

**DIOKSINŲ, FURANŲ IR DIOKSINŲ TIPO PCB ANALIZĖ
BIOGENINĖS CO₂ DALIES DŪMUOSE ANALIZĖ
ATASKAITA**

Ataskaitos Nr. 2026_04_DX_KKJ_ataskaita

2026-05-21

Kaunas

UAB „KAUNO KOGENERACINĖ JĖGAINĖ“

Jėgainės gatvė 6, Biruliškės

Ataskaitą parengė:

Projektų inžinierius

Edvinas Kazlauskas

Ataskaitą patikrino:

Verslo plėtros direktorius

Kęstutis Šimkus

Ataskaitą patvirtino:

Projektų vadovas

Ramūnas Gvildys

TURINYS

Įvadas	3
1. Tikslas	4
2. Gamyklos aprašymas	4
3. Mėginių ėmimo sistemos aprašymas.....	4
4. Kokybės užtikrinimas, matavimo metodų aprašymas.	7
5. Parametrai.....	9
6. Mėginių ėmimo sistemos duomenys mėginio ėmimo laikotarpiu.....	11
7. Rezultatų suvestinė	17
7.1 Dioksinų, furanų ir dioksinų tipo PCB koncentracija.....	17
7.2 Anglies dioksido biogeninė dalis.	18
PRIEDAI	19

Įvadas

Dioksinai, furanai ir dioksinų tipo PCB yra patvarūs organiniai junginiai, kurie pasižymi ilgalaikiu neigiamu poveikiu, sukeliančiu grėsmę žmogaus sveikatai ar galimą grėsmę aplinkai. Siekiant sukurti žiedinę ekonomiką, kurioje atliekos bus vis dažniau naudojamos kaip antrinė žaliava, labai svarbu apriboti patvariųjų organinių teršalų kiekį atliekose.

Viena iš priemonių dioksinų, furanų ir dioksinų tipo PCB kontrolei yra ilgalaikio mėginio ėmimo strategijos taikymas, kaip to reikalauja Geriausi Prieinami Gamybos Būdai (GPGB). Dūmų mėginys nukreipiamas pro specialų sorbentą, vėliau šis mėginys analizuojamas ir nustatomos dioksinų, furanų ir dioksinų tipo PCB vertės bei atliekamas palyginimas su ribinėmis vertėmis.

Deginant iškastinės ir biogeninės kilmės kuro mišinius, yra aktualu nustatyti tikslų biogeninio ir iškastinio CO₂ santykį bendrame CO₂ balanse per kaminą išmetamuose dūmuose. CO₂ kilmės nustatymui automatinio būdu yra imamas dūmų mėginys, kuris tirpinamas šarminiame tirpale. Vėliau šis tirpalas yra siunčiamas į akredituotą laboratoriją, nes deginamo kuro biogeninė ir iškastinė sudėtis ne visada yra žinoma arba negali būti nustatyta pakankamai tiksliai, todėl biogeninės arba neutralios anglies dvideginio (CO₂) nustatymas yra atliekamas pagal ISO 13833:2013 standarto reikalavimus. Tokia analizė yra reikalinga prekybai anglies dvideginio taršos leidimais ir siekiant pateikti tikslias ataskaitas.

1. Tikslas

Atliktų matavimų tikslas – nustatyti į aplinką išmetamų dioksinų, furanų ir dioksinų tipo PCB koncentraciją ir patvirtinti atitiktį leistinoms išmetimų normoms, bei nustatyti į aplinką išmetamo anglies dvideginio (CO₂) kilmę iš stacionarių emisijos šaltinių, t.y. atliekų deginimo įrenginyje „UAB Kauno kogeneracinė jėgainė“.

2. Gamyklos aprašymas

UAB „Kauno kogeneracinė jėgainė“ per metus sutvarko iki 255 tūkstančių tonų nepavojingų pramoninių ir komunalinių atliekų po antrinio rūšiavimo, kurios nebetinkamos perdirbti, bet turi energetinę vertę. Jėgainės katilo pakuros galia – 85 MW ir galima bendrai pagaminti 70 MW šilumos, o garo turbinos elektros generatoriaus galia – 26 MW. Šie pajėgumai leidžia pagaminti iki 30 proc. Kauno miesto šilumos poreikio ir elektros energija aprūpinti daugiau nei 130 tūkst. Lietuvos namų ūkių per metus.

Techniniai duomenys:

- **Katilas:** vienas atliekų katilas.
- **Naudingumo koeficientas:** iki 110%.
- **Elektrinė galia:** iki 26 MW.
- **Šiluminė gamybos galia:** apie 70 MW.
- **Pakuros tipas:** ardyninė.
- **Išmetamųjų dujų valymas:** selektyvinė nekatalininė valymo sistema, pusiau sauso dūmų valymo įrenginiai, rankovinis filtras

3. Mėginių ėmimo sistemos aprašymas

Mėginiai dioksinų, furanų ir dioksinų tipo PCB, bei biogeninės CO₂ dalies nustatymui yra imami gamintojo Opolis AB automatizuota ilgalaikio dioksinų mėginių ėmimo sistema DX100, kuri atlieka nuolatinį mėginių ėmimą. DX100 užtikrina izokinetinį mėginių ėmimą (dūmų dujos traukiamos taip, kad ėminio dujų greitis zondo antgalyje atitinka išmetamųjų dujų greitį kamine) ir atitinka standarto EN 1948 reikalavimus.

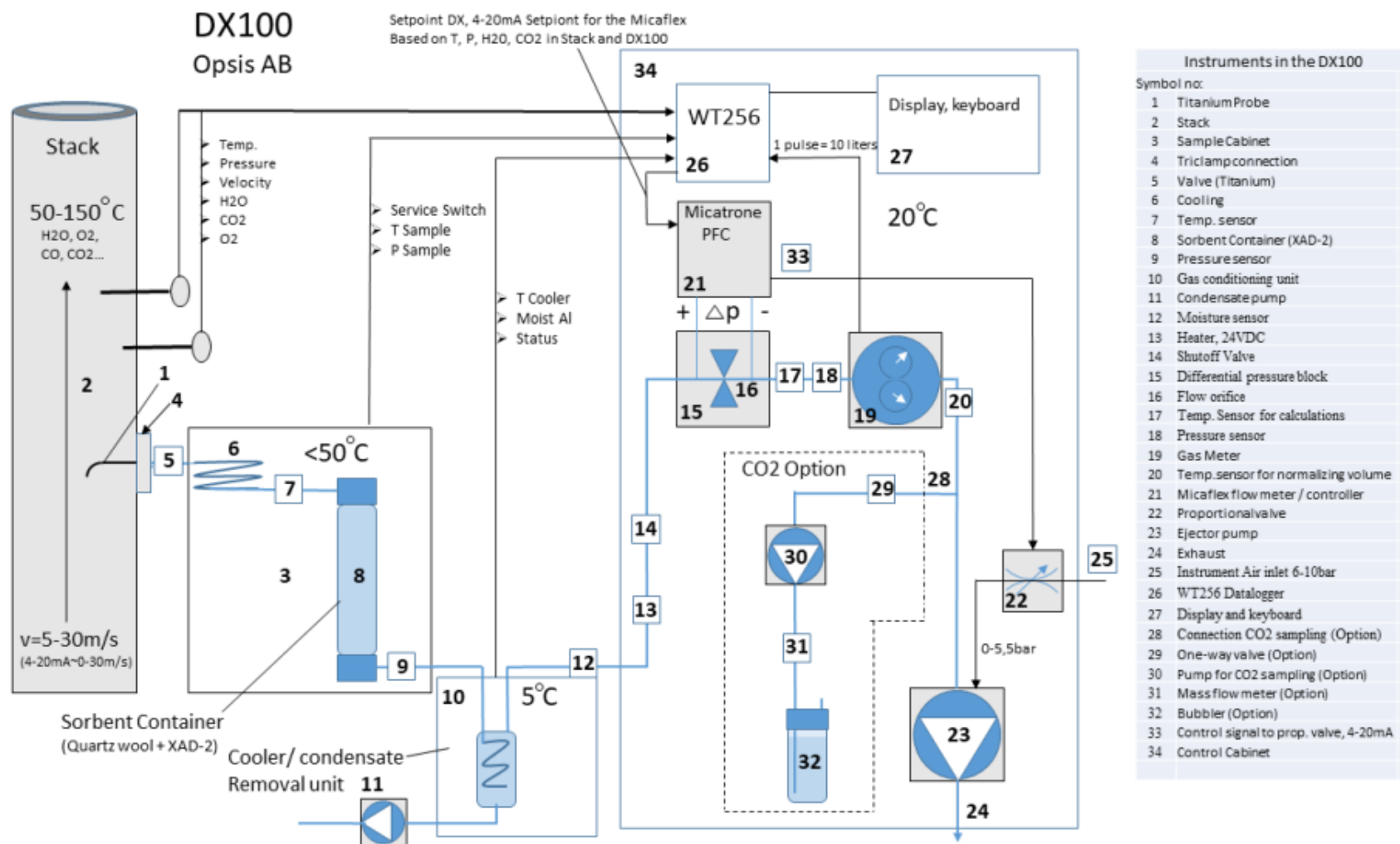
DX100 sistemą sudaro trys atskiri elementai:

- Mėginio spinta, kurioje yra kasetė su sorbentu dioksinų, furanų ir dioksinų tipo PCB nustatymui;
- Dujų kondicionavimo įrenginys – drėgmės šalinimui iš dujų mėginio;
- Matavimo spinta;

Į mėginio spintą, dūmai yra traukiami per mėginių paėmimo zondą, kuris yra įstatytas prieš dūmų tekėjimo kryptį kamine. Ataušinti dūmai, mėginio spintoje prateka pro sorbentą, kuriame absorbuojasi dioksinai, furanai ir dioksinų tipo PCB. Tuomet, dūmai, šildoma linija, teka į šaldytuvą, kuriame yra ataušinami iki 5 °C ir yra pašalinamas susidaręs kondensatas. Sausos dujos patekusios į matavimo spintą, teka į momentinio srauto matavimo įtaisą. Momentinis srautas/dujų greitis/dujų greitis čia yra matuojamas panaudojant slėgių skirtumo metodą. Išmatuotas dujų srautas/dujų greitis yra nuolatos lyginimas su dūmų tekėjimo greičiu kamine. Keičiantis dūmų tekėjimo greičiui kamine, proporcingai yra keičiamas dujų mėginio tekėjimo greitis DX100 mėginio ėmimo sistemoje. Tai atliekama automatiškai kontroliuojant ežektorinio siurblio darbą. Tokiu būdu yra užtikrinamas izokinetinis mėginio paėmimas. Bendras pratekęs dujų srautas yra apskaitomas spintoje esančiu dujų skaitikliu.

CO₂ mėginių dujų srautas, proporcingas dūmų srautui kamine, yra užtikrinamas peristaltinio siurblio pagalba, kurio darbas yra valdomas automatiškai būdu.

Principinė DX100 sistemos schema pateikta paveiksle Nr. 1.



1 pav. Principinė DX100 dioksinų, furanų ir dioksinų tipo PCB mėginio ėmimo sistemos schema

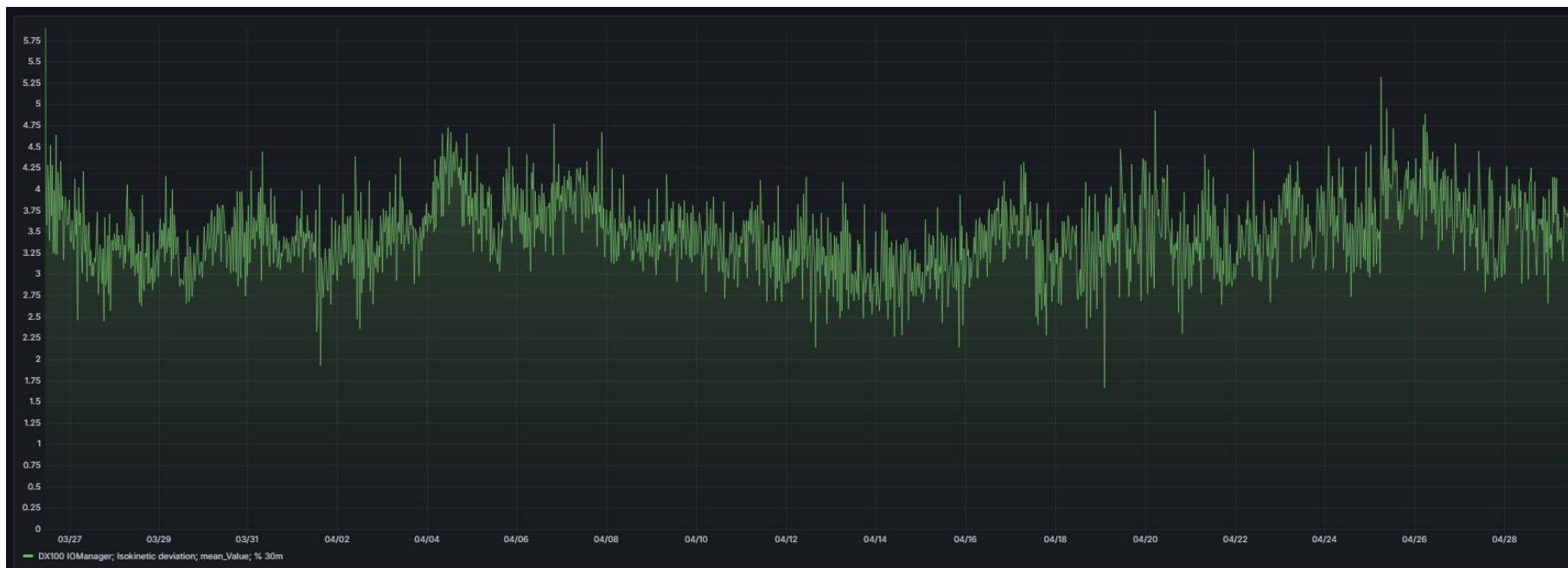
4. Kokybės užtikrinimas, matavimo metodų aprašymas.

Dujiniai mėginiai dioksinų, furanų ir dioksinų tipo PCB analizei atlikti, bei CO₂ kilmei nustatyti yra imami pilnai automatinio būdu panaudojant mėginių ėmimo sistemą DX100 (gamintojas Opsis AB). Sistemos tinkamumas šiai paskirčiai buvo patikrintas trečios šalies laboratorijoje – TÜV Rheinland Energy & Environment GmbH. Sistemos atitiktis buvo patikrinta pagal taikytinų standartų reikalavimus, o atitikimo faktas yra grindžiamas išduotu atitikties sertifikatu produktui. DX100 sistemos atitikties sertifikatas pateiktas priede Nr. 1.

DX100 sistema buvo naujai sumontuota ir įvesta į eksploataciją 2023 metų lapkričio mėnesį. Visi sistemos apimtyje esantys matavimo prietaisai buvo sukalibruoti gamykloje. Šie prietaisai priskiriami pramonei metrologijai ir jų periodinis kalibravimas atliekamas ne dažniau kaip kas penkeri metai.

Rutininis prietaisų parodymų patikrinimas yra atliekamas prieš kiekvieną naujo mėginio ėmimo ciklo pradžią pagal patikrinimo protokolą, kuris pateiktas priede Nr. 2.

Mėginio ėmimo laikotarpiu buvo išlaikyta izokinetinio mėginio paėmimo sąlyga. Paveiksle Nr. 2 yra pateikiama informacija atitikties pagrindimui.



2 pav. Izokinetinio mėginio paėmimo nuokrypis %, mėginio ėmimo laikotarpiu

Laboratorinę mėginio analizę dioksinų, furanų ir dioksinų tipo PCB nustatymui atlieka ALS Czech Republic, s. r. o. laboratorija, kuri yra akredituota pagal EN ISO/IEC 17025:2018. Akreditacijos sertifikatas pateiktas priede Nr. 3.

Dioksinų, furanų ir dioksinų tipo PCB sorbento paruošimu kiekvienam naujam mėginiui rūpinasi taip pat laboratorija ALS Czech Republic s. r. o. Sorbento paruošimo protokolas yra pateiktas priede Nr. 4.

Kamino plokštumoje, iš kurios yra imamas mėginys CO₂ kilmės nustatymui, dujinių teršalų koncentracijos yra pasiskirsčiusios homogeniškai. Homogeniškumo tyrimo rezultatai pateikiami priede Nr. 5. Laboratorija Rači s. r. o., kuri atliko homogeniškumo nustatymą yra akredituota kaip kontrolės laboratorija pagal ISO 17020 bei kalibravimo laboratorija pagal ISO 17025. Akreditacijos sertifikatas pateiktas priede Nr. 6.

CO₂ biogeninės dalies sureagavusiame šarminiame tirpale nustatymą atlieka Beta Analytic, Inc. laboratorija, kuri yra akredituota pagal ISO/IEC 17025:2017. Akreditacijos sertifikatas pateiktas priede Nr. 7.

Šarminis tirpalas yra perkamas, kaip galutinis produktas. Tirpalo etiketės nuotrauka su partijos numeriu ir analizės sertifikatu, kuris patvirtina reikiamą tirpalo koncentraciją pateikta priede Nr. 8.

Šarminio tirpalo išotrinimo patikrinimas yra atliekamas prieš kiekvieną naują mėginio ėmimo pradžią. Išotrinimo patikrinimo skaičiavimas pridėtas priede Nr. 9. Tinkamas tirpalas yra tas, kurio likutinis išotrinimas po mėginio ėmimo periodo yra daugiau nei 25 %.

5. Parametrai

Duomenys išmetamųjų dujų kamine, mėginių ėmimo laikotarpiu pateikti lentelėje Nr. 1:

1 lentelė. Duomenys išmetamųjų dujų kamine.

Parametras	Vidutinė vertė mėginio ėmimo laikotarpiu
Temperatūra, °C	52,81
Slėgis, kPa	100,60
Dujų greitis, m/s	11,04
O ₂ koncentracija, %	7,77
H ₂ O koncentracija, %	18,06

Duomenys mėginių ėmimo sistemoje, mėginių ėmimo laikotarpiu pateikti lentelėje
Nr. 2:

2 lentelė. Duomenys mėginių ėmimo sistemoje.

Parametras	Vidutinė vertė mėginio ėmimo laikotarpiu
Temperatūra, °C	33,03
Mėginio temperatūra, °C	35,16
Slėgis, kPa	96,91
Srautas DX100 sistemoje, l/min	2,88

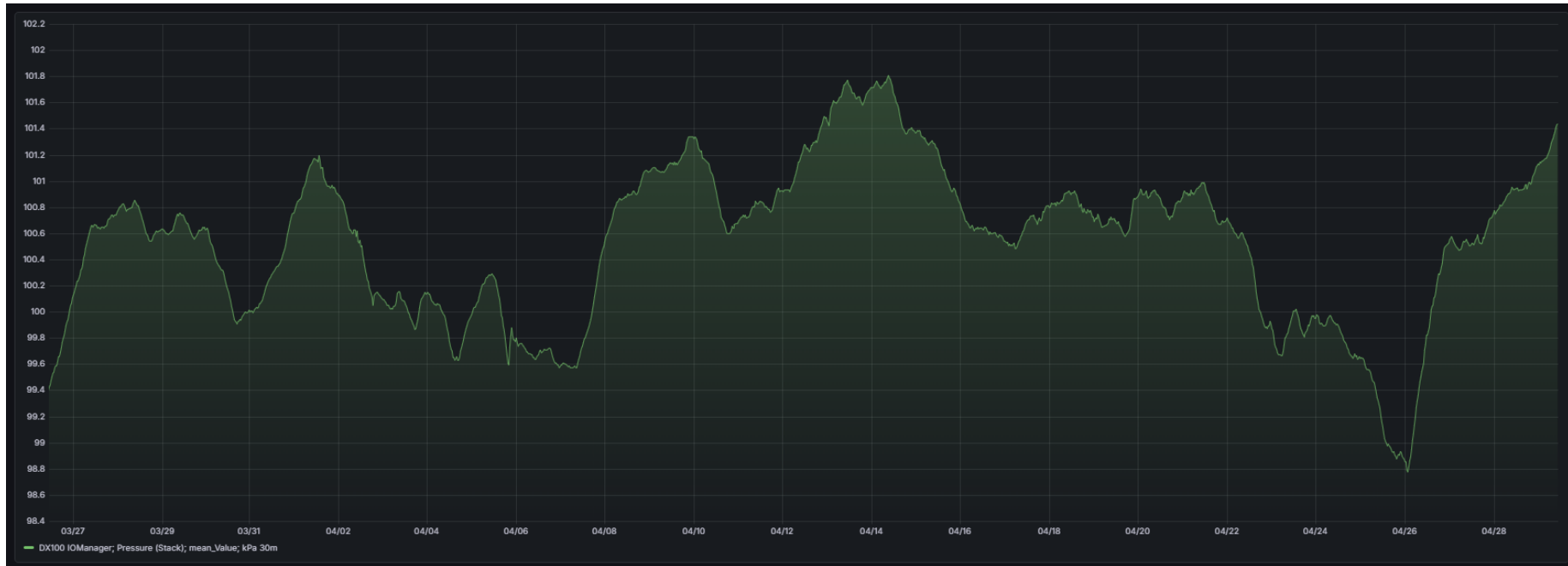
6. Mėginių ėmimo sistemos duomenys mėginio ėmimo laikotarpiu

Dūmų temperatūra kamine mėginių ėmimo laikotarpiu, 30 minučių intervalu, pateikta paveiksle Nr. 3.



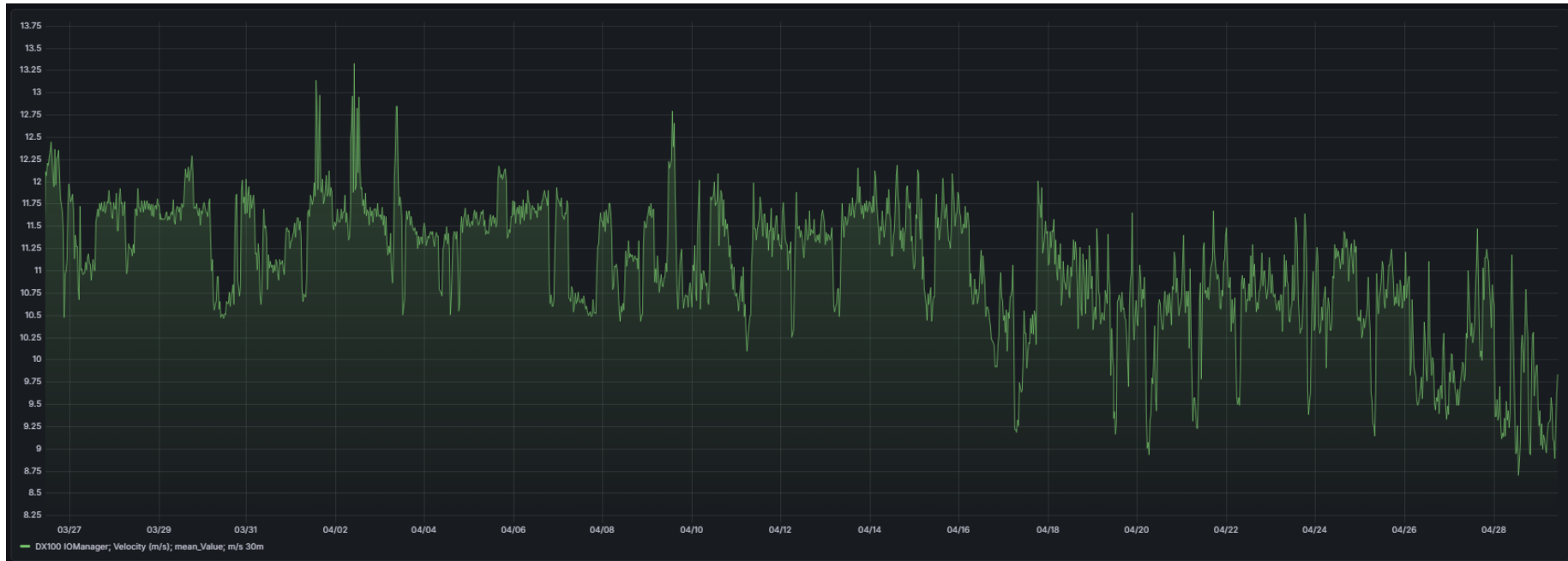
3 pav. Dūmų temperatūra kamine.

Dujų slėgis kamine mėginių ėmimo laikotarpiu, 30 minučių intervalu, pateiktas paveiksle Nr. 4.



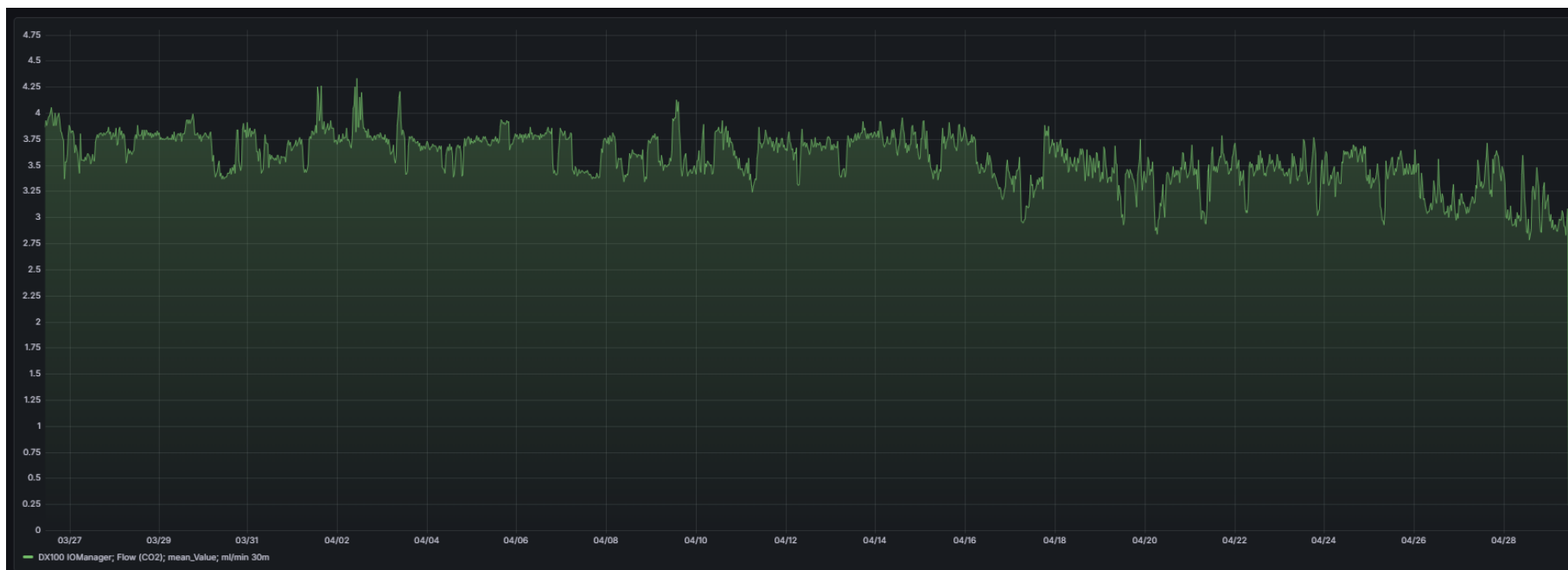
4 pav. Dūmų slėgis kamine, kPa.

Momentinis dūmų srauto greitis kamine mėginių ėmimo laikotarpiu, 30 minučių intervalu, pateiktas paveiksle Nr. 5.



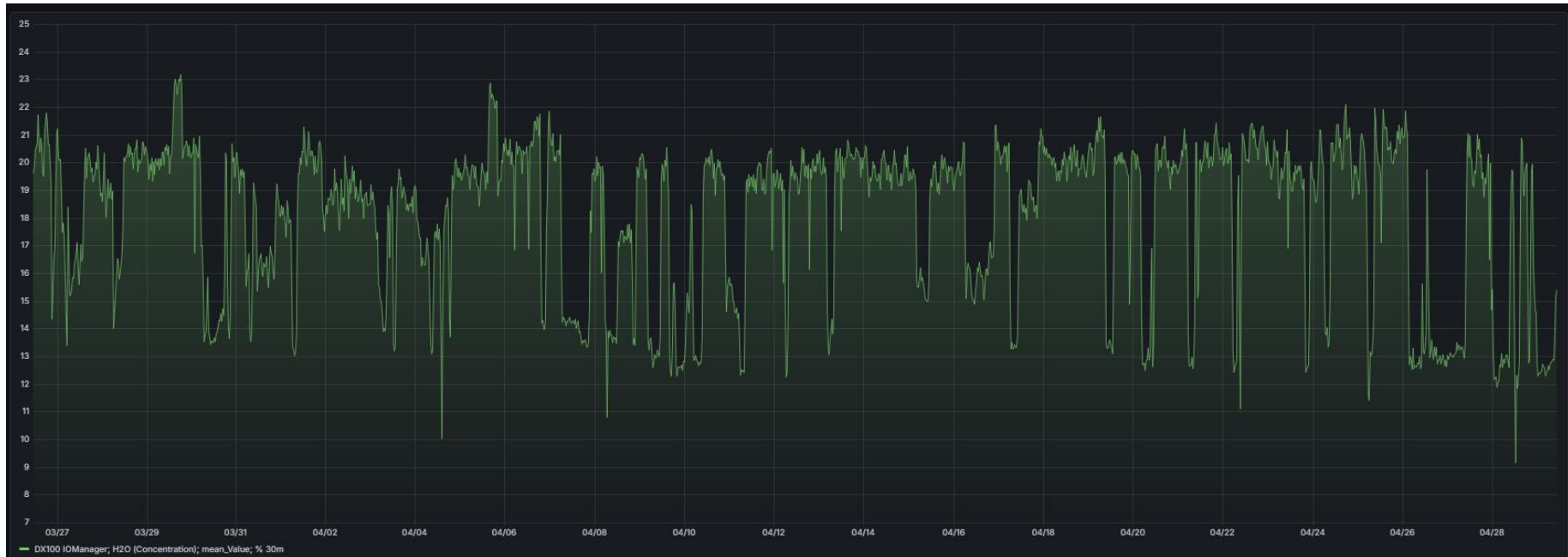
5 pav. Momentinis dūmų srauto greitis, m/s

CO₂ srautas sistemoje mėginių ėmimo laikotarpiu, 30 minučių intervalu, pateiktas paveiksle Nr. 6.



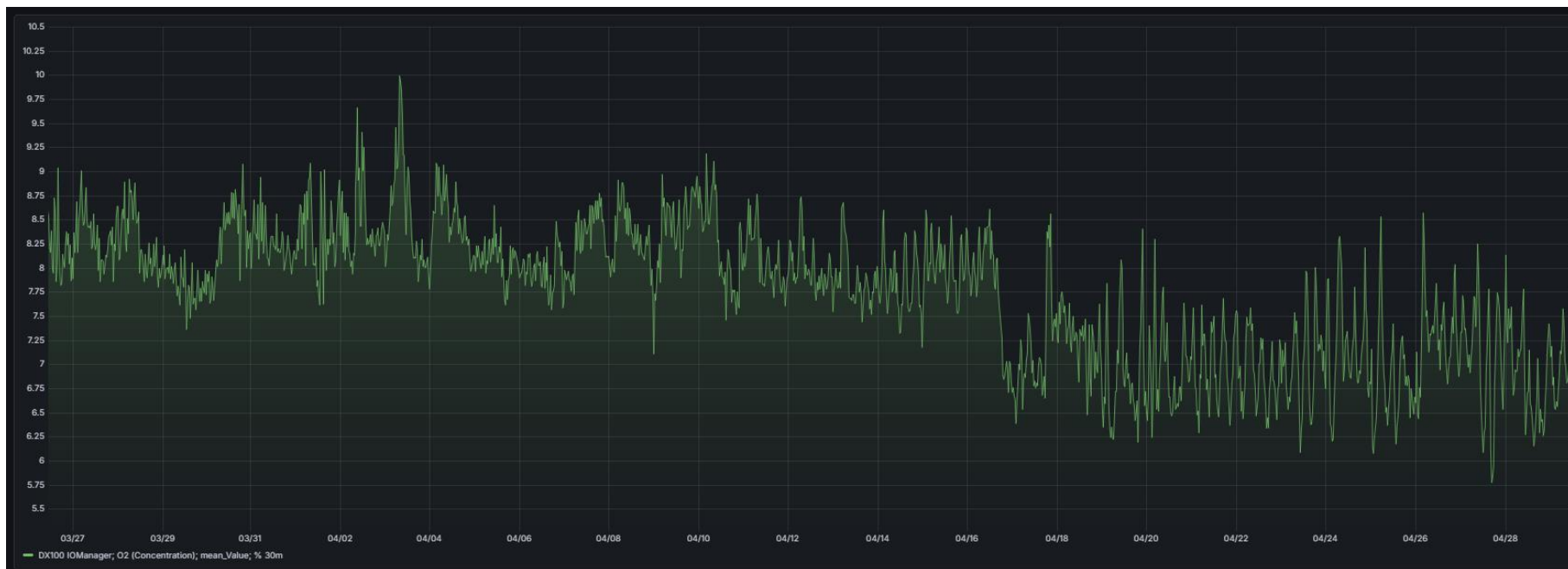
6 pav. CO₂ srautas sistemoje mėginių ėmimo laikotarpiu, ml/min

Vandens garų koncentracija mėginių ėmimo laikotarpiu, 30 minučių intervalu, pateikta paveiksle Nr. 7.



7 pav. Vandens garų koncentracija, %

Deguonies koncentracija dūmuose mėginių ėmimo laikotarpiu, 30 minučių intervalu pateikta paveiksle Nr. 8.



8 pav. Deguonies koncentracija dūmuose, %

7. Rezultatų suvestinė

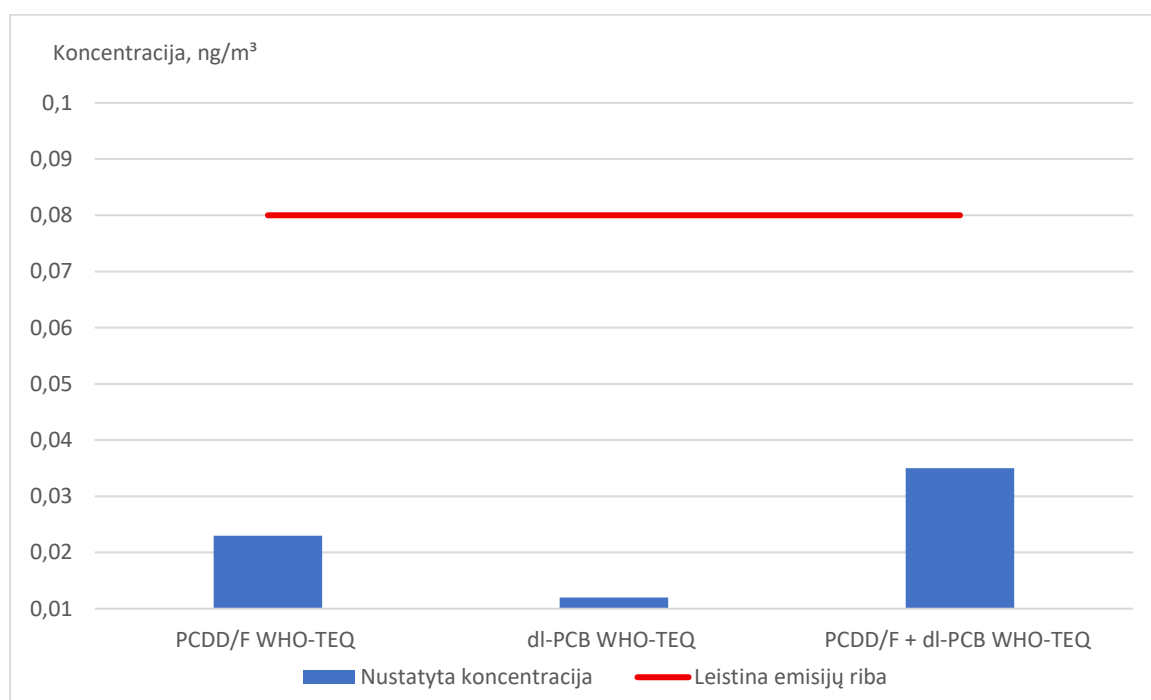
Nepertraukiamas dūmų mėginio ėmimas buvo vykdomas nuo 2026 m. kovo 26 d. 10:57 val. iki 2026 m. balandžio 29 d. 10:40 val.

7.1 Dioksinų, furanų ir dioksinų tipo PCB koncentracija.

Atlikus dūmų emisijų tyrimus, nustatyta, kad polichlorintų dibenzo-p-dioksinų ir dibenzofuranų (PCDD/F) bei dioksinams panašių PCB (dl-PCB) koncentracijos yra labai žemos:

- bendras PCDD/F WHO-TEQ (upper bound): 0,023 ng/Nm³
- dl-PCB WHO-TEQ (upper bound): 0,012 ng/Nm³
- Bendra PCDD/F + dl-PCB WHO-TEQ (upper bound): 0,035 ng/Nm³

Pagal ES Pramoninių išmetimų direktyvą (IED) ir BAT-AEL, leidžiama dioksinų emisijų riba yra: 0,08 ng WHO-TEQ/Nm³

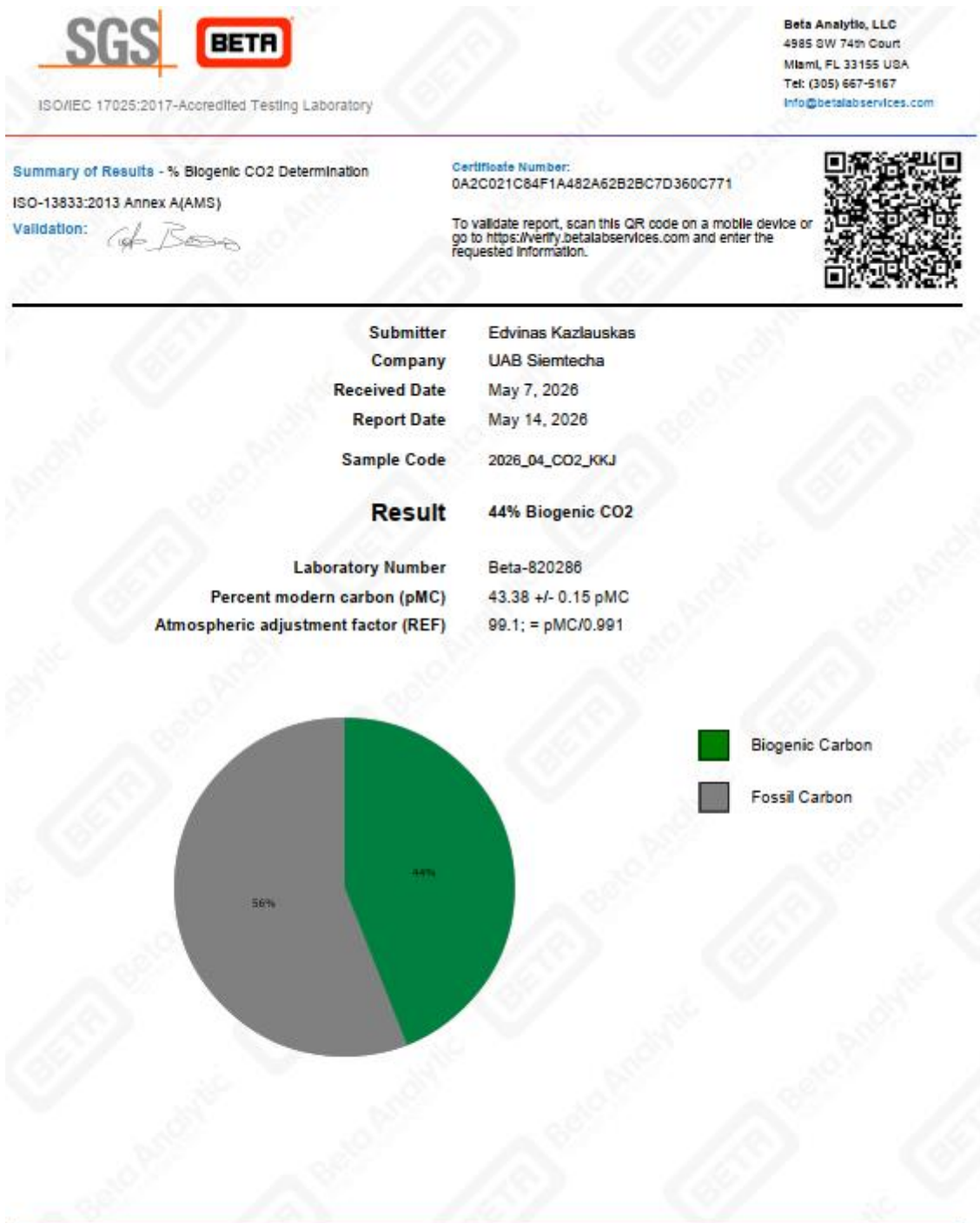


9 pav. Dioksinų, furanų ir dioksinų tipo PCB analizės rezultatai.

Išsamūs išmetamų dioksinų ir furanų koncentracijos analizės rezultatai yra pateikti priede Nr. 10.

7.2 Anglies dioksido biogeninė dalis.

Šarminiame mėginyje nustatyta, jog biogeninės anglies kiekis yra $43,38 \pm 0,15$ pMCpMC, kas reiškia, jog 56% išmetamo CO₂ yra iškastinės kilmės, o 44% biogeninės kilmės. Išsamūs CO₂ biogeninės dalies nustatymo analizės rezultatai pateikti priede Nr. 11.



Precision on the RESULT is cited as +/- 3% (absolute). The cited precision on the analytical measure (pMC) is 1 sigma (1 relative standard deviation). The reported result only applies to the analyzed material. The accuracy of the RESULT relies on the measured carbon in the analyzed material having been in recent equilibrium with CO₂ in the air and/or from fossil carbon (more than 45,000 years old) such as petroleum or coal. The RESULT only applies to relative carbon content, not to relative mass content. The RESULT is calculated by adjusting pMC by the applicable "Atmospheric adjustment factor (REF)" cited in this report.

9 pav. CO₂ biogeninės dalies nustatymo rezultatai

PRIEDAI

- 1 priedas.** DX100 mėginių ėmimo sistemos atitikties sertifikatas
- 2 priedas.** Mėginių ėmimo ciklo pradžios patikrinimo protokolas
- 3 priedas.** ALS Czech Republic, s.r.o. akreditacijos sertifikatas
- 4 priedas.** XAD-2 sorbento paruošimo protokolas
- 5 priedas.** Homogeniškumo tyrimo rezultatai
- 6 priedas.** Rači d o o akreditacijos sertifikatai
- 7 priedas.** BETA Analytic Inc. akreditacijos sertifikatas
- 8 priedas.** NaOH kokybės sertifikatas
- 9 priedas.** Šarminio tirpalo įsotrinimo skaičiavimo protokolas
- 10 priedas.** Dioksinų, furanų ir dioksinų tipo PCB laboratorinės analizės ataskaita
- 11 priedas.** Biogeninio CO₂ nustatymo laboratorinės analizės ataskaita
- 12 priedas.** Siemtecha techninės kompetencijos sertifikatai