

Latvijas Republikas Vides aizsardzības
un reģionālās attīstības ministrija
PUBLISKAIS IEPIRKUMS

**Oglekļa noteikšana un oglekļa dioksīda emisiju faktoru
aprēķināšana Latvijā biežāk izmantojamiem kurināmā
veidiem**

Iepirkuma identifikācijas Nr. VIDM VARAM 2016/42
Iepirkuma līgums Nr. 123

ATSKAITE

**Autori (eksperti): Dr. Phys. J.Kalnačs, Dr. Sc.Ing. D.Āriņa, Dr Phys. A.Murašovs,
M. Sc. A.Kalnačs, Dr. Chem. D.Grigale**

**Izpildītājs: Fizikālās enerģētikas institūts
(Zinātniskās institūcijas Reģ.Nr. 181044)
Krīvu iela 11, Rīga, LV-1006**

Kontakti:

Tel.: 67558782; Fakss: 67550839; mob.: 26321168

E-pasts: jkalnacs@edi.lv

Rīga, 2017, Jūnijs

SATURS

lpp.

1.Darba uzdevums	3
2.Pamatnostādnes	4
3.Mēriekārtas un līdzekļi.....	7
4.Mērījumu metodika.....	7
5.Rezultāti	14
6. Salīdzinājums.....	17
7. Mērījumu nenoteiktība.....	19
8. Secinājumi.....	20
9. Literatūra.....	20

1. DARBA UZDEVUMS

1. Iepazīties ar 2006. gada Klimata pārmaiņu starpvaldību padomes (IPCC) vadlīniju 1. sējuma pirmo un otro sadaļu (*Introduction, Approaches to data collection*) un 2. sējuma (*Energy*) CO₂ emisiju no stacionārās kurināmā sadedzināšanas aprēķina metodiku (tiek izmantota pašreiz).

2. Laboratorijas apstākļos, saskaņā ar Eiropas Savienības standartiem un, izmantojot reprezentatīvu paraugu skaitu, noteikt kurināmā darba masas oglekļa saturu un zemāko sadegšanas siltumu (Q_z) Latvijā biežāk izmantotajiem kurināmā veidiem:

Kurināmā veids	Mitrums, %	Q _z mērvienība
Dīzeļdegviela (un sadzīves krāšņu kurināmais)	-	GJ/t
Akmeņogles	Latvijā vidējais	GJ/t
Malka	Latvijā vidējais, kā arī 10, 20, 30, 40, 55	GJ/cieš.m ³
Koksnes atlikumi	Latvijā vidējais	GJ/ber.m ³
Kurināmā šķelda	Latvijā vidējais	GJ/ber.m ³
Koksnes briketes	Latvijā vidējais	GJ/t
Koksnes granulas	Latvijā vidējais	GJ/t

3. Noteikt CO₂ emisijas faktoru (t/TJ) visiem 2. punktā minētajiem kurināmā veidiem, izmantojot 2006. gada Klimata pārmaiņu starpvaldību padomes (IPCC) vadlīniju 2. sējuma (*Energy*) oksidācijas faktorus.

4. Salīdzināt pētījuma gaitā iegūto mitrumu, zemāko sadegšanas siltumu un CO₂ emisijas faktorus ar 2006. gada Klimata pārmaiņu starpvaldību padomes (IPCC) vadlīniju 2. sējuma (*Energy*) pieejamajiem intervāliem (ailes *Lower* un *Upper*), un paskaidrot iemeslus, ja kāds no iegūtajiem lielumiem ir ārpus noteiktā intervāla.

5. Rīkot sanāksmes par 1.-4. punktā minētajiem darba uzdevumiem (starprezultātu prezentēšana; beigu atskaite ar gala rezultātiem un secinājumiem prezentēšana) ar VARAM, LVĢMC, CSP un EM nominētajiem ekspertiem.

6. Sagatavot rakstisku un elektronisku atskaiti latviešu un angļu valodā par 2.-4. punktā veiktajiem uzdevumiem, aprakstot metodoloģiju un veiktās kvalitātes kontroles procedūras.

2. PAMATNOSTĀDNES

Nosakot Emisiju faktorus ņemti vērā 2006. gada Klimata pārmaiņu starpvaldību padomes (IPCC) vadlīniju 1. sējuma pirmā un otrā sadaļa un 2.sējumā dotā CO₂ emisiju no stacionārās kurināmā sadedzināšanas aprēķina metodika [2-3]¹.

Orientējošām, aptuvenām emisijas faktoru vērtībām izmantots Klimata pārmaiņu starpvaldību padomes (IPCC) 2016. gada vadlīniju 2. sējums (*Energy*) [1-3].

Zemākā sadegšanas siltuma noklusētās vērtības 10³ tonnām degvielas teradžoulos uz tūkstoti tonnu (TJ/kg) dots 2.1.tabulā; oglekļa satura vērtības – 2.2.tabulā un rezultējošo emisijas faktoru vērtības – 2.3.tabulā.

Tabula 2.1

Zemākā sadegšanas siltuma noklusētā vērtība un 95% ticamības intervāla zemākā un augstākā robeža / Default Net Calorific Values (NCVs) Lower and Upper Limits of the 95% Confidence Intervals

Kurināmā veids/ Fuel type	Zemākais sadegšanas siltums (TJ/Gg) / Net calorific value (TJ/Gg)	Zemākā robeža / Lower limit	Augstākā robeža / Upper limit
Dīzeļdegviela / diesel	42.3	40.1	44.8
Akmeņogles: Antracīts / Coal: Anthracite	26.7	21.6	32.2
Koksa ogles / Coking Coal	28.2	24.0	31.0
Citas bitumena ogles / Other Bituminous Coal	25.8	19.9	30.5
Ne-aglomerētas bitumena ogles / Non-agglomerating Sub-Bituminous Coal	18.9	11.5	26.0
Malka / Wood	15.6	7.9	31.0
Koksnes atlikumi / Wood waste			

¹ http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_01_Ch1_Introduction.pdf
http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_2_Ch2_DataCollection.pdf
<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>
<https://www.meteo.lv/lapas/vide/gaiss/gaisa-piesarnojums/metodologija-emisiju-gaisa-aprekinasanai/metodologija-emisiju-gaisa-aprekinasanai?id=1028&nid=516>

Tabula 2.2
Oglekļa satura noklusētā vērtība dažādiem kurināmajiem materiāliem

Kurināmā veids/ Fuel type	Noklusētais oglekļa saturs ¹ (kg/GJ) / Default carbon content (kg/GJ)	Augstākā vērtība / Lower	Zemākā vērtība / Upper
Dīzeļdegviela / diesel	20.0	19.4	20.6
Akmeņogles: Antracīts / Coal: Anthracite	26.8	25.8	27.5
Koksa ogles / Coking Coal	25.8	23.8	27.6
Citas bitumena ogles / Other Bituminous Coal	25.8	24.4	27.2
Ne-aglomerētas bitumena ogles / Non-agglomerating Sub-Bituminous Coal	26.2	25.3	27.3
Malka / Wood	30.5	25.9	36.0
Koksnes atlikumi / Wood waste			

Piezīmes / Notes:

¹ 95% ticamības intervāls.

Tabula 2.3
Noklusētais CO₂ emisijas faktors sadedzināšanai ¹ / Default CO₂ Emission
Factors for Combustion

Kurināmā veids/ Fuel type	Noklusētais oglekļa saturs (kg/GJ) / Default carbon content (kg/GJ)	Noklusētais oglekļa oksidācijas faktors / Default carbon oxidation factor	CO ₂ emisijas faktori ² / Effective CO ₂ emission factor (kg/TJ)		
			Noklusētā vērtība / Default value	95% ticamības intervāls / 95% confidence interval	
	A	B	$C=A*B*4/12*1000$	Zemākā / Lower	Augstākā / Upper
Dīzeļdegviela /diesel	20.0	1	73 300	71 100	75 500
Akmeņogles: Antracīts / Coal: Anthracite	26.8	1	98 300	94 600	101 000
Koksa ogles / Coking Coal	25.8	1	94 600	87 300	101 000
Citas bitumena ogles / Other Bituminous Coal	25.8	1	94 600	89 500	99 700
Ne-aglomerētas bitumena ogles / Nonagglomerati ng Sub- Bituminous Coal	26.2	1	96 100	92 800	100 000
Malka / Wood	30.5	1	112 000	95 000	132 000
Koksnes atlikumi /Wood waste					

Piezīmes / Notes:

¹ 95% ticamības intervāls.

² TJ = 1000GJ

3. MĒRIEKĀRTAS un LĪDZEKĻI

Veicot mērījumus oglekļa satura noteikšanai degvielās un atbilstošo SEG emisiju apjoma noteikšanai dūmgāzēs izmantotas šādas iekārtas:

1. Elementu analizators “Flash EA1112 Series”, firma “Thermo Fisher Scientific”, Holande.
2. Gāzu analizators “SWG-200-1”, MRU GmbH, Vācija.
3. Kalorimetrs “Berthelot Mahler”, firma “I.S.Co.”, Itālija; ar palīgierīcēm.
4. Kalibrētie trauki beramā kurināmā materiāla blīvuma noteikšanai.
5. Kalibrēšanai izmantota atbilstošās kvalitātes benzoscābe C_6H_5COOH , dodekāns $C_{12}H_{26}$, acetanilīds C_8H_9NO un atropīns $C_{17}H_{23}NO_3$.

4. MĒRĪJUMU METODIKA

Oglekļa satura noteikšanai kurināmajā izmantots C, H, N analizators, saskaņā ar Standartu LVS EN ISO 16948; sadegšanas siltuma noteikšanai – LVS EN ISO 18125; mitruma noteikšanai – LVS EN ISO 18134; pelnu daudzuma noteikšanai – LVS EN ISO 18122 un tilpumblīvuma noteikšanai LVS EN ISO – 17828. Analīžu datu pārreķināšanai dažādām bāzēm izmantots standarts LVS EN 15296.

C, H, N analizatoros par paraugu izmanto ļoti nelielu materiāla apjomu – miligramos, to ļoti precīzi nosverot pirms ievietošanas iekārtā. Dīzeļdegvielas gadījumā, iztvaikošanas dēļ parauga sagatavošanas procesā, reizēm iespējams mērījumu nenoteiktības pieaugums. Pārbaudei tika izmantota cita metodika. Izstrādātā metodika ietver noteikta daudzuma degvielas (0,6 līdz 0,9 g) sadedzināšanu kolorimetriskajā bumbā drošā skābekļa pārākumā, lai panāktu pilnīgu sadegšanu, ar sekojošu gāzu analīzi jutīgā gāzanalizatorā. Arī šajā gadījumā tā ir instrumentāla datu ieguves metode, saskaņā ar EN ISO 16948. Mērījumu atkārtojamība šajā gadījumā izrādījās ļoti augsta, savukārt iegūtie dati kļūdu robežās neatšķīrās no iegūtajiem ar iepriekš izmantotu metodi. Līdz ar to pamatā visur izmantots C, H, N analizators. Lai izvairītos no sistemātiskās kļūdas, abas iekārtas tika papildus kalibrētas, izmantojot stabilu maz gaistošu un stingri definētu ķīmisku vielu. Kalibrēšanai izmantota atbilstošās kvalitātes benzoscābe C_6H_5COOH , dodekāns $C_{12}H_{26}$, acetanilīds C_8H_9NO un atropīns $C_{17}H_{23}NO_3$.

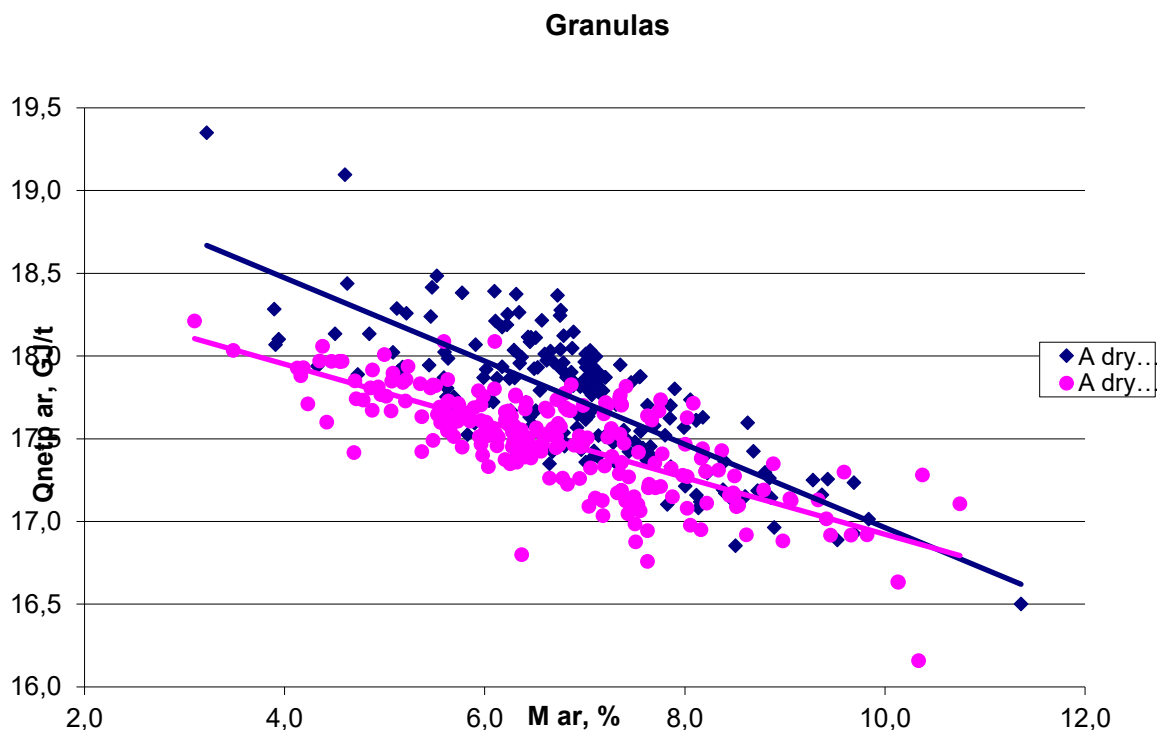
4.1 Paraugu ņemšana

Dīzeļdegvielas un akmeņogļu paraugi tika savākti visā Latvijas teritorijā - Rīgā un tās apkārtnē, Rēzeknē, Tukumā, Krāslavā, Jelgavā un Ventpilī no piegādātājiem un gala lietotājiem divās paraugu ņemšanas reizēs 2 sezonās: ziemā un vasarā, katrā paraugu ņemšanas laikā, savācot pa pieciem paraugiem. Apkopoti arī dati par 2016. gada otrās puses un 2017. gadā no janvāra līdz maijam veiktajām kurināmā analīzēm laboratorijā no Latvijas uzņēmumiem. Šāda iespēja ļāva iegūt izcili labu paraugu pārstāvniecību koksnes kurināmajiem, kuru parametru izkliede var būt plašās robežās. Paraugi tika sagatavoti analīzēm, saskaņā ar prasībām kādas tiek izvirzītas konkrēto parametru mērījumiem saskaņā ar iepriekš minētajiem standartiem.

4.2. Parametru izkliede un pārstāvniecība

Konkrēti definētiem produktiem, pie kuriem var pieskaitīt dīzeļdegvielu, parametru izkliede parasti nav liela un līdz ar to nodrošināt labu pārstāvniecību pētījumā nav sarežģīti – mērot desmit paraugus var iegūt ticamus rezultātus. Akmeņogļu gadījumā tas var būt sarežģītāk, ja izmanto dažādu marku akmeņogles. Latvijā akmeņogles izmanto galvenokārt apkurei un, kā parādīja eksperiments, tās ir bitumena un subbitumena marku akmeņogles, kuru parametri arī ir tuvi un var tikt uzskatīti (vidējoti) par viena veida kurināmo, ja to mitrums arī atšķiras tikai nedaudz.

Parametru izkliedi labi parāda 1.attēls, kurā apkopoti visi laboratorijā 2016. gadā un 2017. gada četros mēnešos veiktās koksnes granulu analīzes un demonstrē zemākā sadegšanas siltuma atkarību no mitruma. Var izdalīt divas kopas – granulas ar pelnu daudzumu līdz 0,5% (zilie kvadrāti) un granulas ar pelnu daudzumu virs 0,5% (rozā aplīši). Abas kopas stipri pārklājas, tādēļ nosakot Q_{net} vidējo ņemtas vērā visas vērtības intervālā 16,8 līdz 18,4 GJ/t. Apskatīto paraugu skaits šajā gadījumā pārsniedza 300. Citu pārstāvēto paraugu skaits bija atšķirīgs un dīzeļdegvielas un akmeņogļu gadījumā tie bija ap 20 paraugi, bet koksnes kurināmajiem (atlikumi, šķelda, briketes, granulas) 20 līdz 50 paraugi. Atšķirīgs bija arī vidējoto paraugu skaits, nosakot atsevišķā parametra vērtību, bet tas nevienā gadījumā nebija mazāks par 15. Neskatoties uz iespēju izmantot plašu pārstāvniecību jāatzīmē, ka trūkst ziņu par iespējamo parametru sadalījumu pa reģioniem un to “svaru”. Tika uzskatīts, ka visi paraugi ir līdzvērtīgi.

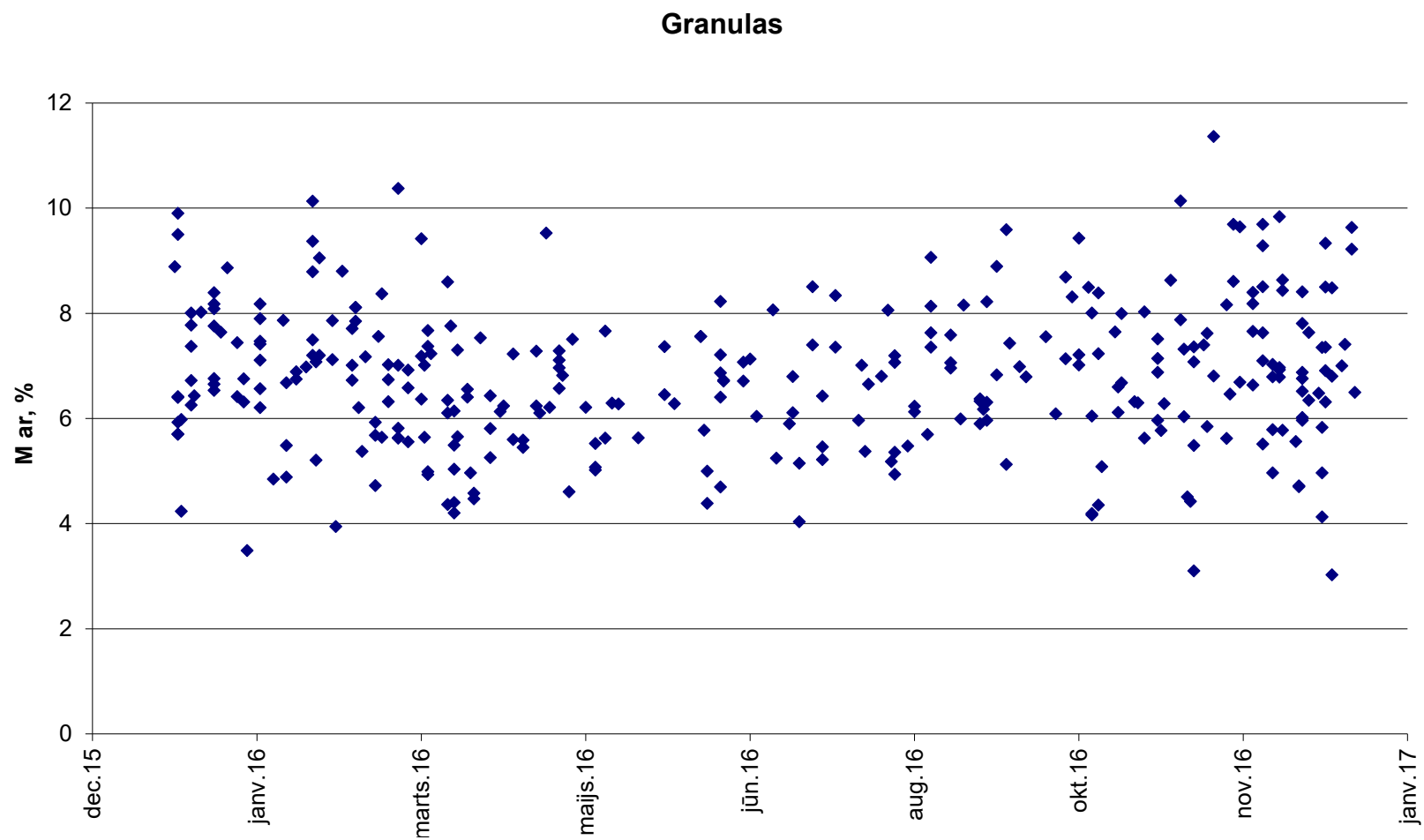


1.Attēls. Mitruma satura un sadegšanas siltuma atkarība dažādiem koksnes granulu paraugiem

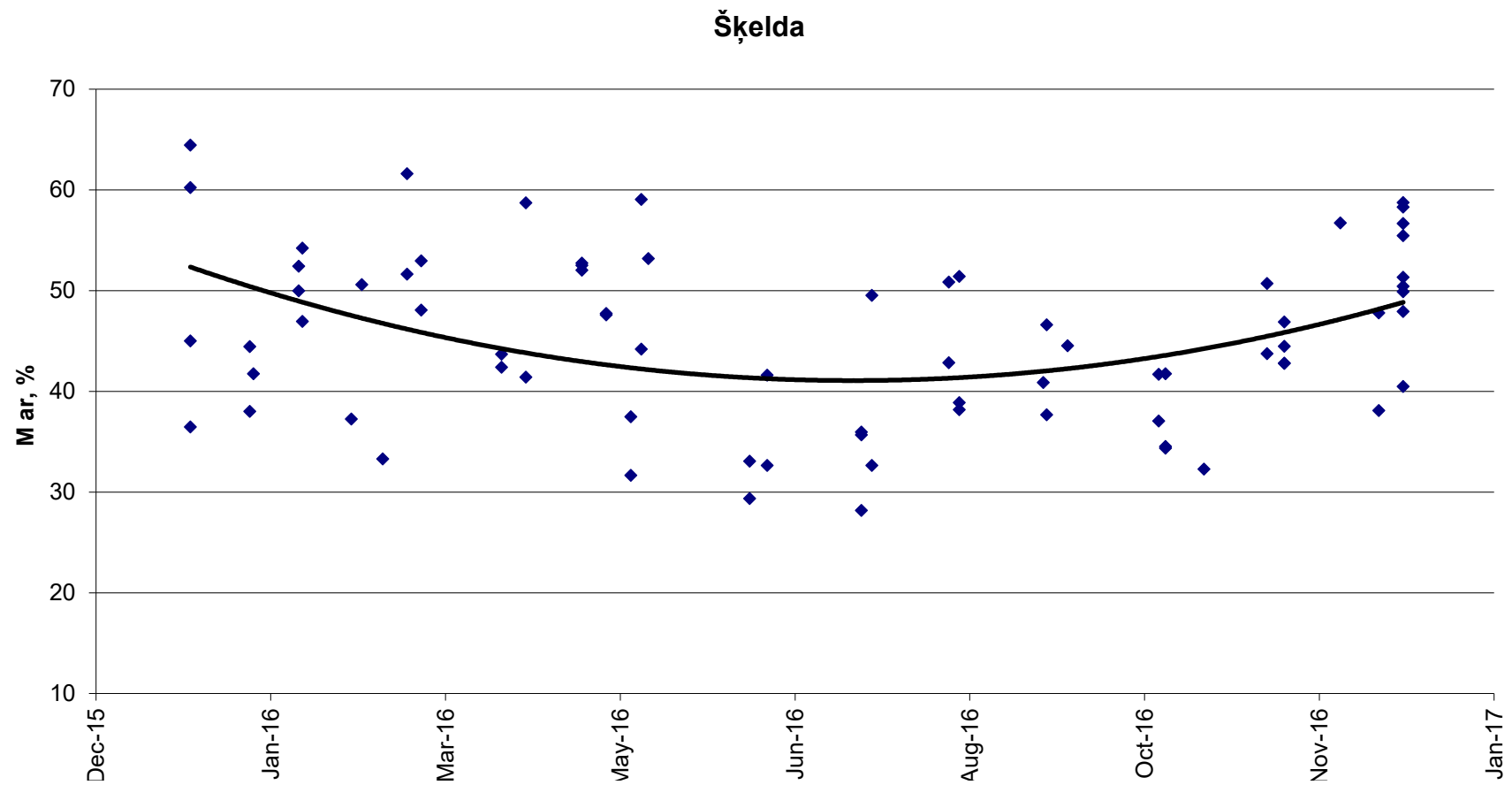
4.3 Sezonalitāte

Kurināmo materiālu parametru sezonu izmaiņas varētu būt saistītas galvenokārt ar mitruma satura maiņu. Mazākā mērā tas skar dīzeļdegvielu un ogles, bet vairāk koksnes kurināmo materiālu. Tomēr analīze parādīja, ka koksnes granulu un briķešu sezonalitāte praktiski nav pamanāma – skatīt piemēru 2.attēlā. Sprotams, ka lielākā mērā mitruma saturu nosaka tehnoloģiskais kurināmā ražošanas process.

Nedaudz pamanāmāka mitruma izmaiņa laikā ir šķeldai un koksnes atlikumiem, kura 3. attēlā aproksimēta ar polinomu, tomēr atšķirības arī šeit ir visai nosacītas un nosakot vidējo mitrumu katrs mērījums uztverts kā neatkarīgs.

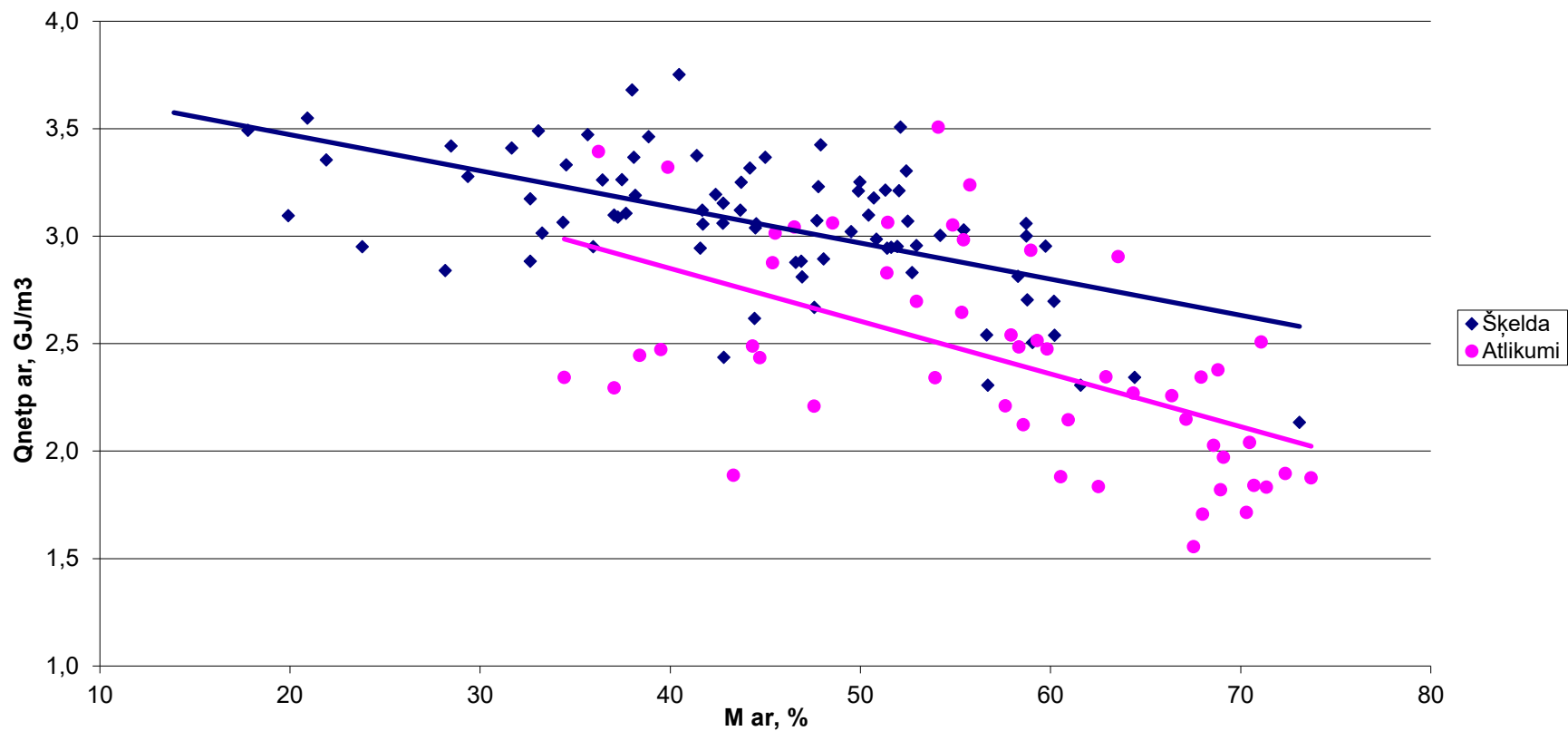


2.Attēls. Koksnes granulu mitruma saturs gadalaiku griezumā.



3.Attēls. Šķeldas mitruma sadalījums gada griezumā

Šķeldas un koksnes atlikumu siltumspējas atkarība no mitruma arī uzrāda tikai tendences, bet katrs mērījums uzskatīts par līdzvērtīgu parametra vidējās vērtības noteikšanā.



4.Attēls. Koksnes šķeldas un atlikumu zemākā sadegšanas siltuma atkarība no mitruma.

4.4 Emisijas faktoru aprēķins

CO₂ emisiju faktors tika aprēķināts, ņemot vērā pētījumā eksperimentāli noteiktos kurināmā fizikālķīmiskos rādītājus, izmantojot emisijas faktora aprēķina formulu (1.1); oksidācijas faktora aprēķināšanas formulu (1.2) un faktiskā CO₂ emisijas faktora aprēķināšanas formulu (1.3). Oksidācijas faktora korekcijas formulā (1.3) atbilstoši IPCC vadlīnijām noteikta $p = 1$.

$$E'_{CO_2} = \frac{C_d \times M_{CO_2} \times 1000}{Q_z^d \times M_C \times 100} \quad (1.1)$$

kur:

E'_{CO_2} – CO₂ emisijas faktors (t CO₂/TJ);

C_d – oglekļa saturs kurināmā darba masā (%);

M_{CO_2} – CO₂ molekulsvars (44.0098 g/mol);

M_C – C molekulsvars (12.011 g/mol);

Q_z^d – kurināmā darba masas zemākais sadegšanas siltums (GJ/t);

1000 – pāreja no GJ uz TJ

100 - % lieluma noteikšana

$$p = \frac{100 - q_4}{100} \quad (1.2)$$

kur:

p – oksidācijas faktors;

q_4 – mehāniski nepilnīgas sadegšanas zudumi

$$E_{CO_2} = E'_{CO_2} \times p \quad (1.3)$$

kur:

E_{CO_2} – faktiskais emisijas faktors (t/TJ);

E'_{CO_2} – sākotnējais emisijas faktors (t/TJ);

p – oksidācijas faktors

Par cik nepilnīgas sadegšanas zudumi ir no katla režīma mainīgs un grūti nosakāms lielums, turklāt, datu iegūšana un savākšana ir sarežģīts un dārgs process, bet p faktora ietekme uz emisijas faktoru ir neliela, oksidācijas faktora korekcijas formulā (1.3) atbilstoši IPCC vadlīnijām noteikta $p = 1$.

5. REZULTĀTI

Latvijā biežāk izmantojamo kurināmo vidējās parametru noteiktās vērtības apkopotas. Tabulā 5.1.

Tabula 5.1

Latvijā izmantojamo kurināmo noteiktās vidējās parametru vērtības

Kurināmā veids	Mitrums, %	Qz vērtība un mērvienība	Oglekļa saturs, %
Dīzeļdegviela (un sadzīves krāšņu kurināmais)	-	Vasarā 39,91 GJ/t Ziemā 40,46 GJ/t	80,84 82,03
Akmeņogles	Latvijā vidējais 9,65	25,19 GJ/t	66,45
Malka	Latvijā vidējais 51 10 20 30 40 55	7,73 GJ/cieš.m ³ 16,24 14,16 12,09 10,01 6,9	22,88 42,03 37,36 32,69 28,02 21,02
Koksnes atlikumi	Latvijā vidējais 57,2	2,69 GJ/t	20,3
Kurināmā šķelda	Latvijā vidējais 44,7	3,26 GJ/t	23,92
Koksnes briķetes	Latvijā vidējais 9,65	16,78 GJ/t	48,1
Koksnes granulas	Latvijā vidējais 7,38	17,54 GJ/t	49,83

Latvijā izmantotai vasaras dīzeļdegvielai un krāšņu kurināmajam kļūdu robežās parametru vērtības sakrita. Salīdzinot pētījuma gaitā iegūto zemāko sadegšanas siltumu ar 2006. gada Klimata pārmaiņu starpvaldību padomes (IPCC) vadlīniju 2. sējuma (*Energy*) pieejamajiem intervāliem (ailes *Lower* un *Upper*), noteiktais parametrs ir šajā intervālā. Iespējams, atšķirību noteikšanai nepieciešami plašāki statistiskie dati.

Mērījumi parādīja, ka kurināšanai Latvijā izmanto bitumena un subbitumena marku ogles, kuru parametri atšķiras visai plašās robežās. Precīzāku datu iegūšanai būtu nepieciešami statistiskie dati par akmeņogļu marku un parametru sadalījumu pa Latvijas reģioniem.

Rezultātā noteiktie CO₂ emisijas faktori (t/TJ) Latvijā biežāk izmantojamajiem kurināmā veidiem apkopoti 5.2.tabulā.

Tabula 5.2
CO₂ emisijas faktori (t/TJ) Latvijā biežāk izmantojamajiem kurināmā veidiem

Kurināmā veids	Kurināmā darba masas oglekļa saturs (C ^d), %	Zemākā sadegšanas siltuma faktors (Q _z), GJ/t	Emisijas faktors bez oksidācijas faktora (E' CO ₂), t/TJ	Oksidācijas faktors (p) (izmainīts) ²	Emisijas faktors ar oksidācijas faktoru (E' CO ₂), t/TJ
1	2	3	4	5	6
Dīzeļdegviela (un sadzīves krāšņu kurināmais) vasarā	80,84	39,91	74,2189	1	74,2189
Dīzeļdegviela ziemā	82,03	40,46	74,2877	1	74,2877
Akmeņogles, W=9,65% ³	66,45	25,19	96,6578	1	96,6578
Malka, W=51% ⁴	22,88	7,73	108,4543	1	108,4543
Malka, W=10%	42,03	16,24	94,8295	1	94,8295
Malka, W=20%	37,36	14,16	96,6749	1	96,6749
Malka, W=30% no iepr.	32,69	12,09	99,0738	1	99,0738
Malka, W=40%	28,02	10,01	102,5662	1	102,5662
Malka, W=55%	21,02	6,9	111,6230	1	111,6230
Koksnes atlikumi, W=57,2% ⁵	20,3	2,69	117,3213	1	117,3213
Kurināmā šķelda, W=44,7% ⁴	23,92	3,26	98,7003	1	98,7003
Koksnes briketes, W=9,65%	48,1	16,78	105,0324	1	105,0324
Koksnes granulas, W=7,38%	49,83	17,54	104,0954	1	104,0954

² Oksidācijas faktors izmainīts saskaņā ar 2006 IPCC vadlīnijām (2.sadaļa – Enerģētika, 1.nodaļa – Ievads, 1.4.2. – Emisijas faktori)

³ W – kurināmā mitrums

⁴ Malkai – Q_z^d ir GJ/cieš.m³

⁵ Koksnes atlikumiem un kurināmā šķeldai - TJ/1000 ber m³

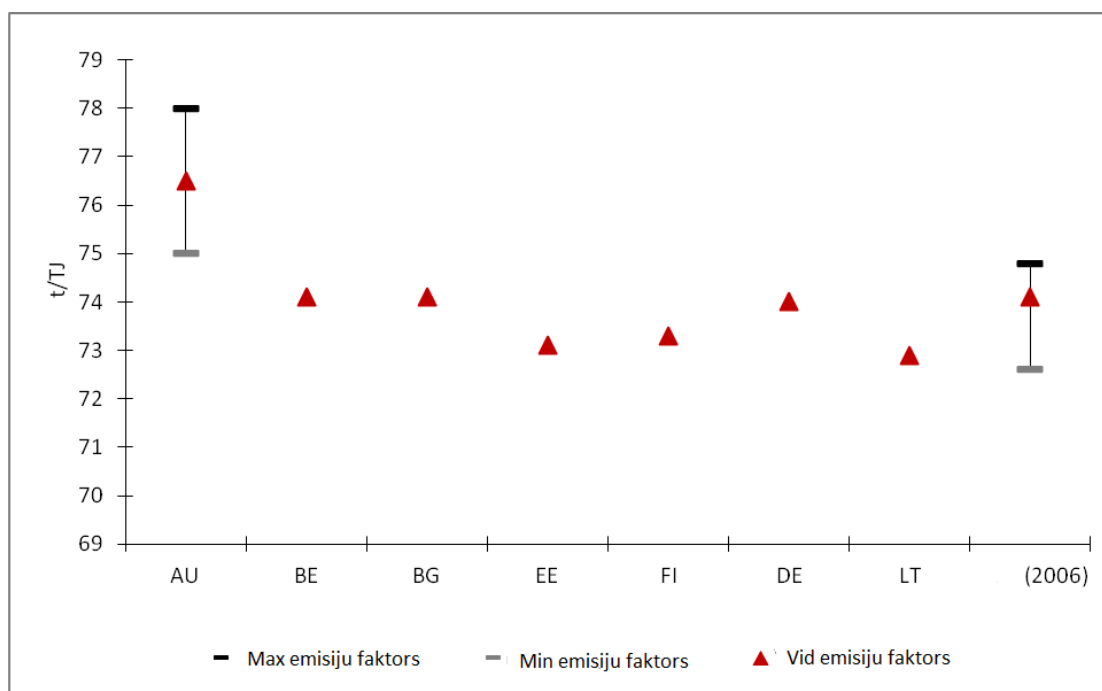
⁵ Koksnes atlikumu blīvums 0,424 kg/m³

⁶ Kurināmās šķeldas blīvums 0,367 kg/m³

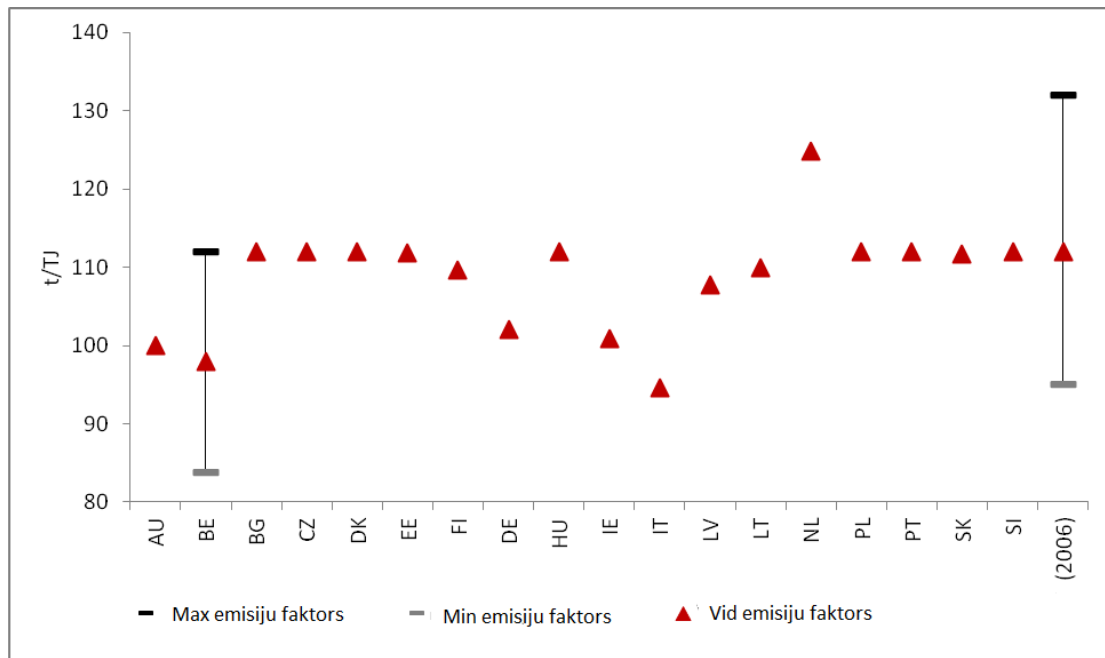
6. SALĪDZINĀJUMS

Salīdzinot pētījuma gaitā iegūtos CO₂ emisijas faktorus ar 2006. gada Klimata pārmaiņu starpvaldību padomes (IPCC) vadlīniju 2. sējuma (*Energy*) pieejamajiem intervāliem (ailes *Lower* un *Upper*) (skat.1.4.tabulu) jāsecina, ka visi šajā darbā noteiktie vidējie emisijas faktori neiziet ārpus norādītajiem ICPP vadlīniju intervāliem.

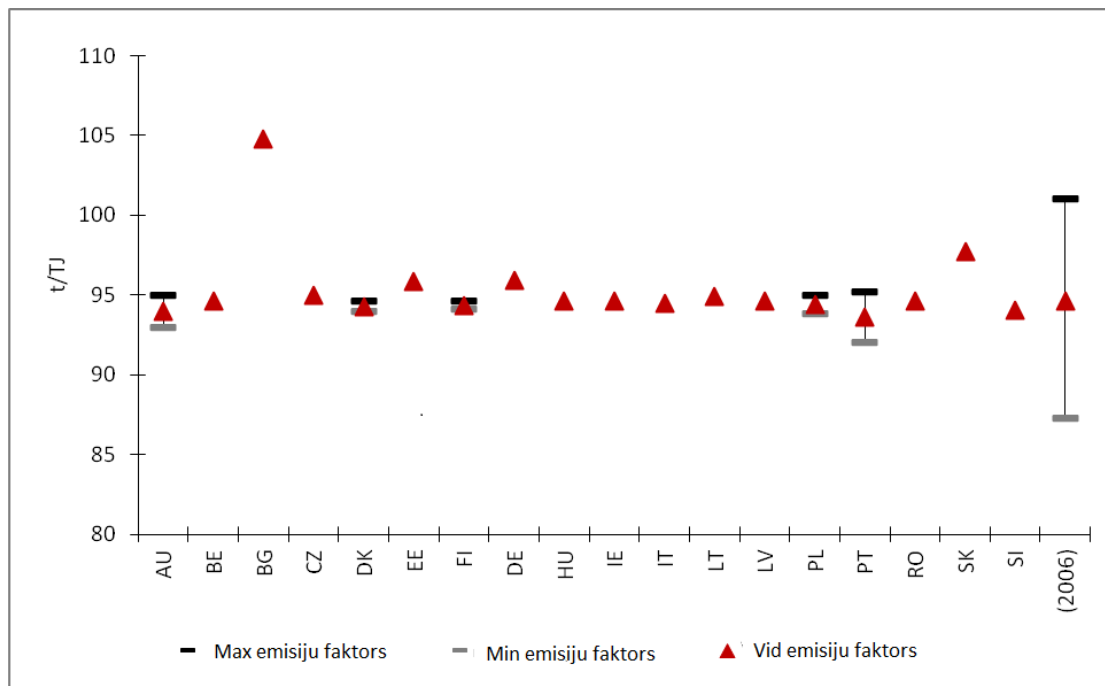
Orientējošas, aptuvenās emisijas faktoru vērtības, kādas ir iegūtas un izmantotas dažādās valstīs tika paņemtas no citu valstu atskaitēm par emisijas faktoriem [2-10]. Piemēri, dīzeļdegvielai, akmeņoglēm un malkai doti 5.-7.attēlos. Visi šajā darbā noteiktie vidējie emisijas faktori nav ārpus norādītajiem ICPP intervāliem. No 5. līdz 7.attēlam redzami apzīmējumi labajā malā “(2006)” ir IPCC vadlīniju vērtības.



5.Attēls. Dažādās valstīs izmantotie CO₂ emisiju faktori dīzeļdegvielai; (šajā darbā noteikts 74,27905 t/TJ)



6. Attēls. Dažādās valstīs iegūtie un izmantotie CO₂ emisiju faktori malkai; (Dotajā darbā noteikts malkai pie 40% mitruma - 102,5662 t/TJ)



7. Attēls. Dažādās valstīs iegūtie un izmantotie CO₂ emisiju faktori akmeņoglēm; (darbā noteiktā vērtība - 96,6578 t/TJ)

7. MĒRĪJUMU NENOTEIKTĪBA

Mērījumu nenoteiktība, nosakot konkrēto parametru veikta saskaņā ar kļūdu teoriju [22]. Katra parametra standartnovirze noteikta 10 reizes mērot vienu un to pašu paraugu un nosakot vidējo novirzi, kas arī raksturo iegūtā rezultāta izkliedi. C, H, N mērījumos nenoteiktības aprēķins ietverts iekārtas programmatūrā. Absolūtais rezultāts tika pārrēķināts uz relatīvo kļūdu, kas apkopots tabulā 7.1.

Tabula 7.1.
Parametru noteikšanas nenoteiktība

Parametrs	Nenoteiktība, ± %	Piezīmes
Oglekļa saturs C	1,5	Nosaka ar instrumenta programmatūras palīdzību
Mitrums M	2,0	
Pelnu daudzums A	2,5	
Siltumspēja Q	1,5	
Blīvums BD	5	Biomassas materiāliem

Novērtējot saskaņā ar IPCC ieteikumiem emisijas faktoru nenoteiktību, jāatzīmē, ka dīzeļdegvielai tā ir samērojama ar oglekļa satura noteikšanas nenoteiktību. To nosaka tas, ka šajā gadījumā oglekļa saturs ir stabils un arī siltumspēja mainās šaurā diapazonā, ko nosaka kurināmā fizikāli – ķīmiskā būtība. Akmeņogļu EF nenoteiktība ir nedaudz lielāka, jo kurināmā parametru izkliede ir plašākā diapazonā, tomēr pateicoties samēra viendabīgai pārbaudīto akmeņogļu kvalitātei, arī šajā gadījumā nenoteiktība nepārsniedz sadegšanas siltuma un oglekļa satura noteikšanas nenoteiktību summu. Koksnes materiāliem EF noteikšanas nenoteiktība ir būtiski lielāka, jo parametru variācijas ir daudz lielākas, un izmantojot IPCC metodoloģiju nenoteiktība aug. Novērtētās EF noteikšanas kļūdas koksnes materiāliem apkopotas tabulā 7.2.

Tabula 7.2.
Emisijas faktoru noteikšanas nenoteiktības

Kurināmais	Nenoteiktība, ± %
Dīzeļdegviela	2
Akmeņogles	3
Malka	5
Granulas un briketes	4
Šķelda un koksnes atlikumi	10

8. SECINĀJUMI

1. Pētījumā noteiktie kurināmā parametri un CO₂ emisiju faktoru vērtības nepārsniedz IPCC vadlīnijās noteiktās robežas.
2. Lai gan darbā noteiktā vidējā mitruma vērtība malkai Latvijā ir 51%, emisiju aprēķinos fizikāli pamatoti ir izmantot malkas emisijas faktoru pie 40% mitruma, jo tā ir dabiska sausas malkas mitruma vērtība, bet darbā noteiktā varētu būt meteoroloģisko faktoru noteikta.
3. Kurināmo parametru vidējās vērtības var mainīties, izpētot kurināmo materiālu parametru faktisko sadalījumu (svaru) pa Latvijas reģioniem.

9. LITERATŪRA

1. Lithuania's National Greenhouse Gas Emission Inventory Report 1990–2013 (2015) // http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php
2. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006)
3. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (1996)
4. Environmental Protection Agency (2015). Ireland's National Inventory Report 1990-2013 // http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php.
5. Flemish Environment Agency and etc. (2015). Belgium's Greenhouse Gas Inventory 1990-2013 // http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php.
6. Institute for Environmental Protection and Research (2015). Italian Greenhouse Gas Inventory 1990 - 2013 // http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php.
7. Portuguese Environmental Agency (2015). Portuguese National Inventory Report on Greenhouse gases 1990 - 2013 // http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php.
8. Federal Environment Agency (2015). National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 - 2013 // http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php.
9. Statistics Finland (2015). Greenhouse Gas Emission in Finland 1990-2013 // http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php.

10. Aarhus University (2015). Denmark's National Inventory Report 1990 - 2013 // http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php.
11. Environment Agency Austria (2015). Austria's National Inventory Report 1990 - 2013 // http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php.
12. National Institute for Public Health and the Environment (2015). Greenhouse Gas Emissions in the Netherlands 1990 - 2013 // http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php.
13. Ministry of Environmental Protection and Regional Development of the Republic of Latvia (2015). Latvia's National Inventory Report // http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php.
14. Ministry of the Environment (2015). Greenhouse Gas Emissions in Estonia 1990 - 2013 // http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php.
15. National Centre for Emission Management at the Institute of Environmental Protection – National Research Institute (2015). Poland's National Inventory Report 2013 // http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php.
16. Hungarian Meteorological Service Greenhouse Gas Inventory Division (2015). National Inventory Report for 1985–2013 // http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php.
17. Ministry of the Environment of the Czech Republic (2015). National Greenhouse Gas Inventory Report of the Czech Republic // http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php.
18. Ministry of the Environment of the Slovak Republic (2015). National Inventory Report 2013 // http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php.
19. Environmental Agency of the Republic of Slovenia (2015). Slovenia's National Inventory Report 2013 // http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php.
20. Ministry of Environment and Water of the Republic of Bulgaria (2015). National Inventory report. Greenhouse gas emissions in Bulgaria 1988-2013 // http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php.

21. Ministry of Environment, Water and Forests (2015). Romania's Greenhouse Gas Inventory 1989-2013 // http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php.

22.E. Jansons, J.Meija "Kļūdas kvantitatīvajās noteikšanās" Rīga 2002.