

Lietuvos Respublikos ataskaita pagal 2009 m. balandžio 23 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2009/28/EB dėl skatinimo naudoti atsinaujinančių išteklių energiją, iš dalies keičiančios bei vėliau panaikinamos Direktyvas 2001/77/EB ir 2003/30/EB, 19(2) straipsnio reikalavimus

Direktyvos 2009/28/EB 19(2) straipsnis sako:

Ne vėliau kaip 2010 m. kovo 31 d. valstybės narės Komisijai pateikia ataskaitą, į kurią įtraukiamas sąrašas tų vietovių jų teritorijoje, kurios pagal 2003 m. gegužės 26 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentą (EB) Nr. 1059/2003 dėl bendro teritorinių statistinių vienetų klasifikatoriaus (NUTS) nustatymo klasifikuojamos kaip Teritorinių statistinių vienetų nomenklatūros 2 lygio teritoriniai vienetai arba kaip labiau išskaidyto NUTS lygio vienetai, kai tikėtina, kad tipinis išmetamųjų šiltnamio efektą sukeliančių dujų (toliau – ŠESD) kiekis auginant žemės ūkio žaliavas gali būti mažesnis už išmetamą kiekį, apie kurį pranešta pagal šios direktyvos V priedo D dalies antraštinę dalį „Numatytosios išskaidytos auginimo vertės“, arba jam lygus; kartu pateikiamas metodo ir duomenų, panaudotų sudarant tą sąrašą, aprašymas. Taikant tą metodą atsižvelgiama į dirvožemio charakteristikas, klimatą ir tikėtiną žaliavų derlių.

1. Teritorijų sąrašas

Pagal 2003 m. gegužės 26 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentą (EB) Nr. 1059/2003 dėl bendro teritorinių statistinių vienetų klasifikatoriaus (NUTS) nustatymo (OL 2003 L 154, p.1) (su pakeitimais, padarytais 2005 m. spalio 26 d. Europos Parlamento ir Tarybos reglamentu (EB) Nr. 1888/2005, iš dalies keičiančiu Reglamentą (EB) Nr. 1059/2003 dėl bendro teritorinių statistinių vienetų klasifikatoriaus (NUTS) nustatymo, į Europos Sąjungą įstojus Čekijos Respublikai, Estijai, Kiprui, Latvijai, Lietuvai, Vengrijai, Maltai, Lenkijai, Slovėnijai ir Slovakijai (OL 2005 L 309, p. 1)) Lietuvos teritorija skirstoma į NUTS 1, NUTS 2 ir NUTS 3 lygio teritorinius vienetus. NUTS 1 ir NUTS 2 lygio teritorinius vienetus atitinka visa Lietuva, NUTS 3 lygio teritoriniai vienetai yra šalies apskritys. Kadangi NUTS 1 ir NUTS 2 lygiu klasifikuojama visa šalies teritorija, tipinės ŠESD emisijos auginant žaliavas biodegalų gamybai vertintos labiau išskaidyto NUTS 3 lygio teritoriniuose vienetuose.

NUTS 1	Kodas	NUTS 2	Kodas	NUTS 3	Kodas
LETUVA	LT0				
		Lietuva	LT00		
				Alytaus apskritis	LT001
				Kauno apskritis	LT002
				Klaipėdos apskritis	LT003
				Marijampolės apskritis	LT004
				Panevėžio apskritis	LT005
				Šiaulių apskritis	LT006
				Tauragės apskritis	LT007
				Telšių apskritis	LT008
				Utenos apskritis	LT009
				Vilniaus apskritis	LT00A

2. Apskaičiavimas

2.1. Lietuvos klimato sąlygos ir dirvožemio charakteristikos

Auginant žemės ūkio žaliavas biodegalų gamybai didelę įtaką jų derliui ir derlingumui turi vietinės klimato sąlygos ir dirvožemio našumas. Lietuva yra vėsiojo vidutinio klimato zonoje su vidutinio šilto vasaromis bei vidutinio šaltumo žiemomis. Vidutinė liepos mėnesio temperatūra yra apie 17°C, žiemos temperatūra – apie -5°C; intervalas tarp temperatūrų – apie 20°C. Vidutinė oro temperatūra, užfiksuota Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos 2009 m., pateikta 1 lentelėje, o jos nukrypimai nuo vidutinės daugiametės – 2 lentelėje [1].

1 lentelė. Vidutinė oro temperatūra (°C) 2009 m.

Apskritis	Mėnesiai											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Alytaus	-3,8	-3,0	0,9	8,1	12,5	14,7	18,3	16,2	13,2	5,2	3,7	-2,9
Kauno	-3,4	-3,4	0,9	8,9	12,7	15,1	18,4	16,9	13,8	5,3	3,9	-2,5
Klaipėdos	-0,3	-1,9	1,5	8,3	11,3	14,3	18,7	18,2	15,4	6,9	5,0	-0,9
Marijampolės	-2,6	-2,9	1,3	9,2	12,6	15,1	18,6	16,9	14,2	5,7	4,4	-2,2
Panevėžio	-2,8	-3,7	0,5	8,5	12,7	15,2	18,2	16,4	13,7	5,1	3,9	-2,5
Šiaulių	-2,4	-3,6	0,0	8,5	12,5	15,1	18,2	16,7	14,0	4,7	3,6	-3,0
Tauragės	-3,2	-3,9	-0,1	8,0	11,3	14,2	17,2	15,8	13,0	4,5	3,3	-3,1
Telšių	-2,3	-3,5	0,3	8,7	12,0	14,8	18,0	16,6	14,0	5,0	3,8	-2,6
Utenos	-3,1	-3,7	0,3	7,9	12,3	14,8	18,0	15,9	13,5	5,1	4,0	-2,7
Vilniaus	-3,8	-3,6	0,5	8,7	12,4	14,8	18,0	16,4	13,6	4,8	3,3	-3,1

2 lentelė. 2009 m. oro temperatūros nukrypimas nuo vidutinės daugiametės (°C)

Apskritis	Mėnesiai											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Alytaus	2,0	1,6	1,5	2,1	0,2	0,4	1,4	0,0	1,5	-1,6	1,9	-0,1
Kauno	1,9	0,9	1,3	3,1	0,3	0,3	1,5	0,5	1,9	-1,8	2,1	-0,2
Klaipėdos	2,5	0,7	1,2	3,3	0,6	0,5	2,1	1,5	2,1	-2,1	1,1	-0,8
Marijampolės	1,8	0,9	1,1	3,0	0,2	0,4	1,7	0,5	1,8	-2,1	1,9	-0,3
Panevėžio	2,5	1,1	1,0	2,9	0,3	0,6	1,2	0,3	2,0	-1,8	2,1	0,3
Šiaulių	2,7	1,1	0,9	3,3	0,7	0,4	1,5	0,6	2,3	-2,3	1,8	-0,4
Tauragės	2,1	0,9	1,1	3,3	0,1	0,2	1,2	0,3	1,8	-2,2	1,8	-0,3
Telšių	2,5	0,9	1,2	3,8	0,8	0,6	1,6	0,9	2,6	-2,0	2,1	-0,3
Utenos	2,9	1,5	1,5	2,4	0,1	0,5	1,2	0,0	2,2	-1,5	2,6	0,6
Vilniaus	2,2	1,2	1,1	3,0	0,0	0,5	1,1	0,1	1,9	-1,8	2,1	-0,2

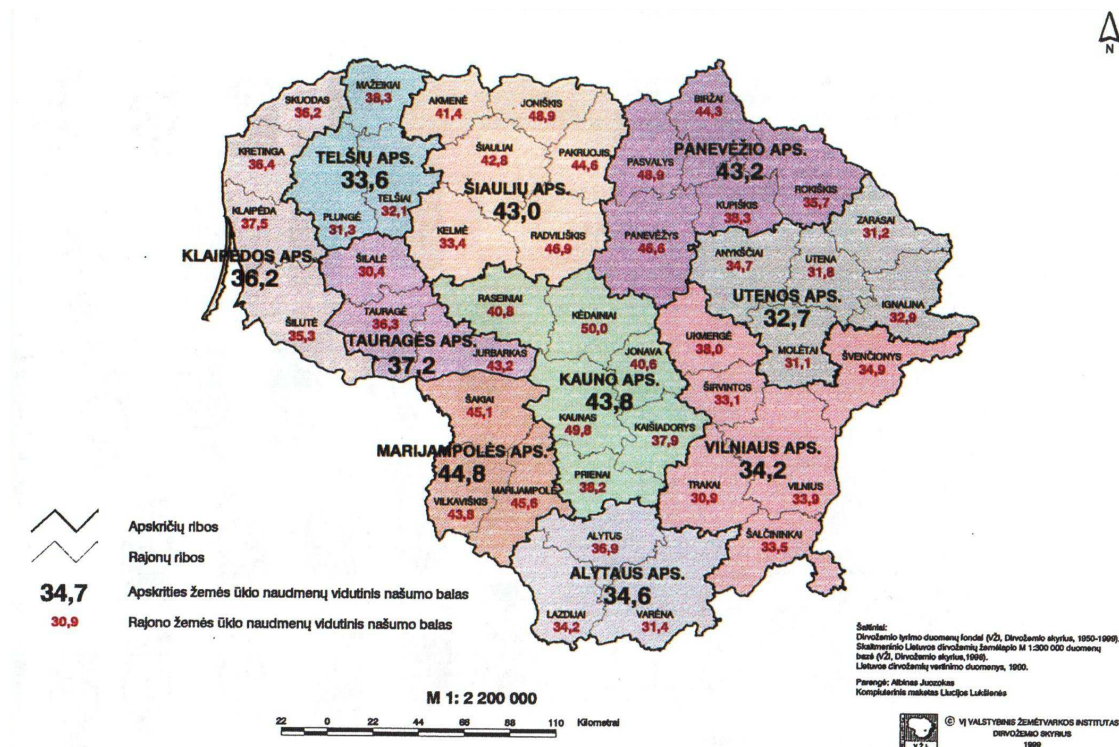
Pateikti duomenys rodo, kad temperatūros skirtumai atskirose apskrityse ir temperatūros nuokrypiai nuo vidutinės daugiametės nėra labai žymūs.

Vertinant klimato sąlygas, ne mažiau svarbus duomuo yra kritulių kiekis. 3 lentelėje pateiktas kritulių kiekis, nustatytas kiekvienoje apskrityje kas mėnesį 2009 metais. Iš šių duomenų matyti, kad kritulių kiekis kiekvienoje apskrityje tą patį mėnesį nedaug skyrėsi.

3 lentelė. Kritulių kiekis apskrityse 2009 m. (mm)

Apskritis	Mėnesiai											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Alytaus	42	35	44	10	49	53	131	49	28	93	70	67
Kauno	72	42	47	9	43	52	84	87	29	101	75	48
Klaipėdos	52	38	59	3	32	53	73	77	62	112	81	60
Marijampolės	36	52	41	7	39	60	97	63	44	101	52	40
Panevėžio	36	35	52	12	26	65	136	61	41	86	63	68
Šiaulių	32	26	44	8	21	51	79	41	51	95	50	46
Tauragės	46	28	41	4	29	56	94	74	97	139	89	50
Telšių	61	29	60	5	34	63	180	56	63	119	82	64
Utenos	39	38	35	17	30	61	76	71	78	91	67	60
Vilniaus	46	28	40	6	46	51	107	68	60	109	72	70

Lietuvos dirvožemiai yra suskirstyti pagal žemės ūkio naudmenų našumo balus. VĮ Valstybinio žemėtvarkos instituto parengtas Lietuvos žemėlapis, parodantis vidutinius žemės ūkio naudmenų našumo balus apskrityse, pateiktas 1 paveiksle [2]. Iš pateiktų duomenų matyti, kad žemės ūkio naudmenų našumo balai apskrityse, varijuoja tarp 32,7 iki 44,8. Daugumos apskričių (išskyrus Utenos) žemės ūkio naudmenos atitinka vidutinio našumo lygmenį (juo priimta laikyti 34–45 našumo balų žemės ūkio naudmenas). Labai didelio našumo balų žemės ūkio naudmenų Lietuvoje nėra, o Utenos apskrities žemės ūkio naudmenų našumo balas tik nežymiai mažesnis už vidutinį.



1 pav. Žemės ūkio naudmenų našumo balai Lietuvos apskrityse

Azotinių trąšų poreikis auginant žemės ūkio augalus priklauso nuo likutinio mineralinio azoto kiekio dirvožemyje. Lietuvos žemdirbystės instituto Agrocheminių tyrimų centro parengtas mineralinio azoto kiekio 2009 m. pavasarį žemėlapis pateiktas 2 paveiksle. Jis rodo, kad mineralinio azoto dirvožemyje nėra daug, tačiau jo pasiskirstymas šalies regionuose – labai nevienodas. Daugiausiai mineralinio azoto 0–60 cm dirvožemio sluoksnyje yra Vidurio Lietuvoje – vidutiniškai 62,9 kg/ha, mažiausiai – Vakarų ir Rytų Lietuvoje, atitinkamai, 42,5 kg/ha ir 44,1 kg/ha. Pagal mineralinio azoto kiekį dirvožemyje diferencijuojamos azotinių trąšų normos.



2 pav. Mineralinio azoto kiekis Lietuvos dirvožemiuose 2009 m. pavasarį

2.2. Biodegalų rūšys

Lietuvoje yra gaminami dviejų rūšių biodegalai:

- rapsų aliejaus metilesteriai (RME), skirti dyzeliniams varikliams, ir
- bioetanolis, skirtas Otto varikliams.

Iš biodegalų rūšių 2009 m. didesnę kiekį sudarė biodyzelinas (RME), o bioetanolis tais pačiais metais sudarė apie 18% visų šalyje pagaminamų biodegalų. Iš viso šalyje 2009 m. buvo pagaminta 104 tūkst. t biodyzelino ir 24 tūkst. t bioetanolio.

4 lentelė. Biodegalų gamyba ir bendrasis sunaudojimas Lietuvoje 2004–2009 metais (apskaičiuota pagal Lietuvos statistikos departamento skelbiamus duomenis)

Metai	Pagaminta, tūkst. t			Suvartota, tūkst. t			Biodegalų dalis suvartotuose degaluose, %
	biodyzelino	bioetanolio	iš viso	biodyzelino	bioetanolio	iš viso	
2004	2,2	1,7	3,9	0,8	0,1	0,9	0,082
2005	7	6,6	13,6	3,2	0,9	4,1	0,35
2006	10,3	14,3	24,6	15,8	8,4	24,2	1,9
2007	24,8	15	39,8	47,6	18,3	65,9	4,33
2008	64	17	81	51,8	24,2	76	4,91
2009	104	24	128	42,7	22,4	65,1	5,14

Lietuvoje biodegalus (biodyzeliną ir bioetanolį) gamina keletas šalies įmonių. Pagrindiniai biodyzelino gamintojai yra UAB „Mestilla“ ir UAB „Rapsoila“. Šių įmonių gamybos pajėgumai pateikti 5 lentelėje.

5 lentelė. Lietuvos biodegalų gamintojai ir jų gamybos pajėgumai

Įmonės pavadinimas	Gamybos pajėgumas, tūkst. t
Biodyzelinas	
UAB „Mestilla“ (Klaipėda)	100
UAB „Rapsoila“ (Mažeikių r.)	30
UAB „Arvi cukrus“ (Marijampolė)	12
KB „SV Obeliai“ (Obeliai)	8
Iš viso:	150
Bioetanolis	
UAB „Biofuture“ (Šilutė)	40
UAB „Kurana“ (Pasvalys)	20
Iš viso:	60
Iš viso biodegalų:	210

2.3. Žaliavos biodegalų gamybai

Lietuvoje biodegalų gamybai naudojamos šios gamybos žaliavos: vasarinių ir žieminių rapsų sėklos – biodyzelino (RME) gamybai ir, daugiausia, žieminių kvietrugių ir kviečių grūdai – bioetanolio gamybai.

Vidutinis biodegalų gamybos žaliavų derlius, derlingumas ir auginimo plotai (6 lentelė) atskirose apskrityse 2009 m. imti iš Lietuvos statistikos departamento pateiktų duomenų [3].

Žaliavų, sunaudotų biodegalų gamybai, kiekio ir jų auginimo plotų dinamika pateikta 7 ir 8 lentelėse.

6 lentelė. Bendrasis biodegalų gamybos žaliavų derlingumas, derlius ir pasėlių plotai Lietuvoje 2009 m.

Apskritis	Derlingumas, t/ ha	Derlius, t	Pasėlių plotas, ha
Žieminiai kviečiai			
Alytaus	3,83	34 179	8 918
Kauno	4,68	360 467	77 095
Klaipėdos	3,20	19 967	6 234
Marijampolės	4,92	332 760	67 624
Panevėžio	4,24	321 633	75 770
Šiaulių	4,55	515 511	113 177
Tauragės	4,01	61 376	15 322
Telšių	3,29	45 361	13 775
Utenos	3,14	28 514	9 091
Vilniaus	2,90	29 654	10 212
Žieminiai kvietrugiai			
Alytaus	2,51	13 203	5 270
Kauno	3,32	63 403	19 080
Klaipėdos	3,25	38 069	11 712
Marijampolės	3,95	50 837	12 855
Panevėžio	3,20	55 948	17 474
Šiaulių	3,47	70 461	20 312
Tauragės	2,80	32 941	11 751
Telšių	2,68	33 711	12 598
Utenos	2,84	12 150	4 274
Vilniaus	2,56	23 906	9 323
Rapsai			
Alytaus	2,02	5 681	2 816
Kauno	2,30	74 833	32 484
Klaipėdos	1,39	9 734	6 956
Marijampolės	2,18	58 936	27 087
Panevėžio	2,12	76 068	35 880
Šiaulių	2,35	152 820	64 929
Tauragės	2,04	14 229	6 990
Telšių	1,52	7 599	4 993
Utenos	1,56	5 504	3 518
Vilniaus	1,65	10 362	6 268

7 lentelė. Žaliavų biodegalų gamybai pasėlių plotų dinamika Lietuvoje

Žaliava	Skirta biodegalų gamybos žaliavoms auginti, tūkst. ha			Iš viso auginta 2009 m., tūkst. ha
	2007 m.	2008 m.	2009 m.	
Rapsų sėklos	40	100	160	192
Kviečių ir kvietrugių grūdai	17	20	30	136

8 lentelė. Žaliavų biodegalų gamybai kiekio dinamika Lietuvoje

Žaliava	Sunaudota, tūkst. t			Iš viso prikulta 2009 m., tūkst. t
	2007 m.	2008 m.	2009 m.	
Rapsų sėklos	75	200	370	416
Kviečių ir kvietrugių grūdai	52	60	70	426

2.4. Šiltnamio efekto dujų emisijų žemės ūkyje auginant žaliavas biodegalų gamybai apskaičiavimo metodas

Faktinis ŠESD emisijų kiekis žemės ūkyje apskaičiuotas įvertinant energijos sąnaudas, susijusias su mechanizuotais žemės ūkio darbais, įdaiktintą energiją sėklose, trąšose ir augalų apsaugos priemonėse, degalų sąnaudas džiovinant sėklas ir grūdus, juos transportuojant. Kartu vertintos ir azoto oksidų emisijos, susijusios su nitrifikacijos/denitrifikacijos, azoto išgaravimo ir iššilpavimo procesais dirvoje.

Šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų žemės ūkyje auginant žaliavas biodegalų gamybai apskaičiavimui taikyta ši bendroji formulė:

$$e_{ec} = \frac{(E_{\check{Z}\check{U}} + E_S + E_{Tr} + E_T + E_{AAP} + E_D + E_N) \times I}{D \times \check{S}} \times K, \quad (1)$$

čia:

- e_{ec} – ŠESD emisijos, susidarančios auginant žaliavas biodegalų gamybai, gCO_{2eq}/MJ;
- $E_{\check{Z}\check{U}}$ – ŠESD emisijos dėl degalų sąnaudų mechanizuotiems žemės ūkio darbams (paruošiant dirvą, sėjant, prižiūrint pasėlius, nuimant derlių), kgCO_{2eq}/ha;
- E_S – ŠESD emisijos dėl sėklų naudojimo sėjai, kgCO_{2eq}/ha;
- E_{Tr} – ŠESD emisijos dėl degalų sąnaudų transportuojant derlių, kgCO_{2eq}/ha;
- E_T – ŠESD emisijos dėl trąšų ir kalkinimo priemonių naudojimo, kgCO_{2eq}/ha;
- E_{AAP} – ŠESD emisijos dėl augalų apsaugos priemonių naudojimo, kgCO_{2eq}/ha;
- E_D – ŠESD emisijos dėl kuro sąnaudų rapsų sėklų ir kviečių bei kvietrugių grūdų džiovinimui, kgCO_{2eq}/ha;
- E_N – ŠESD emisijos dėl tiesioginio ir netiesioginio N₂O išsiskyrimo, kgCO_{2eq}/ha;
- D – biodegalų gamybai naudojamų žemės ūkio žaliavų derlingumas, t/ha;
- I – biodegalų išeiga, t(biodegalų)/t(žaliavos);
- \check{S} – biodegalų šilumingumas, MJ/kg (bioetanolio – 27 MJ/kg; rapsų aliejaus metilesterių – 37 MJ/kg (Direktyva 2009/28/EB)).

Šioje (1) formulėje įvertinta biodegalų išeiga iš hektaro žemės ūkio naudmenų ir gautų biodegalų šilumingumas (MJ/kg), todėl galutiniam rezultate gaunamas gCO_{2eq} kiekis, tenkantis 1 MJ biodegalų energijos.

2.5. Pagrindiniai duomenys

ŠESD emisijos dėl degalų sąnaudų mechanizuotiems žemės ūkio darbams $E_{\check{Z}\check{U}}$ (kgCO_{2eq}/ha) apskaičiuotos pagal žemės ūkio technikos degalų sąnaudas 1 ha auginamų biodegalų gamybai žaliavų sėjos, pasėlių priežiūros, derliaus nuėmimo darbams.

Duomenys degalų sąnaudų apskaičiavimui imti iš Lietuvos agrarinės ekonomikos instituto parengtų rekomendacijų [4]. Naudotasi šiais duomenimis: žemės ūkio technikos išdirbio normomis ir degalų sąnaudomis 1 ha pasėlių atliekant tam tikrus žemės ūkio darbus priklausomai nuo naudojamos technikos galingumo. Atsižvelgiant į tai, kad nėra patikimų duomenų apie žemės ūkio mašinų parko pasiskirstymą apskrityse pagal galingumą, remtasi vidutiniais šalies duomenimis. Žemės ūkio pasėlių auginimui reikalingų mechanizuotų darbų operacijų skaičius imtas iš rapsų sėklų ir kviečių bei kvietrugių auginimo rekomendacijų, pateiktų mokslinėje literatūroje [5–7]. Degalų sąnaudos (l/ha) apskaičiuotos kiekvienai žemės ūkio operacijai ir konkrečiai naudojamai technikai pagal formulę:

$$DS_{\check{Z}\check{U}} = S \times n, \quad (2)$$

čia:

$DS_{\check{Z}\check{U}}$ – degalų sąnaudos vykdant konkrečią operaciją ir naudojant konkrečią žemės ūkio techniką, l/ha;

S – degalų sąnaudos vykdant konkrečią operaciją ir naudojant konkrečią žemės ūkio techniką, l/ha;

n – koeficientas, įvertinantis dirvožemio nuolydžio kampą.

Susumuojant atskirose žemės ūkio operacijose sunaudotą degalų kiekį gaunamos bendrosios degalų sąnaudos mechanizuotiems žemės ūkio darbams ($DS_{B\check{Z}\check{U}} = \sum DS_{\check{Z}\check{U}}$), l/ha.

Apskaičiuojant ŠESD emisijų dėl degalų sąnaudų mechanizuotiems žemės ūkio darbams kiekį ($E_{\check{Z}\check{U}}$, kgCO_{2eq}/ha) taikyta formulė:

$$E_{\check{Z}\check{U}} = (DS_{B\check{Z}\check{U}} \times \rho \times 3,757) \times 10^{-3}, \quad (3)$$

čia:

$DS_{B\check{Z}\check{U}}$ – bendrosios degalų sąnaudos mechanizuotiems žemės ūkio darbams ($DS_{B\check{Z}\check{U}} = \sum DS_{\check{Z}\check{U}}$), l/ha;

ρ – degalų tankis, kg/m³;

3,757 – mineralinio dyzelino perskaičiavimo į CO_{2eq} koeficientas (kgCO_{2eq}/kg dyzelino) (JEC, 2007) [8].

ŠESD emisijos dėl sėjos darbų (E_s , kgCO_{2eq}/ha) apskaičiuotos pagal rapsų sėklų ir kviečių bei kvietrugių grūdų kiekį, reikalingų apsėti 1 ha ir emisijų faktorius nurodytus literatūroje [8].

ŠESD emisijos dėl degalų sąnaudų žemės ūkio technikai transportuojant derlių (E_{Tr} , kgCO_{2eq}/ha) apskaičiuotos pagal degalų sąnaudas. Degalų sąnaudoms (l/ha) skaičiuoti įvertintas vidutinis atstumas nuo sėklų ar grūdų sandėliavimo vietų iki džiovyklų (km), naudojamų transporto priemonių degalų sąnaudos (l/km), transporto priemonių talpa (t) ir sėklų ar grūdų derlingumas (t/ha).

Apskaičiavimui taikyta formulė:

$$DS_{Tr} = \frac{R \times L \times D}{T}, \quad (4)$$

čia:

DS_{Tr} – degalų sąnaudos žemės ūkio technikai transportuojant derlių, l/ha;

R – transporto priemonių ir žemės ūkio technikos rida, km;
 L – transporto priemonių degalų sąnaudos, l/km;
 D – pasėlių derlingumas, t/ha;
 T – transporto priemonės talpa, t.

Apskaičiuojant ŠESD emisijas dėl degalų sąnaudų žemės ūkio technikai transportuojant derlių (E_{Tr} , kgCO_{2eq}/ha) taikyta formulė:

$$E_{Tr} = (DS_{TR} \times \rho \times 3,757) \times 10^{-3}, \quad (5)$$

čia:

ρ – degalų tankis, kg/m³;
 3,757 – mineralinio dyzelino perskaičiavimo į CO_{2 eq} koeficientas (kgCO_{2eq}/kg dyzelino) (JEC, 2007) [8].

ŠESD emisijos dėl trąšų ir kalkinimo priemonių naudojimo (E_T , kgCO_{2eq}/ha) apskaičiuotos pagal žemės ūkio augalų auginimo rekomendacijas, susijusias su trąšų ir kalkinimo medžiagų normomis pasėliams, klimato, kritulių ir likutinio azoto kiekio rodiklius, dirvožemio našumo balus. Augalų auginimo rekomendacijose maisto medžiagų kiekis reikalingas augalams tręšti nurodomas N kg/ha, P₂O₅ kg/ha ir K₂O kg/ha, o kalkinimo medžiagų – CaO kg/ha.

ŠESD emisijų dėl trąšų ir kalkinimo priemonių naudojimo E_T (kgCO_{2eq}/ha) apskaičiavimo formulė yra:

$$E_T = (m_N \times k_N) + (m_{P_2O_5} \times k_{P_2O_5}) + (m_{K_2O} \times k_{K_2O}) + (m_{CaO} \times k_{CaO}), \quad (6)$$

čia:

m_N – azoto sąnaudos tręšiant 1 ha pasėlių, kg/ha;
 $m_{P_2O_5}$ – P₂O₅ sąnaudos tręšiant 1 ha pasėlių, kg/ha;
 m_{K_2O} – K₂O sąnaudos tręšiant 1 ha pasėlių, kg/ha ;
 m_{CaO} – CaO sąnaudos tręšiant 1 ha pasėlių, kg/ha;
 $k_N, k_{P_2O_5}, k_{K_2O}, k_{CaO}$ – medžiagų perskaičiavimo į CO_{2eq} koeficientai (emisijų faktoriai).

9 lentelė. Trąšų ir kalkinimo medžiagų kiekio perskaičiavimo į CO_{2eq} koeficientai

Produktas	Vnt.	Vertė	Šaltinis
Trąšos:			
Azotas (N)	kgCO _{2eq} /kg N	6,065	JEC, 2007
Fosforas (P ₂ O ₅)	kgCO _{2eq} /kg P ₂ O ₅	1,018	
Kalis (K ₂ O)	kgCO _{2eq} /kg K ₂ O	0,584	
Kalcis (CaO)	kgCO _{2eq} /kg CaO	0,124	

ŠESD emisijos dėl augalų apsaugos priemonių naudojimo (E_{AAP} , kgCO_{2eq}/ha) apskaičiuotos pagal augalų apsaugos priemonių, sunaudotų auginant žaliavas biodegalų gamybai, kiekį. Reikalingas herbicidų, insekticidų ir fungicidų kiekis vienam pasėlių hektarui imtas iš

žemės ūkio augalų auginimo rekomendacijų, o sausos medžiagos kiekis juose apskaičiuotas pagal produktų aprašymus, pateiktus Kemira kataloge [7].

ŠESD emisijos dėl augalų apsaugos priemonių naudojimo E_{AAP} (kgCO_{2eq}/ha) apskaičiuotos pagal formulę:

$$E_{AAP} = \sum m_{AAP} \times 17,258, \quad (7)$$

čia:

$\sum m_{AAP}$ – visų naudotų augalų apsaugos priemonių masių suma, kg/ha;
17,258 – augalų apsaugos priemonių masės perskaičiavimo į kgCO_{2eq}/ha koeficientas (kgCO_{2eq}/kg_{AAP}) [8].

ŠESD emisijos dėl kuro sąnaudų biodegalų gamybos žaliavų džiovimui (E_D , kgCO_{2eq}/ha) apskaičiuotos pagal kuro sąnaudas žemės ūkio produktams išaugintiems 1 ha išdžiovinti. Kuro sąnaudos apskaičiuotos pagal šiuo metu dažniausiai naudojamų džiovyklų su šilumokačiais našumą, vidutinę nuimamų kviečių ir kvietrugių grūdų ir rapsų sėklų drėgmę ir kondicinę drėgmę, pagal kurią superkamos rapsų sėklos ir kviečių bei kvietrugių grūdai perdirbimui.

Džiovimui sunaudojamo kuro sąnaudos (l/ha) apskaičiuotos pagal formulę:

$$DS_D = (T_2 - T_1) \times N_D \times D, \quad (8)$$

čia:

DS_D – kuro sąnaudos išdžiovinti 1 ha išaugintų augalų, l/ha;

N_D – džiovyklų našumas, l/°C × t;

D – žemės ūkio augalų derlingumas, t/ha.

ŠESD emisijos dėl kuro sąnaudų žemės ūkio produktų džiovimui E_D (kgCO_{2eq}/ha) apskaičiuotos pagal formulę:

$$E_D = (DS_D \times \rho \times 3,757) \times 10^{-3}, \quad (9)$$

čia:

ρ – degalų tankis, kg/m³;

3,757 – mineralinio dyzelino perskaičiavimo į CO_{2 eq} koeficientas, kgCO_{2eq}/kg dyzelino [8].

ŠESD emisijos dėl tiesioginio ir netiesioginio N₂O išsiskyrimo, E_N (kgCO_{2eq}/ha), apskaičiuotos pagal IPCC (2006) pateiktą Tier 1 metodologiją [9].

Apskaičiuojant tiesiogines azoto oksidų emisijas vertintas mineralinis azotas, patenkantis į dirvožemį su trąšomis. Prie jo buvo sumuojamas azotas, liekantis augalų likučiuose viršžeminėje ir požeminėje dirvos dalyje. Jis apskaičiuotas pagal augalų biomasės santykį su sėklų ar grūdų biomase, procentinę likučių dalį likučiuose viršžeminėje ir požeminėje dirvos dalyje ir azoto kiekį augalų likučiuose.

10 lentelė. Duomenys N₂O emisijų apskaičiavimui

Rodiklis	Rapsai (vasariniai ir žieminiai)	Kviečiai ir kvietrugiai (žieminiai)
Išaugintos biomasės ir grūdų/sėklų santykis (s. m.)	1,7:1	1,5:1
Augalų likučiai antžeminėje dirvos dalyje, %	10	40
Vidutinis azoto kiekis augalų likučiuose antžeminėje dirvos dalyje, % (s. m.)	0,8	0,5
Augalų likučiai požeminėje dirvos dalyje, %	22	21
Vidutinis azoto kiekis augalų likučiuose požeminėje dirvos dalyje, % (s. m.)	0,9	0,5

Tiesioginių N₂O-N emisijų kiekis (kg N₂O-N/kgN) buvo apskaičiuotas pagal formulę:

$$\mathbf{N_2O_{T-N}} = (\mathbf{F_{MT}} + \mathbf{F_{AL}}) \times \mathbf{E_{F1}}, \quad (10)$$

čia:

F_{MT} – azoto kiekis trąšose, naudotose augalų tręšimui, kg N/ha;

F_{AL} – azoto kiekis augalų likučiuose, kg N/ha;

E_{F1} – emisijos faktorius perskaičiuoti sunaudoto N kiekį į tiesiogines N₂O-N emisijas, kgN₂O-N/kgN sunaudoto (11 lentelė).

N_{AL} apskaičiavimui vienam augalų hektarui galima taikyti formulę (IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006) [9]:

$$\mathbf{F_{AL}} = \mathbf{D} \times (\mathbf{R_{PŽ}} \times \mathbf{N_{PŽ}} + \mathbf{R_{AŽ}} \times \mathbf{N_{AŽ}}), \quad (11)$$

čia:

F_{AL} – azoto kiekis augalų likučiuose, kg N/ha;

D – išaugintų augalų sausoji masė, kg/ha;

$R_{PŽ}$ – augalų likučių požeminėje dirvožemio dalyje masės santykis su bendrąja augalų mase, kg (s. m.)/kg (s. m.);

$N_{PŽ}$ – azoto kiekis augalų likučiuose požeminėje dirvožemio dalyje, kgN/kg (s. m.);

$R_{AŽ}$ – augalų likučių antžeminėje dalyje masės santykis su bendrąja augalų mase, kg (s. m.)/kg (s. m.);

$N_{AŽ}$ – azoto kiekis augalų likučiuose antžeminėje dalyje, kgN/kg (s. m.).

N₂O_{T-N} perskaičiavimui į N₂O (kg/ha) taikyta formulė:

$$\mathbf{N_2O} = \mathbf{N_2O_{T-N}} \times \mathbf{44/28}, \quad (12)$$

Netiesioginių N_2O_{N-N} emisijų kiekis (kg N_2O-N/kgN) buvo apskaičiuotas pagal formulę:

$$N_2O_{N-N} = F_{MT} \times FRAC_{GASF} \times E_{F4}, \quad (13)$$

čia:

F_{MT} – azoto kiekis trąšose, naudotose augalų tręšimui, kg N/ha;

$FRAC_{GASF}$ – iš dirvos išsiskirianti N dalis dėl garavimo, kg $(NH_3-N+NO_x-N)/kg N$ sunaudoto;

E_{F4} – emisijos faktorius apskaičiuoti netiesiogines N_2O emisijas, kg $N_2O-N/ kg(NH_3-N+NO_x-N)$ (11 lentelė).

N_2O_{N-N} perskaičiavimui į N_2O (kg/ha) taikyta formulė:

$$N_2O_N = N_2O_{N-N} \times 44/28, \quad (14)$$

11 lentelė. Tiesioginių ir netiesioginių N_2O emisijų apskaičiavimo faktoriai [9]

Faktorius	Vnt.	Vertė	Šaltinis
E_{F1} (tiesioginės N_2O)	kg N_2O-N/kgN sunaudoto	0,01 (0,003–0,03)	IPCC, 2006
E_{F4} (netiesioginės N_2O dėl išgaravimo – N volatilisation and re-deposition)	kg $N_2O-N/kg(NH_3-N+NO_x-N)$	0,01 (0,002–0,05)	IPCC, 2006
E_{F5} (netiesioginės dėl išsiplovusio – leaching/runoff)	kg $N_2O-N/kg N$ išsiplovusio	0,0075 (0,0005–0,025)	IPCC, 2006
$FRAC_{GASF}$ (N frakcija, išgaruojanti kaip NH_3 ir NO_x)	kg $(NH_3-N+NO_x-N)/kgN$ sunaudoto	0,1 (0,03–0,3)	IPCC, 2006
$FRAC_{LEACH}$ (N frakcija prarandama dėl išsplovimo)	kg N prarandamo/kg N sunaudoto	0,3 (0,1–0,8)	IPCC, 2006

Gautos N_2O emisijų vertės perskaičiuotos į gCO_{2eq} vertes taikant 12 lentelėje nurodytą koeficientą.

12 lentelė. Atskirų dujų įtakos šiltnamio efektui vertės perskaičiavus į gCO_{2eq}

Dujos	Vertė perskaičiavus į gCO_{2eq} (Direktyva 2009/28/EB)
1 gCO_2	1 gCO_{2eq}
1 gCH_4	25 gCO_{2eq}
1 gN_2O	296 gCO_{2eq}

Susumavus atskiruose etapuose gautą $\text{kgCO}_{2\text{eq}}$ emisijų kiekį, tenkantį 1 ha žemės ūkio naudmenų, kuriuose auginamos žaliavos biodegalų gamybai, jis perskaičiuotas į $\text{gCO}_{2\text{eq}}$ kiekį, tenkantį 1 MJ pagaminamų biodegalų. Tam naudoti šie duomenys:

- rapsų sėklų ar kviečių ir kvietrugių grūdų sąnaudos biodegalų masės vienetai. Jos priklauso nuo taikomų biodegalų gamybos technologijų efektyvumo, kuris yra skirtingas, todėl skaičiavimams imti vidutiniai duomenys, pateikti Europos Komisijos Aplinkos ir tvariosios plėtros instituto (European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability) skelbtoje ataskaitoje [10];

- biodegalų žaliavų derlingumas apskrityje, t/ha (6 lentelė) (Lietuvos statistikos departamento duomenys);

- biodegalų šilumingumas, MJ/t (nurodytas Direktyvoje 2009/28/EB);

- sukauptos biodegaluose ir bendros gamybos metu susidarančių produktų (įskaitant šalutinius) energijų santykis K . Jis įtrauktas į bendrąją ŠESD emisijų kiekio apskaičiavimo lygtį (1) ir apskaičiuojamas įvertinant biodegalų gamybos metu susidarančių produktų masės dalį ir šilumingumą. Biodyzelinui vertinamas RME, rapsų išspaudos ir glicerolis, bioetanoliui – bioetanolis ir spirito žlaugtai. K apskaičiuojamas pagal formulę:

$$K = \frac{C_P}{C_P + C_{\text{šP}}}, \quad (15)$$

čia:

C_P – energijos kiekis, sukauptas biodegaluose, MJ/ha;

$C_{\text{šP}}$ – energijos kiekis, sukauptas šalutiniuose produktuose, MJ/ha.

Rapsų aliejaus metilesterių ir bioetanolio energetinės vertės yra nurodytos Direktyvos 2009/28/EB III priede.

2.6. Šiltnamio efekto dujų emisijų kiekis žemės ūkyje auginant žaliavas biodegalų gamybai

Apskaičiuotos ŠESD emisijų kiekio vertės pateiktos 13 lentelėje.

13 lentelė. Tipinės ŠESD kiekio vertės e_{ec} auginant žemės ūkio žaliavas biodegalų gamybai Lietuvoje NUTS 3 lygio teritoriniuose vienetuose

NUTS 3 lygio teritorinis vienetas	Kviečių ir kvietrugių grūdai, $\text{gCO}_{2\text{eq}}/\text{MJ}$ etanolio	Rapsų sėklos, $\text{gCO}_{2\text{eq}}/\text{MJ}$ RME
LT001 Alytaus apskritis	22,81	26,70
LT002 Kauno apskritis	20,02	24,56
LT003 Klaipėdos apskritis	22,12	28,17
LT004 Marijampolės apskritis	20,27	24,56
LT005 Panevėžio apskritis	22,41	26,70
LT006 Šiaulių apskritis	21,12	25,58
LT007 Tauragės apskritis	21,53	26,61

NUTS 3 lygio teritorinis vienetas	Kviečių ir kvietrugių grūdai, gCO _{2eq} /MJ etanolio	Rapsų sėklos, gCO _{2eq} /MJ RME
LT008 Telšių apskritis	22,75	28,20
LT009 Utenos apskritis	21,72	28,88
LT00A Vilniaus apskritis	21,77	28,75
Visoje Lietuvoje (NUTS 1)	21,7	26,8
Numatytoji ŠESD kiekio vertė (Direktyva 2009/28/EB)	23	29

Atlikus ŠESD emisijų, susidarančių auginant žaliavas biodegalų gamybai, skaičiavimus atskirose apskrityse, gautos vertės palygintos su Direktyvos 2009/28/EB V priedo D dalyje nurodytomis numatytųjų išmetamųjų ŠESD kiekio vertėmis (gCO_{2eq}/MJ) biodyzelinui, gaunamam iš rapsų sėklų, ir bioetanolui, gaunamam iš kviečių ir kvietrugių grūdų. Nustatyta, kad visuose NUTS 3 lygio teritoriniuose vienetuose tipinis išmetamųjų ŠESD kiekis auginant žemės ūkio žaliavas yra mažesnis už išmetamą kiekį, apie kurį pranešta pagal Direktyvos 2009/28/EB V priedo D dalies antraštinę dalį.

Numatytosios išmetamųjų ŠESD kiekio vertės auginant žaliavas biodegalų gamybai ir tipinių apskaičiuotųjų verčių vidurkio skirtumas procentais pateiktas 14 lentelėje.

14 lentelė. Numatytųjų Direktyvoje 2009/28/EB ŠESD kiekio vertės (e_{ec}) auginant žemės ūkio žaliavas ir vidutinių apskaičiuotųjų tipinių verčių skirtumas procentais.

Žaliava	Biodegalai	Numatytosios išskaidytos auginimo vertės e_{ec} , gCO _{2eq} /MJ	Skirtumas (vidut.), %
Kviečių ir kvietrugių grūdai	Bioetanolis	23	5,6
Rapsų sėklos	Rapsų aliejaus metilesteriai (RME)	29	7,6

2.7. Bendrasis faktinis šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis auginant žaliavas biodegalų gamybai bei gaminant biodegalus

Atsižvelgiant į tai, kad neįmanoma apskaičiuoti kiekvienoje apskrityje sunaudotų biodegalų gamybai žemės ūkio produktų kiekį, bendrasis faktinis ŠESD kiekis auginant žaliavas biodegalų gamybai Lietuvoje apskaičiuotas pagal vidutinį išmetamųjų ŠESD kiekį Lietuvoje (13 lentelė).

Bendrasis faktinis ŠESD kiekis auginant žaliavas biodegalų gamybai Lietuvoje 2009 m. buvo apskaičiuotas pagal formulę:

$$E_{F\check{Z}\check{U}} = [B \times \check{S}] \times e_{ec}, \quad (16)$$

čia:

$E_{F\check{Z}\check{U}}$ – faktinis ŠESD kiekis auginant žaliavas biodegalų gamybai Lietuvoje per 2009 m., gCO_{2eq}/MJ ;

B – pagamintų biodegalų kiekis per 2009 metus, t (4 lentelė);

\check{S} – biodegalų šilumingumas, MJ/t (Direktyva 2009/28/EB);

e_{ec} – vidutinė tipinė ŠESD kiekio vertė, gCO_{2eq}/MJ (12 lentelė).

Faktinis apskaičiuotas ŠESD auginant rapsus ir kviečius bei kvietrugius biodegalų gamybai pateiktas 14 lentelėje.

Atsižvelgiant į tai, kad šio tyrimo tikslas nebuvo įvertinti energijos ir medžiagines sąnaudas susijusias su biodegalų gamybos procesais pramonėje, o Direktyvoje 2009/28/EB nurodoma, kad bendrasis ŠESD kiekis gaminant ir naudojant biodegalus gali būti apskaičiuojamas „naudojant vertę, apskaičiuotą kaip V priedo C dalies 1 punkte nurodytos formulės veiksnį, kai V priedo D arba E dalyje nurodytos numatytosios išskaidytos vertės gali būti naudojamos kai kuriems veiksniams, ir faktinių verčių, apskaičiuotų pagal V priedo C dalyje nustatytą metodiką visiems kitiems veiksniams, suma”, bendrasis faktinis ŠESD dujų kiekis auginant žaliavas biodegalų gamybai bei gaminant biodegalus Lietuvos Respublikoje 2009 m. buvo apskaičiuotas naudojant faktinį apskaičiuotą kiekį auginant biodegalų gamybos žaliavas žemės ūkyje ir Direktyvoje 2009/28/EB nurodytas numatytąsias išskaidytas perdirbimo vertes. ŠESD emisijos gaminant biodegalus apskaičiuotos pagal formulę:

$$E_{PR} = [B \times \check{S}] \times e_P - e_C, \quad (17)$$

E_{PR} – faktinis ŠESD kiekis auginant žaliavas biodegalų gamybai Lietuvoje per 2009 m., gCO_{2eq}/MJ ;

B – pagamintų biodegalų kiekis per 2009 metus, t (4 lentelė);

\check{S} – biodegalų šilumingumas, MJ/t (Direktyva 2009/28/EB);

$e_P - e_C$ – numatytoji išskaidyta perdirbimo vertė, gCO_{2eq}/MJ (Direktyva 2009/28/EB).

Apibendrinti duomenys pateikti 15 lentelėje.

15 lentelė. Šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekis Lietuvoje auginant rapsus ir kviečius bei kvietrugius biodegalų gamybai bei gaminant biodegalus 2009 m.

Žaliava	Faktinis ŠESD kiekis auginant žaliavas biodegalų gamybai, $GgCO_{2eq}$	ŠESD kiekis gaminant biodegalus, $GgCO_{2eq}$	Bendras ŠESD kiekis auginant žaliavas ir gaminant biodegalus, $GgCO_{2eq}$
Rapsų sėklos	103	84,7	187,7
Žieminių kviečių ir kvietrugių grūdai	14	29,2	43,2

Pateikti duomenys rodo, kad beveik 4 kartus didesnis ŠESD kiekis Lietuvoje išmetamas dėl biodyzelino gamybos palyginti su bioetanolio gamyba. Tai neabejotinai susiję su didesnėmis biodyzelino gamybos apimtimis, sąlygojamomis didesniu dyzelino sunaudojimu transporto priemonėse, didesniu ŠESD kiekiu išsiskiriančiu žemės ūkyje auginant rapsų sėklas biodyzelino gamybai.

Literatūra

1. Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos. Metrologinių biuleteniai Nr. 1–12, 2009.
2. VĮ Valstybinis žemėtvarkos institutas, 1999.
3. Lietuvos statistikos departamentas, <http://www.stat.gov.lt>.
4. Mechanizuotų žemės ūkio paslaugų įkainiai. I dalis. Pagrindinio žemės dirbimo darbai, 2010. II dalis. Pasėlių priežiūra ir šienapjūtės darbai, 2010, III dalis. Derliaus nuėmimo darbai, 2010.
5. Velička R. Rapsai (Monografija). Kaunas, „Lututė“. 2002. 319 p.
6. Lazauskas J. Augalininkystė Lietuvoje 1895–1995 m. (Monografija). Kaunas „Aušra“, 1998. 387 p.
7. Kemira Agriculture. Katalogas. A. Jakšto spaustuvė, 2007. 260 p.
8. JEC (2007) JRC, EUCAR, CONCAWE: Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context WELL-TO-TANK Report Version 2c, Appendix 1; March 2007 [http://ies.jrc.ec.europa.eu/uploads/media/WTT_App_1_010307.pdf].
9. IPCC (2006) Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 11 [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf].
10. WTT Report. Appendix 4 (2008). Input_data_BIO 181108.XLS [http://ies.jrc.ec.europa.eu/uploads/media/Input_data_BIO%20181108.xls].