumā, MW		
		līdz 0,99	1 – 1,99	virs 2,00
Vidējais neto apgrozījums (mediāna), EUR/MW	1 070 728	1 155 095	910 871	448 344
Starppatēriņš, EUR/MW	965 559	998 088	876 965	140 687
Vidējā neto peļņa (mediāna), EUR/MW	105 169	157 007	33 906	307 657

Neto apgrozījums biogāzes stacijai veidojas no saražotās elektroenerģijas un siltumenerģijas pārdošanas (saražotās elektroenerģijas/ siltumenerģijas daudzuma reizinājums ar pārdošanas cenu). Savukārt starppatēriņā iekļauj visas ar ražošanu tiešā vai netiešā veidā saistītās izmaksas, t.i. samaksa par darbiem un pakalpojumiem, pamatlīdzekļu nolietojums, izejvielu un materiālu iegādes izmaksas, koģenerācijas stacijas apkalpošana vai ražošanas iekārtu ekspluatācijas izmaksas, personāla izmaksas, elektroenerģijas izdevumi, digestāta izvešanas izmaksas, apdrošināšanas maksājumi, nomas maksa, nekustamā īpašuma nodoklis, dabas resursu nodoklis, administrācijas izmaksas (juridiskie pakalpojumi, personāla izmaksas, VSAOI, grāmatvedības pakalpojumi, revīzijas pakalpojumi, valsts un kancelejas nodevas, skaru pakalpojumi u.c.) un pārējās saimnieciskās darbības izmaksas (soda naudas, līgumsodi u.c.).

c) Peļņas novērtējums saules elektrostacijām

Saules elektrostaciju parku izbūve Latvijā sākās 2022. gadā, tāpēc saimniecisko darbību raksturojošie finanšu dati vēl nav pieejami. Enerģētikas uzņēmuma "AJ Power" mājaslapā ir pieejams kalkulators (<https://ajpower.lv/lv/pakalpojums/industrialie-saules-enerģijas-parki/>), lai noskaidrotu LIZ potenciālu, ja uz tās tiek uzstādīti saules paneļi. Ar kalkulatoru iegūtie dati prezentēti 45.tab.

45.tab. Zemes īpašnieka izdevīgumu raksturojošie dati uz LIZ uzstādot saules paneļus⁴⁹

Zemes platība, ha	Jauda, MW (cik MW var uzstādīt)	Gadā saražotais apjoms, MWh	CO ₂ ietaupījums gadā	Kopējā projekta vērtība, tūkst. EUR	Zemes īpašnieka ieguvumi gadā, EUR (NP LV vidējā svērtā 12 mēn.cena)	Zemes īpašnieka ieguvumi gadā, EUR/MW
1	0,7	686	269	455	981	1 401
2	1,4	1372	539	910	1 963	1 402
3	2,1	2058	808	1 365	2 944	1 402
4	2,8	2744	1077	1 820	3 926	1 402
5	3,5	3430	1346	2 275	4 907	1 402
6	4,2	4116	1616	2 730	5 889	1 402

⁴⁹ AJ Power, ([b.g.]). <https://ajpower.lv/lv/pakalpojums/industrialie-saules-enerģijas-parki/>

Zemes platība, ha	Jauda, MW (cik MW var uzstādīt)	Gadā saražotais apjoms, MWh	CO ₂ ietaupījums gadā	Kopējā projekta vērtība, tūkst. EUR	Zemes īpašnieka ieguvumi gadā, EUR (NP LV vidējā svērtā 12 mēn.cena)	Zemes īpašnieka ieguvumi gadā, EUR/MW
7	4,9	4802	1885	3 185	6 870	1 402
10	7	6860	2693	4 200	10 165	1 452
12	8,4	8232	3231	5 040	12 198	1 452

Uz 2023. gada oktobrī ekspluatācijā nodoto saules elektrostaciju parku jauda Latvijā nepārsniedz 6 MW, izņemot Carnikavas SES (jauda 12 MW), kas tika nodota ekspluatācijā 2023.gada novembra sākumā, līdz ar to, balstoties uz kalkulatora datiem (45.tab.), var secināt, ka zemes īpašnieka peļņa gadā no elektroenerģijas pārdošanas nepārsniegs 1 450EUR/MW.

No 45.tab. datiem var secināt, ka 1 MW jaudas saules elektrostacija gadā var saražot 980 MWh. Šo apjomu sareizinot ar vidējo elektroenerģijas cenu Latvijas apgabalā (EUR/MWh) attiecīgajā periodā, iegūst, ka vidējie ieņēmumi laika periodā 2019.-2021. gads no elektroenerģijas pārdošanas ir vidēji 55 243 EUR/MW.

46. tab. Saules elektrostaciju ieņēmumu prognoze, EUR/MW

Gadā saražotais apjoms, MWh ⁵⁰	Vidējā elektroenerģijas cena Latvijas apgabalā, EUR/MWh ⁵¹			Ieņēmumu prognoze, EUR/MW			
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	vidēji periodā
980	46,28	34,05	88,78	45 354	33 369	87 004	55 243

Balstoties uz 45.tab. un 46. tab. aprēķiniem, var izvirzīt pieņēmumus saules elektrostācijas ieņēmumiem, starppatēriņam un neto peļņai (47. tab..).

47. tab. Pieņēmumi saules elektrostācijas ieņēmumiem, starppatēriņam un neto peļņai

Rādītāji	Pieņēmumi, EUR/MW
Vidējie ieņēmumi, EUR/MW	55 243
Starppatēriņš, EUR/MW	53 841
Vidējā peļņa, EUR/MW	1 402

1.5. Kūdras nozare

Nodarbinātība kūdras nozarē

Lai kvantitatīvi novērtētu nodarbinātību kūdras ieguvē, arī tika pētīts nodarbināto personu skaits, izmantojot VID publiskojamās datu bāzes (<https://www.vid.gov.lv/lv/vid-publiskojamu-datu-baze-meklet-visu-pieejamo-informaciju-par-nodoklu-maksataju>), kā arī kūdras ieguves komersantu VID iesniegto gada pārskatu pielikumu (<https://www.lursoft.lv/lv/gada-parskati>) datus par nodarbināto personu skaitu laika periodā no 2020. līdz 2022. gadam. Iegūtie dati par visiem pētījumā iekļautajiem komersantiem (kopumā 52 komersanti) tika summēti un salīdzināti ar CSP datu bāzes datiem par

⁵⁰ AJ Power, ([b.g.]). <https://ajpower.lv/lv/pakalpojums/industrialie-saules-enerģijas-parki/>

⁵¹ Augstsprieguma tīkls AS, ([b.g.]). Elektroenerģijas tirgus apskats. Pieejams <https://www.ast.lv/lv/electricity-market-review?year=2019&month=13>

nodarbināto personu skaitu kūdras ieguvē (https://data.stat.gov.lv/pxweb/lv/OSP_PUB/START_ENT_UF_UFR/?tablelist=true). Pēc datu salīdzināšanas tika secināts, ka nav nepieciešama apkopoto datu kalibrēšana. Tā kā komersantiem kūdras ieguves apjomi, kūdras ieguves atradņu skaits un platības ir atšķirīgas, tad nodarbināto personu skaits tika izteikts uz 1000 tonnām (kūdra ar mitrumu 40 %).

Pēc datu apkopošanas tika konstruētas izkliedes (korelācijas) diagrammas, lai vizuāli pētītu iegūtos datu mākoņus. Izpētes laikā tika konstatēts, ka starp pētāmajiem rādītājiem nepastāv statistiski nozīmīga sakarība, līdz ar to pētījumam nav piemērota korelācijas un regresijas analīze. Balstoties uz pieejamiem datiem, tika pieņemts lēmums pētījumu balstīt uz aprakstošo statistiku, aprēķinot vidējo aritmētisko vērtību un mediānu, un, lai šos iegūtos datus novērtētu, tikai aprēķināta arī standartnovirze, variācijas koeficients un mediānas asimetrijas koeficients u.c. aprakstošās statistikas rādītāji (sk. 2. piel.).

Pētot iegūtos aprakstošās statistikas datus kopumā tika secināt, ka nodarbināto skaita (uz 1 000 tonnām) mediāna un vidējā aritmētiskā vērtība ir salīdzinoši tuvas viena otrai, tomēr variācijas koeficients norāda uz lielu izkliedi datu kopā attiecībā uz vidējo aritmētisko vērtību. Ņemot vērā pozitīvo mediānas asimetrijas koeficientu un to, ka dati ir salīdzinoši simetriski sadalīti ap mediānu, izņemot datu kopu ar nodarbināto personu skaitu no 0 līdz 9, tika secināts, ka mediāna ir piemērotāks rādītājs, lai raksturotu nodarbinātību kūdras ieguvē, tāpēc pieņēmumi par nodarbinātību kūdras ieguvē tiek balstīti uz šo aprakstošās statistikas rādītāju (48.tab.).

48.tab. Vidējā nodarbinātība uz 1000 tonnām dažāda lieluma kūdras ieguves komersantiem

Rādītāji	Vidējais sektors	t.sk. pēc vidējā nodarbināto skaita			
		mikro komersants (0-9 darbinieki)	mazais komersants (10-49)	vidējais komersants (50-249)	lielais komersants (virs 250 darbiniekiem)
Vidējais nodarbināto skaits (mediāna), darbinieki/1000 t	1,88	0,99	2,08	1,73	4,21
Nostrādātās stundas, stundas/1000 t	3003	-	-	-	-

Peļņa kūdras nozarē

Lai iegūtu datus par kūdras ieguves komersantiem, vispirms no (Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra) Zemes dziļu informācijas sistēmas derīgo izrakteņu (būvmateriālu izejvielu, kūdras, sapropeļa un dziedniecības dūņu) atradņu reģistra (pieejami: <https://videscentrs.lv/gmc.lv/iebuve/vets/zemes-dzilu-informacijas-sistema>) tika apkopti dati par kūdras ieguves komersantiem un kūdras ieguves apjomiem (tonnās) laika periodā no 2020. līdz 2022. gadam. Apkopotie dati par katra komersanta ieguves apjomiem (tūkst. tonnas (ar mitrumu 40 %). tika summēti un salīdzināti ar krājumu bilances datiem (<https://videscentrs.lv/gmc.lv/iebuve/vets/zemes-dzilu-informacijas-sistema>) un tika secināts, ka nav nepieciešama apkopoto datu kalibrēšana.

Projekta pētījuma otrajā posmā tika apkopoti kūdras ieguves komersantu darbību raksturojošie finanšu dati - ieņēmumi, izmaksas un neto peļņa laika periodā no 2020. līdz 2022. gadam jeb par pēdējiem trim darbības gadiem, lai mazinātu ietekmes faktoru svārstības. No komersantu VID iesniegtajiem gada pārskatiem, kas pieejami Lursoft datu bāzē (<https://www.lursoft.lv/lv/gada-parskati>), apkopotie finanšu dati tika pārrēķināti uz 1 kūdras ieguves tonnu (kūdra ar mitrumu 40 %). Pēc datu apkopošanas tika secināts, ka pētījuma izlases lielums ir 52 komersanti.

Balstoties uz apkopotajiem datiem, tika konstruētas izkliedes (korelācijas) diagrammas, lai vizuāli pētītu iegūtos datu mākoņus. Izpētes laikā tika konstatēts, ka starp pētāmajiem rādītājiem nepastāv statistiski nozīmīga sakarība, līdz ar to pētījumam nav piemērota korelācijas un regresijas analīze. Balstoties uz pieejamiem datiem, tika pieņemts lēmums pētījumu balstīt uz aprakstošo statistiku, aprēķinot aritmētisko vidējo vērtību un mediānu, un, lai šos iegūtos datus novērtētu, tikai aprēķināta arī standartnovirze, variācijas koeficients un mediānas asimetrijas koeficients u.c. aprakstošās statistikas rādītāji.

Kūdras ieguves komersantu darbību raksturojošie rādītāji tika pētīti gan kopā, gan nodarbināto personu skaita šķērsgriezumā, tos klasificējot 4 grupās:

- (1) grupa: mikrokomersanti ar nodarbināto skaitu no 0 līdz 9 (grupā ietilpst 15 komersanti),
- (2) grupa: mazie komersanti ar nodarbināto skaitu no 10 līdz 49 (grupā ietilpst 23 komersanti),
- (3) grupa: vidējie komersanti ar nodarbināto skaitu no 50 līdz 249 (grupā ietilpst 12 komersanti),
- (4) grupa: lielie komersanti ar nodarbināto skaitu virs 250 (grupā ietilpst 2 komersanti) (sk. 5. piel.).

Salīdzinot kūdras ieguves komersantu neto apgrozījuma (EUR/t) un neto peļņas (EUR/t) vidējo aritmētisko vērtību un mediānu, tika secināts, ka datu kopām ir ievērojamas atšķirības starp vidējo neto apgrozījumu (kas ir augstāka) un mediānas vērtību (kas ir zemāka), kā arī starp vidējo neto peļņu (kas ir augstāka) un mediānas vērtību (kas ir zemāka). Aprēķinātie variācijas koeficienti gan neto apgrozījumam, gan neto peļņai norāda, ka dati ir ļoti izkliedēti un relatīvi tālu no vidējās aritmētiskās vērtības. No iegūtajiem mediānas asimetrijas koeficientiem attiecībā uz neto apgrozījumu (EUR/t) un neto peļņu (EUR/t) var secināt, ka datu izkliede ap mediānu ir salīdzinoši vienmērīgāka, tāpēc mediāna ir piemērotāks aprakstošās statistikas rādītājs kūdras ieguves komersantu darbības raksturošanai gan nodarbināto personu šķērsgriezumā, gan vidēji.

No aprēķinātās neto apgrozījuma vērtības (mediānas) atņemot neto peļņas vērtību (mediānu) iegūta starppatēriņa vērtība uz 1 tonnu kūdras (49.tab.).

49.tab. Pieņēmumi kūdras ieguves komersantu neto apgrozījumam, starppatēriņam un neto peļņai vidēji un nodarbināto personu šķērsgriezumā

Rādītāji	Vidēji sektorā	t.sk. pēc vidējā nodarbināto skaita			
		mikrokomersants (0-9 darbinieki)	mazais komersants (10-49)	vidējais komersants (50-249)	lielais komersants (virs 250 darbiniekiem)
Vidējais neto apgrozījums (mediāna), EUR/t	96,1	61,2	88,9	201,5	692,0
Starppatēriņš, EUR/t	79,6	46,4	72,8	152	626,9
Vidējā neto peļņa (mediāna), EUR/t	16,5	14,8	16,1	49,5	65,1

Neto apgrozījums veidojas no kūdras un/vai no pārstrādātās kūdras pārdošanas (iegūtās un realizācijai paredzētās kūdras daudzuma reizinājums ar pārdošanas cenu). Starppatēriņā iekļauj visas ar ražošanu tiešā vai netiešā veidā saistītās izmaksas, t.i. materiālu izmaksas, personāla izmaksas, pamatlīdzekļu nolietojums, izlietotā degviela un eļļa, transporta izmaksas, purvu nomas izmaksas, remontdarbu izmaksas, apdrošināšanas maksājumi, krājumu vērtības izmaksas, darba drošības izmaksas, dabas resursu nodoklis, kūdras pārkraušanas pakalpojumi, nodevas par ražošanā izmantotiem zemes gabaliem, administrācijas izmaksas (profesionālo pakalpojumu izmaksas, biroja izmaksas, personāla izmaksas, bankas pakalpojumi, sakaru izmaksas, pārskata gada revīzijas

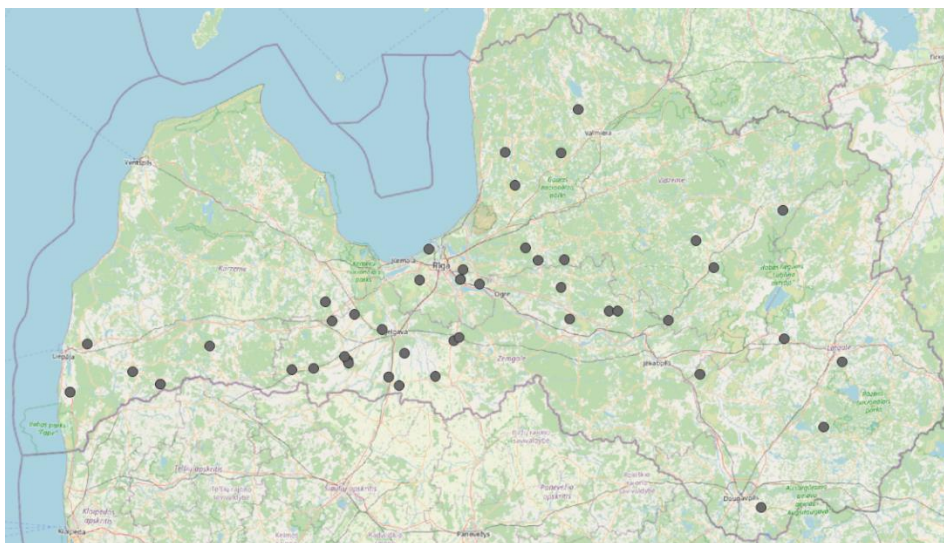
izdevumi) un pārējie saimnieciskās darbības izmaksas (soda naudas, zaudējumi no valūtas kursa svārstībām, darba kaitējumi u.c.).

1.6. Kartogrāfiskais materiāls (modeļa bāzes scenārijs)

1.6.1. Kartogrāfiskais materiāls atjaunīgo resursu telpiskam izvietojumam

a) biogāzes stacijas

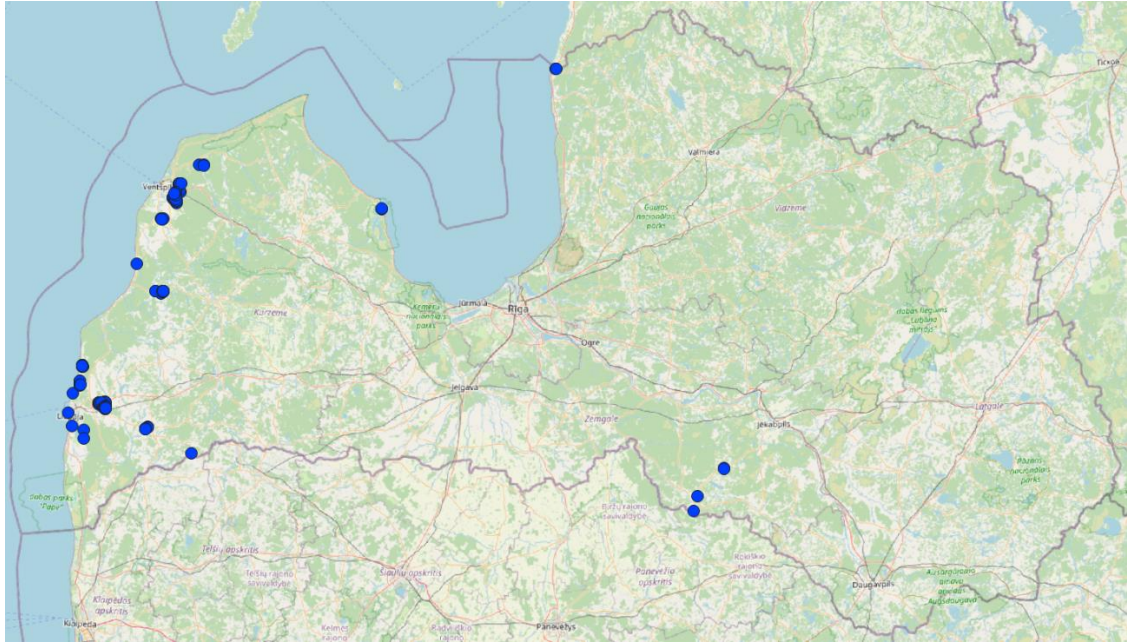
Kartē (2. att.) atspoguļoti dati par 48 biogāzes stacijām ar kopējo uzstādīto jaudu 58,631 MW. Saskaņā ar apkopotajiem datiem piecas biogāzes stacijas (ar kopējo uzstādīto jaudu 8,675 MW) izvietotas sadzīves atkritumu poligonos “Getliņi”, “Dalbe”, “Ķīvītes” un “Brakšķi”. Viena ir notekūdeņu dūņu gāzes stacija (ar uzstādīto jaudu – 1,998 MW), kurā biogāze tiek ņemta no SIA „Rīgas ūdens” notekūdeņu attīrīšanas iekārtu metāntenkiem. Pārējās (42 ar elektrisko jaudu 47,958 MW) ir biomasas substrāta biogāzes stacijas, kas darbojas lauksaimniecības uzņēmumos. Lielākā daļa no biogāzes stacijām ir koncentrēta Viduslatvijā.



2. att. Biogāzes staciju pārklājums Latvijā

b) vēja elektrostacija

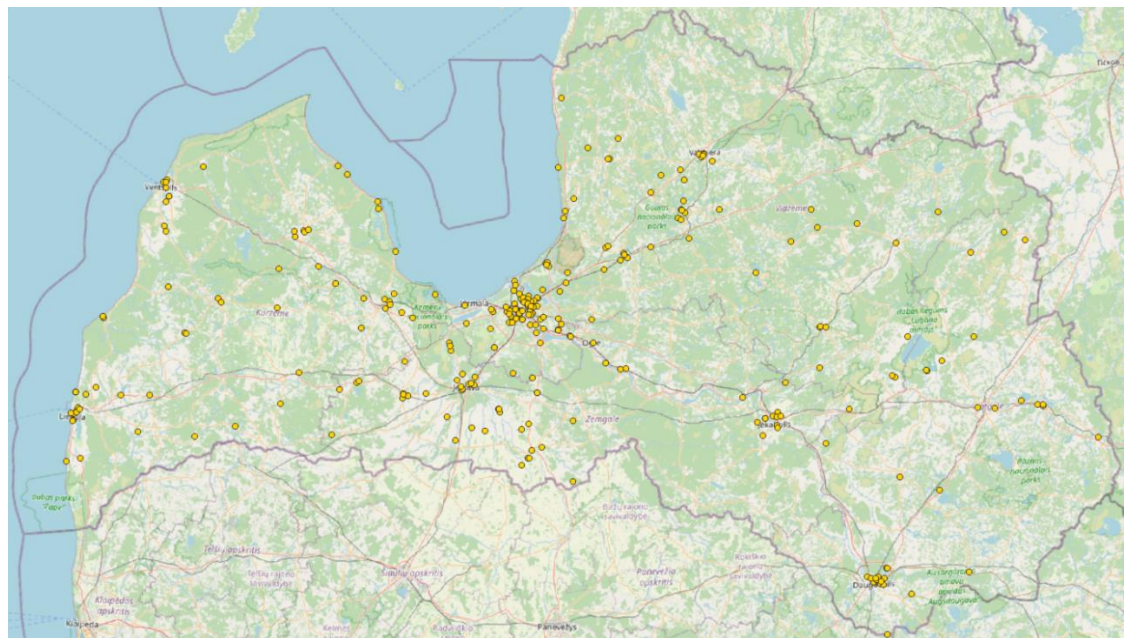
Saskaņā ar pētījuma rezultātiem, kas atspoguļoti kartē (3. att.), Latvijas teritorijā izvietoti 105 vēja ģeneratori ar kopējo jaudu 124,945 MW. Lielākā daļa ģeneratoru izvietoti Kurzemes piekrastē, t.i., Dienvidkurzemes novadā (50 vēja turbīnas ar kopējo uzstādīto jaudu 31,82 MW) un Ventspils novadā (31 vēja turbīna ar kopējo jaudu 82,4 MW). Pētījuma periodā 2019.-2021. gads abos novados tika saražots vairāk kā 80 % no kopējās vēja elektrostacijās saražotās atjaunīgās elektroenerģijas, līdz ar to pārējā Latvijas teritorijā ir izvietotas 24 vēja turbīnas (ar kopējo jaudu – 10,725 MW), kurās tika saražota atlikusī vēja elektroenerģijas daļa.



3. att. Vēja ģeneratoru pārklājums Latvijā

c) saules elektrostacija

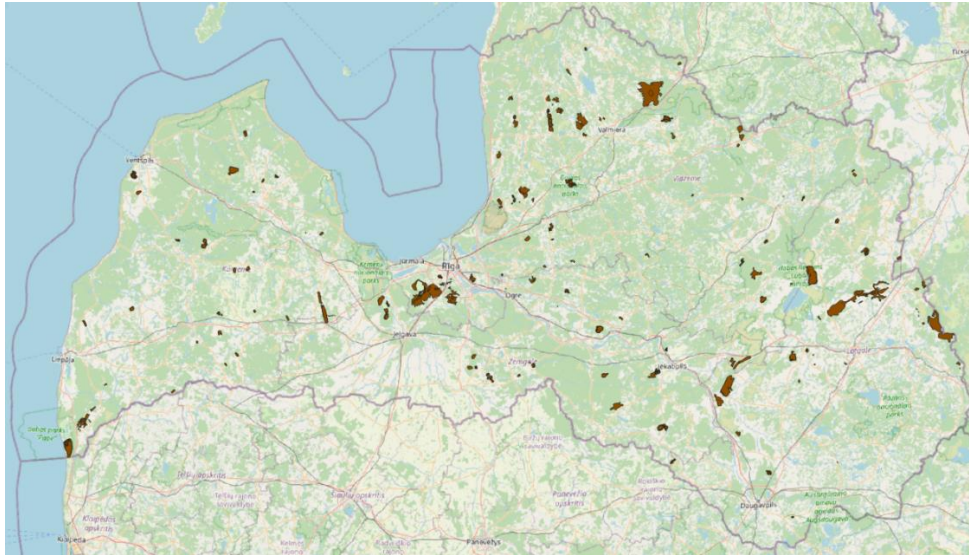
No kartē (4.att.) atspoguļotiem datiem redzams, ka 2023.gada beigās saules mikroģeneratori un elektrostacijas ir izvietotas visā valsts teritorijā, ar lielāku koncentrāciju Kurzemes reģionā un Pierīgā. Lielākā daļa saules mikroģeneratoru un elektrostaciju, kas attēlotas kartē, darbību sāka laika periodā pēc 2021. gada (tas ir, 2021.gadā - 59, 2022.-57, 2023.- 101 vienība), tāpēc no saules saražotās elektroenerģijas īpatsvars Latvijā neliels - nepārsniedz 0,2%.



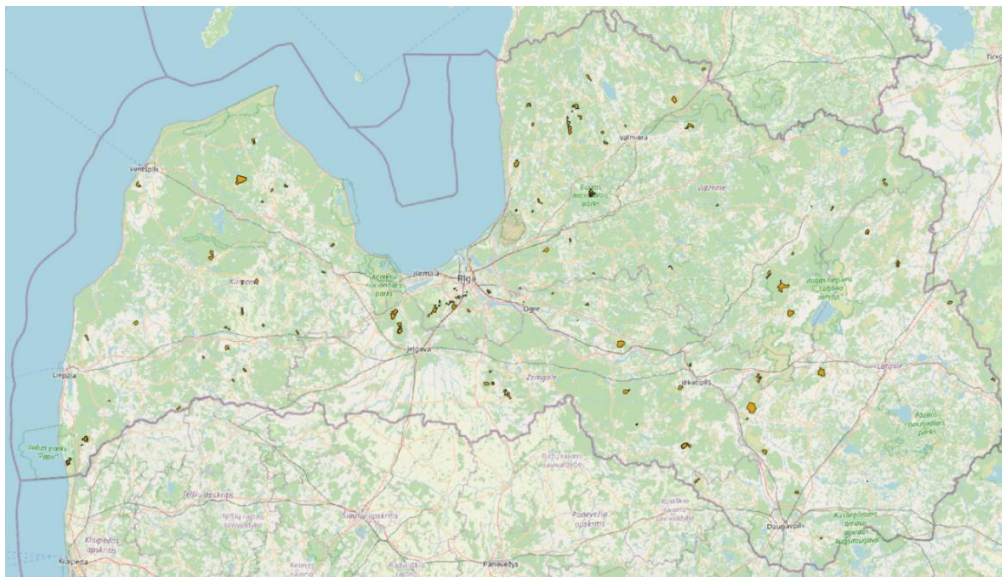
4.att. Saules mikroģeneratoru un elektrostaciju izvietojums Latvijā

c) kūdras ieguve

Latvijā ir izmantojamas 140 kūdras atradnes (5.att.) ar kopējo krājumu apjomu 486 miljoni tonnas. Lielākās kūdras atradnes (5.att.) pēc kopējā kūdras krājuma apjoma atrodas Līvānu novadā (Skrebeļu - Skrūzmaņu purvs), Mārupes un Olaines novadā (Cenas fīrelis), kā arī Aizkraukles novadā (Aizkraukles (Aklais) purvs). Saskaņā ar apkopotajiem datiem kūdras ieguve notiek 95 kūdras atradnēs (6. att.), kurās laika periodā no 2020. līdz 2022. gadam vidēji 52 komersanti gadā ieguva vidēji 1,3 milj. tonnas kūdras (ar mitrumu 40 %). Lielākie kūdras ieguves apjomi reģistrēti Skrebeļu-Skrūzmaņu purvā (Līvānu novadā), Kņavu (Kņovu) purvā (Preiļu un Rēzeknes novādā), Rāķu - Dzelves purvā (Limbažu un Valmieras novadā) un Drabiņu purvā (Dobeles un Jelgavas novādā).



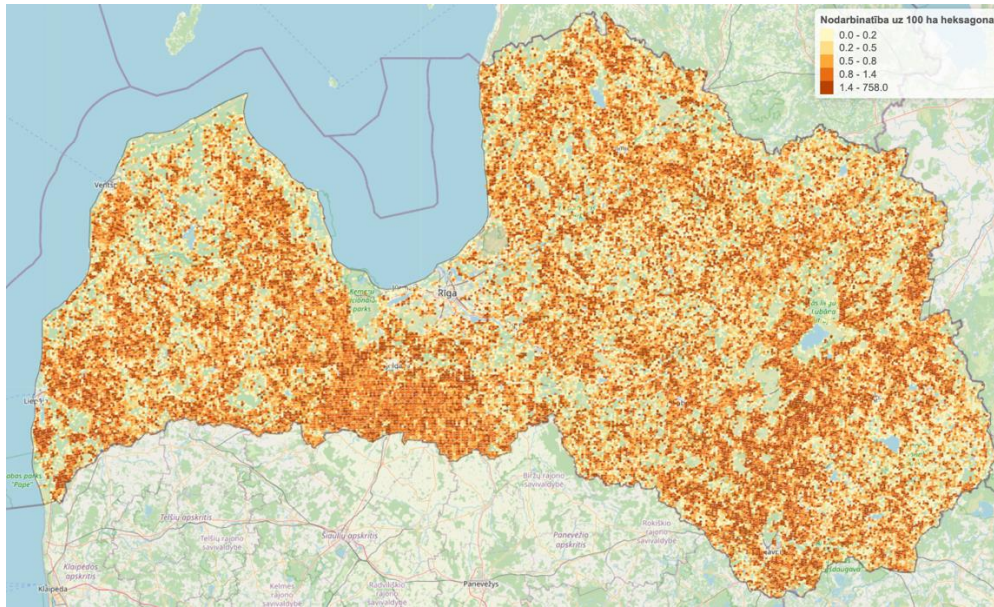
5.att. Kūdras atradņu izvietojums Latvijā



6. att. Kūdras ieguves vietas Latvijā

1.6.2. Kartogrāfiskais materiāls nodarbinātības izvietojumam

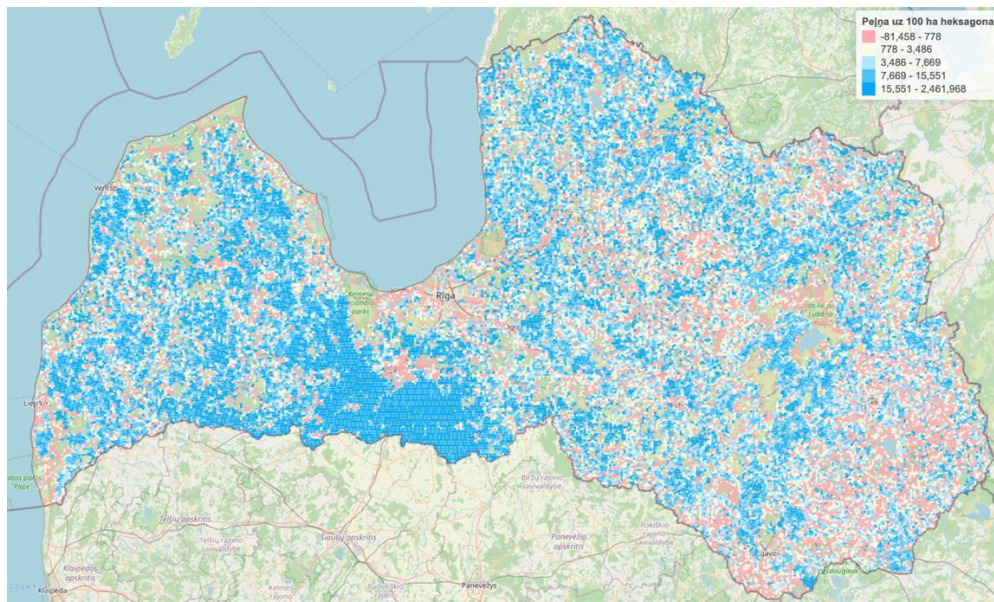
7. attēlā ir atspoguļotas nodarbinātības modeļa ģenerētās bāzes scenārija vērtības.



7. att. Nodarbinātības telpiskais atspoguļojums

1.6.3. Kartogrāfiskais materiāls peļņas izvietojumam

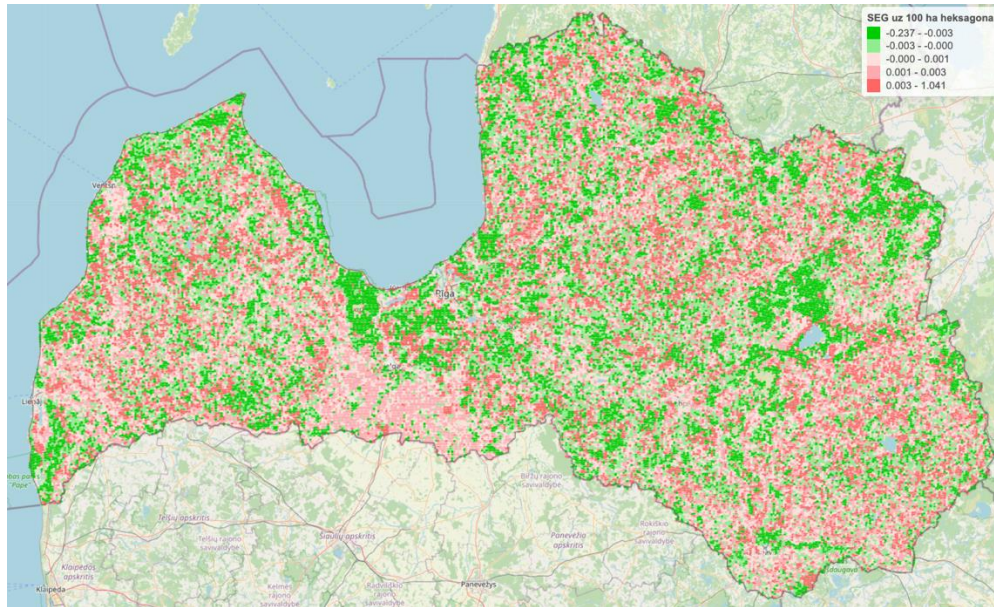
8. attēlā ir atspoguļotas peļņas modeļa ģenerētās bāzes scenārija vērtības.



8. att. Peļņas telpiskais atspoguļojums

1.6.4. Kartogrāfiskais materiāls SEG emisiju izvietojumam

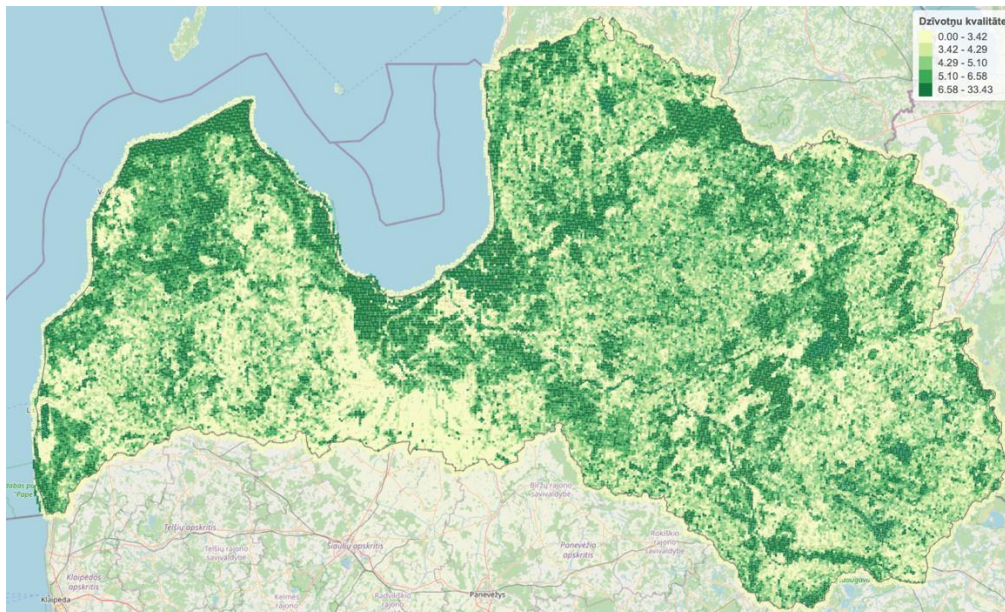
9. attēlā ir atspoguļotas SEG emisiju/piesaistes modeļa ģenerētās bāzes scenārija vērtības.



9. att. SEG emisiju/piesaistes telpiskais atspoguļojums

1.6.5. Kartogrāfiskais materiāls dzīvotņu kvalitātes izvietojumam

10. attēlā ir atspoguļotas dzīvotņu kvalitātes modeļa ģenerētās bāzes scenārija vērtības.



10. att. Dzīvotņu kvalitātes telpiskais atspoguļojums

Literatūras saraksts

1. AJ Power, ([b.g.]). Industriālie saules enerģijas parki. Pieejams: <https://ajpower.lv/lv/pakalpojums/industrialie-saules-enerģijas-parki/>
2. Augstsprieguma tīkls AS, ([b.g.]). Elektroenerģijas tirgus apskats 2019., 2020., 2021., 2022. Pieejams: <https://www.ast.lv/lv/electricity-market-review?year=2019&month=13>
3. Būvniecības valsts kontroles birojs, ([b.g.]). Enerģētika. Pieejams: <https://www.bvkb.gov.lv/lv/energetika>
4. Centrālās statistikas pārvalde (CSP), ([b.g.]). UFR010. Uzņēmumu galvenie uzņēmējdarbības rādītāji 2005 – 2021. Pieejams: https://data.stat.gov.lv/pxweb/lv/OSP_PUB/START_ENT_UF_UFR/?tablelist=true.
5. Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs, ([b.g.]). Zemes dziļu informācijas sistēmas derīgo izrakteņu (būvmateriālu izejvielu, kūdras, sapropeļa un dziedniecības dūņu) atradņu reģistra. Pieejams: <https://videscentrs.lvgmc.lv/iebuvecs/zemes-dzilu-informācijas-sistema>
6. LR Valsts ieņēmumu dienests (VID), ([b.g.]). VID publiskojamā datu bāze. Pieejams: <https://www.vid.gov.lv/lv/vid-publiskojamo-datu-baze-meklet-visu-pieejamo-informaciju-par-nodoklu-maksataju>
7. Lursoft, ([b.g.]). Gada pārskatu reģistrs. Pieejams: <https://www.lursoft.lv/lv/gada-parskati>
8. Pārtikas un veterinārais dienests (PVD), ([b.g.]). *Atzītie un reģistrētie dzīvnieku izcelsmes blakusproduktu aprites uzņēmumu: 6.sekcija – Biogāzes ražošanas uzņēmumi*. Pieejams: <https://registri.pvd.gov.lv/cr>
9. Ram, M., Aghahosseini, A., Breyer, Ch., (2020). Job creation during the global energy transition towards 100% renewable power system by 2050. *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 151 (2020) 119682, ISSN 0040-1625. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.06.008>
10. Ram, M., Osorio-Aravena, J.C., Aghahosseini, A., Bogdanov, D., Breyer C., (2022). Job creation during a climate compliant global energy transition across the power, heat, transport, and desalination sectors by 2050. *Energy*, Volume 238, Part A, 2022, 121690, ISSN 0360-5442. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121690>
11. Rutovitz, J., Dominish, E., Downes, J., (2015). Calculating global energy sector jobs: 2015 methodology. Prepared for Greenpeace International by the Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sydney, Sydney, 2015. Retrieved from <https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/43718/1/Rutovitzetal2015Calculatingglobalenergysectorjobsmethodology.pdf>
12. Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisija, ([b.g.]). Elektroenerģijas ražotāju un tirgotāju reģistrs. Pieejams: <https://www.sprk.gov.lv/content/registresanalicesana-0>

Pielikumi

1. pielikums

Radītās darba vietas **biogāzes stacijas** darbības laikā, balstoties uz pētījuma pieņēmumiem

Rādītāji	Kopā	Uzstādīto jaudu šķērsgriezumā, MW		
		līdz 0,99	1 – 1,99	virs 2,00
Novērojumu skaits	47	28	15	4
Uzstādītās jaudas kopā, MW	57,301	19,098	25,503	12,7
Kopā radītās darba vietas jeb darbinieku skaits, izteikts pilnas slodzes ekvivalenta vienībās, ekspluatācijā un apkopē	25,99	8,66	11,57	5,76
Darbinieku nostrādāto stundu skaits gadā	45742	15242	20363	10138

Radītās darba vietas **vēja elektrostacijas** darbības laikā, balstoties uz pētījuma pieņēmumiem

Rādītāji	Kopā	Uzstādīto jaudu šķērsgriezumā, MW		
		līdz 0,99	1 – 1,99	virs 2,00
Novērojumu skaits	37	17	16	4
Uzstādītās jaudas kopā, MW	64,995	6,15	26,5	32,345
Kopā radītās darba vietas jeb darbinieku skaits, izteikts pilnas slodzes ekvivalenta vienībās, ekspluatācijā un apkopē	21,06	1,99	8,59	10,48
Darbinieku nostrādāto stundu skaits gadā	37066	3502	15118	18445

Radītās darba vietas **saules elektrostacijas** darbības laikā, balstoties uz pētījuma pieņēmumiem

Rādītāji	Kopā	Uzstādīto jaudu šķērsgriezumā, MW		
		līdz 0,99	1 – 1,99	virs 2,00
Novērojumu skaits	16	3	-	13
Uzstādītās jaudas kopā, MW	74,09	1,535	-	72,555
Kopā radītās darba vietas jeb darbinieku skaits, izteikts pilnas slodzes ekvivalenta vienībās, ekspluatācijā un apkopē	56,01	1,16	-	54,85
Darbinieku nostrādāto stundu skaits gadā	98578	2042	-	96536

Piezīme: aprēķinos iekļauti dati tikai par saules elektrostacijām, kuras nodotas ekspluatācijā līdz 2023.gada novembrim

2. pielikums

Nodarbinātības aprakstošās statistikas rādītāji kūdras ieguves sektorā Latvijā, uz 1000 tonnām

Aprakstošās statistikas rādītāji	Vidēji sektorā	t.sk. pēc vidējā nodarbināto skaita			
		mikro-komersants (0-9 darbinieki)	mazais komersants (10-49)	vidējais komersants (50-249)	lielais komersants (virs 250 darbiniekiem)
Vidējais aritmētiskais	2,75	2,50	3,08	2,16	4,21
Standartkļūda	0,44	1,09	0,64	0,54	1,63
Mediāna	1,88	0,99	2,08	1,73	4,21
Standartnovirze	3,17	4,20	3,09	1,87	2,30
Variācijas koeficients, %	115,3	168,0	100,3	86,6	54,6
Mediānas asimetrijas koeficients	-	14,81	0,47	3,40	0,39
Dispersija	10,05	17,66	9,52	3,50	5,28
Ekscess	6,06	7,30	3,65	7,54	-
Asimetrija	2,32	2,65	1,86	2,54	-
Amplitūda	15,69	15,69	12,29	7,03	3,25
Mīnimums	0	0	0,62	0,59	2,59
Maksimums	15,69	15,69	12,91	7,62	5,84
Novērojumu skaits	52	15	23	12	2

3. pielikums

Aprakstošās statistikas rādītāji vēja elektrostaciju darbību raksturojošiem finanšu rādītājiem
uzstādīto jaudu šķērsgriezumā Latvijā laika periodā 2019 – 2021

Aprakstošās statistikas rādītāji	Vidēji	t.sk. uzstādīto jaudu šķērsgriezumā, MW		
		līdz 0,99	1 – 1,99	virs 2,00
Darbību raksturojošais rādītājs: neto apgrozījums, EUR/MW				
Vidējais aritmētiskais	225111,2	224989,0	232498,2	196082,6
Standartklūda	17538,5	32664,6	20299,1	36931,3
Mediāna	226805,9	188589,3	233259,4	181462,7
Standartnovirze	106682,6	134679,8	81196,6	73862,7
Variācijas koeficients, %	47,4	59,9	34,9	37,7
Mediānas asimetrijas koeficients	-	0,6	1,0	0,18
Dispersija	11381183272,7	18138639034,6	6592886917,6	5455695962,4
Ekscess	0,8	-0,4	5,3	-1,0
Asimetrija	0,9	0,8	1,3	0,8
Amplitūda	437022,0	437022,0	383221,9	163492,9
Mīnimums	44340,7	44340,7	89030,3	128956,0
Maksimums	481362,7	481362,7	472252,2	292448,9
Novērojumu skaits	37	17	16	4
Darbību raksturojošais rādītājs: neto peļņa, EUR/MW				
Vidējais aritmētiskais	16245,9	-16771,7	43982,0	45625,9
Standartklūda	16858,5	13153,4	34631,1	27954,0
Mediāna	19 266,0	-24 293,3	78 545,7	27 624,3
Standartnovirze	102546,2	54233,1	138524,5	55908,0
Variācijas koeficients, %	631,2	323,4	315,0	122,5
Mediānas asimetrijas koeficients	-	-7,4	0,17	3,6
Dispersija	10515726826,5	2941223931,7	19189024500,6	3125701435,2
Ekscess	13,4	5,8	14,9	2,8
Asimetrija	-2,9	2,1	-3,8	1,6
Amplitūda	622487,3	227702,9	591308,0	126025,0
Mīnimums	-467857,7	-73073,3	-467857,7	615,1
Maksimums	154629,6	154629,6	123450,4	126640,0
Novērojumu skaits	37	17	16	4

4. pielikums

Aprakstošās statistikas rādītāji biogāzes stacijas darbību raksturojošiem finanšu rādītājiem
uzstādīto jaudu šķērsgriezumā Latvijā laika periodā 2019 – 2021

Aprakstošās statistikas rādītāji	Vidēji	t.sk. uzstādīto jaudu šķērsgriezumā, MW		
		līdz 0,99	1 – 1,99	virs 2,00
Rādītājs: neto apgrozījums, EUR/MW				
Vidējais aritmētiskais	1041588,0	1179572,9	867850,6	727208,7
Standartklūda	77018,5	87983,8	126757,8	429821,2
Mediāna	1070727,6	1155095,0	910871,1	448344,3
Standartnovirze	528012,5	465566,4	490930,9	859642,4
Variācijas koeficients, %	50,7	39,5	56,6	118,2
Mediānas asimetrijas koeficients	-	0,11	0,09	0,34
Dispersija	278797157162,0	216752105702,7	241013189923,7	738985003094,2
Ekscess	-0,4	0,4	-0,5	2,6
Asimetrija	0,1	0,1	0,1	1,6
Amplitūda	2179851,6	2004617,1	1819834,6	1928768,8
Minimums	11847,1	187081,5	11847,1	41688,8
Maksimums	2191698,7	2191698,7	1831681,7	1970457,5
Novērojumu skaits	47	28	15	4
Rādītājs: neto peļņa, EUR/MW				
Vidējais aritmētiskais	153 352,9	171 238,9	14 290,4	549 634,9
Standartklūda	51656,8	58714,8	52771,8	370906,3
Mediāna	105 169,0	157 007,1	33 906,2	307 656,6
Standartnovirze	354140,9	310689,6	204384,2	741812,6
Variācijas koeficients, %	230,9	181,4	1430,2	135,0
Mediānas asimetrijas koeficients	-	3,28	9,01	0,98
Dispersija	125415781263,0	96528016846,0	41772912218,4	550285909675,7
Ekscess	5,1	1,3	-0,7	0,7
Asimetrija	1,8	0,8	0,2	1,2
Amplitūda	1937573,6	1401478,9	653898,7	1571731,8
Minimums	-360094,4	-360094,4	-280324,3	5747,4
Maksimums	1577479,2	1041384,4	373574,3	1577479,2
Novērojumu skaits	47	28	15	4

5. pielikums

Aprakstošās statistikas rādītāji kūdras ieguves komersantu darbību raksturojošiem finanšu rādītājiem vidēji sektorā un nodarbināto personu šķērsgriezumā laika periodā 2020.-2022.

Aprakstošās statistikas rādītāji	Vidēji sektorā	t.sk. pēc vidējā nodarbināto skaita			
		mikro-komersants (0-9 darbinieki)	mazais komersants (10-49)	vidējais komersants (50-249)	lielais komersants (virs 250 darbiniekiem)
Rādītājs: Neto apgrozījums, EUR/tonnu					
Vidējais aritmētiskais	201,6	174,6	114,3	320,9	692,0
Standartklūda	40,0	81,6	18,6	102,9	463,6
Mediāna	96,1	61,2	88,9	201,5	692,0
Standartnovirze	288,3	316,2	89,2	356,4	655,6
Variācijas koeficients, %	143,0	181,1	78,0	111,0	94,7
Mediānas asimetrijas koeficients	-	0,14	0,18	0,79	0,67
Dispersija	83134,4	99988,2	7960,8	127014,7	429793,0
Ekscess	8,6	11,0	10,2	6,1	-
Asimetrija	3,0	3,3	3,0	2,3	-
Amplitūda	1295,5	1219,4	413,2	1295,5	927,1
Minimums	30,8	31,0	44,6	30,8	228,4
Maksimums	1326,3	1250,3	457,9	1326,3	1155,6
Novērojumu skaits	52	15	23	12	2
Rādītājs: Neto peļņa, EUR/tonnu					
Vidējais aritmētiskais	31,3	19,5	15,5	70,7	65,1
Standartklūda	7,6	17,0	4,6	19,2	49,1
Mediāna	16,5	14,8	16,1	49,5	65,1
Standartnovirze	54,8	65,7	22,0	66,5	69,4
Variācijas koeficients, %	175,2	336,6	142,5	94,0	106,6
Mediānas asimetrijas koeficients	NV	0,34	0,40	0,94	0,75
Dispersija	3006,5	4319,9	485,9	4416,3	4822,4
Ekscess	3,4	5,9	4,0	-0,7	-
Asimetrija	1,7	2,0	-0,6	0,8	-
Amplitūda	277,6	277,6	119,3	189,2	98,2
Minimums	-59,2	-59,2	-49,7	1,2	16,0
Maksimums	218,5	218,5	69,5	190,4	114,2
Novērojumu skaits	52	15	23	12	2