

UAB „UTENOS ŠILUMOS TINKLAI“

**TERŠALŲ IŠMETAMŲ Į APLINKOS
ORĄ KIEKIŲ IR RIBINIŲ VERČIŲ
SKAIČIAVIMAI**

OBJEKTAS: Utenos rajoninė katilinė

ADRESAS: Pramonės g. 11, Utena

VILNIUS, 2016

Taršos šaltinis Nr. 001

Po projekto įgyvendinimo per taršos šaltinį Nr.001 galės būti išmetami teršalai:

- iš 4-ių gamtinėmis dujomis (toliau – dujomis) arba skystuoju kuru kūrenamų vandens šildymo katilų „Thermax“ (kurių nominali šiluminė galia 14 MW – dirbant dujomis ir 12 MW – dirbant skystuoju kuru);
- dujomis arba skystuoju kuru kūrenamo garo katilo „Thermax“ (7 MW);
- tik dujomis kūrenamo garo katilo Thermax (10 MW);
- biokuru kūrenamo garo katilo „Polytechnik“ (10,7 MW).

1. Planuojama oro tarša deginant tik dujas

Pirmuoju variantu dirbs dujomis kūrenami dūmavamzdžiai katilai: garo katilas Nr.2 „Thermax“ (10 MW), garo katilas Nr.8 „Thermax“ (7 MW) ir du iš keturių vandens šildymo katilų „Thermax“, kurių galingumas naudojant dujas yra po 14 MW. Bendras katilų galingumas – 45 MW.

Anglies monoksido (CO) kiekis deginant **dujas**:

$$M_{CO} = 0,001 \times C_{CO} \times B \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 8,3725 \times 900 \times (1 - (0,5 / 100)) = 7,498 \text{ t/m}$$

$$m_{CO} = 0,001 \times C_{CO} \times b \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 8,3725 \times 1453,6 \times (1 - (0,5 / 100)) = 12,1094 \text{ g/s}$$

$$C_{CO} = q_3 \times R \times Q_z = 0,5 \times 0,5 \times 33,49 = 8,3725 \text{ kg/ tūkst.m}^3$$

kur: B – metinis kuro sunaudojimas, B = 900 tūkst. m³/metus;

b – maks. momentinis kuro-sunaudojimas, b = 1453,6 l/s;

Q_z – kuro žemutinė degimo šiluma, Q_z = 33,49 MJ/m³;

q₃ – šilumos nuostoliai dėl kuro nepilno cheminio sudegimo, q₃ = 0,35;

q₄ – šilumos nuostoliai dėl kuro nepilno mechaninio sudegimo, q₄ = 0,5;

R – koef., įvertinantis šilumos nuostolius, dėl CO buvimo dujose, R = 0,5.

Azoto oksidų (NO_x) kiekis deginant **dujas**:

$$M_{NO_x} = 0,001 \times B \times Q_z \times K_{NO_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 900 \times 33,49 \times 0,14 \times (1 - 0) = 4,220 \text{ t/m}$$

$$m_{NO_x} = 0,001 \times b \times Q_z \times K_{NO_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 1453,6 \times 33,49 \times 0,14 \times (1 - 0) = 6,8153 \text{ g/s}$$

kur: K_{NO_x} – azoto oksidų kiekis tenkantis 1 GJ šilumos, K_{NO_x} = 0,14 kg/GJ;

β – koef., įvertinantis azoto oksidų sumažėjimą, įdiegus jį mažinančias priemones, β=0.

Anglies dioksido (CO₂) kiekis deginant **dujas**:

$$M_{CO_2} = 0,001 \times B \times Q_z \times T \times O = 0,001 \times 900 \times 33,49 \times 56,9 \times 0,995 = 1706,448 \text{ t/m}$$

kur: Q_z – kuro žemutinė degimo šiluma, Q_z = 33,49 GJ/t;

T – taršos santykinis energetinis faktorius, T = 56,9 kgCO₂/GJ;

O – oksidacijos koeficientas, O = 0,995.

Teršalų ribinės vertės deginant tik dujas

Katilų, kurių teršalai gali būti išleidžiami per taršos šaltinį Nr.001, didžiausia suminė nominali šiluminė galia yra 83,7 MW. Tačiau, vadovaujantis Specialiųjų reikalavimų dideliems kurų deginantiesiems įrenginiams (LR AM 2013-04-10 d. įsakymas Nr. D1-240) 8 punktu: į nurodytą KDI junginių bendrą nominalią šiluminę galią neįskaičiuojama atskirų KDI, kurių nominali šiluminė galia yra mažesnė nei 15 MW, šiluminė galia. Kadangi nei vieno katilo šiluminė galia neviršija 15 MW, tai iš šių katilų išmetamų teršalų ribinės vertės yra nustatomos vadovaujantis

Išmetamų teršalų iš kūrą deginančių įrenginių normomis LAND 43 – 2013 (patvirtintomis LR aplinkos ministro 2013-04-10 d. įsakymu Nr. D1-244):

$$\text{CO} = 400 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$\text{NO}_x = 350 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$\text{KD} = 20 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$\text{SO}_2 = 35 \text{ mg/Nm}^3.$$

2. Vienu metu deginant dujas ir skystąjį kūrą

Antruoju variantu dirbs dujomis kūrenamas dūmavamzdis garo katilas Nr.2 „Thermax“ (10 MW) ir skystuoju kuru kūrenami dūmavamzdžiai katilai: garo katilas Nr.8 „Thermax“ (7 MW) ir du iš keturių vandens šildymo katilų „Thermax“, kurių galingumas naudojant skystąjį kūrą yra po 12 MW. Bendras katilų galingumas – 41 MW.

Anglies monoksido (CO) kiekis deginant **dujas**:

$$M_{\text{CO}} = 0,001 \times C_{\text{CO}} \times B \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 8,3725 \times 900 \times (1 - (0,5 / 100)) = 7,498 \text{ t/m}$$

$$m_{\text{CO}} = 0,001 \times C_{\text{CO}} \times b \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 8,3725 \times 330,3 \times (1 - (0,5 / 100)) = 2,7516 \text{ g/s}$$

Azoto oksidų (NO_x) kiekis deginant **dujas**:

$$M_{\text{NO}_x} = 0,001 \times B \times Q_z \times K_{\text{NO}_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 900 \times 33,49 \times 0,14 \times (1 - 0) = 4,220 \text{ t/m}$$

$$m_{\text{NO}_x} = 0,001 \times b \times Q_z \times K_{\text{NO}_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 330,3 \times 33,49 \times 0,14 \times (1 - 0) = 1,5486 \text{ g/s}$$

Anglies dioksido (CO₂) kiekis deginant **dujas**:

$$M_{\text{CO}_2} = 0,001 \times B \times Q_z \times T \times O = 0,001 \times 900 \times 33,49 \times 56,9 \times 0,995 = 1706,448 \text{ t/m}$$

Anglies monoksido (CO) kiekis deginant **skystąjį kūrą**:

$$M_{\text{CO}} = 0,001 \times C_{\text{CO}} \times B \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 13,0195 \times 1000 \times (1 - (0,5/100)) = 12,954 \text{ t/m}$$

$$m_{\text{CO}} = 0,001 \times C_{\text{CO}} \times b \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 13,0195 \times 863,3 \times (1 - (0,5/100)) = 11,1835 \text{ g/s}$$

$$C_{\text{CO}} = q_3 \times R \times Q_z = 0,5 \times 0,65 \times 40,06 = 13,0195 \text{ kg/t}$$

kur: B – metinis kuro sunaudojimas, B = 1000 t/metus;

b – maks. momentinis kuro-sunaudojimas, b = 863,3 g/s;

Q_z – kuro žemutinė degimo šiluma, Q_z = 40,06 MJ/kg;

q₃ – šilumos nuostoliai dėl kuro nepilno cheminio sudegimo, q₃ = 0,5;

q₄ – šilumos nuostoliai dėl kuro nepilno mechaninio sudegimo, q₄ = 0,5;

R – koef., įvertinantis šilumos nuostolius, dėl CO buvimo dujose, R = 0,65.

Azoto oksidų (NO_x) kiekis deginant **skystąjį kūrą**:

$$M_{\text{NO}_x} = 0,001 \times B \times Q_z \times K_{\text{NO}_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 1000 \times 40,06 \times 0,14 \times (1 - 0) = 5,608 \text{ t/m}$$

$$m_{\text{NO}_x} = 0,001 \times b \times Q_z \times K_{\text{NO}_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 863,3 \times 40,06 \times 0,14 \times (1 - 0) = 4,8417 \text{ g/s}$$

kur: K_{NO_x} – azoto oksidų kiekis tenkantis 1 GJ šilumos, K_{NO_x} = 0,14 kg/GJ;

β – koef., įvertinantis azoto oksidų sumažėjimą, įdiegus jį mažinančias priemones, β=0.

Kietųjų dalelių (KD) kiekis deginant **skystąjį kūrą**:

$$M_{\text{KD}} = B \times A^r \times \chi \times (1 - \eta) = 1000 \times 0,14 \times 0,01 \times (1 - 0) = 1,4 \text{ t/m}$$

$$m_{\text{KD}} = b \times A^r \times \chi \times (1 - \eta) = 863,3 \times 0,14 \times 0,01 \times (1 - 0) = 1,2086 \text{ g/s}$$

kur: A^r – kuro peleningumas, $A^r = 0,14 \%$;
 χ – koeficientas, priklausantis nuo kuro rūšies ir deginimo įrenginio tipo, $\chi = 0,01$;
 η – valymo įrenginių efektyvumas, $\eta = 0$.

Sieros anhidrido (SO_2) kiekis deginant **skystąjį kurą**:

$$M_{\text{SO}_2} = 0,002 \times B \times S^r \times (1 - \eta') \times (1 - \eta'') = 0,02 \times 1000 \times 2,0 \times (1 - 0,02) \times (1 - 0) = 39,2 \text{ t/m}$$

$$m_{\text{SO}_2} = 0,002 \times b \times S^r \times (1 - \eta') \times (1 - \eta'') = 0,02 \times 863,3 \times 2,0 \times (1 - 0,02) \times (1 - 0) = 33,8414 \text{ g/s}$$

kur: S^r – sieros kiekis esantis kure, $S^r = 2,0 \%$;
 η' – sieros oksidų dalis surišama lakiuosiuose pelenuose, $\eta' = 0,02$;
 η'' – sieros oksidų dalis sulaikoma valymo įrengimuose, $\eta'' = 0$.

Vanadžio pentoksido (V_2O_5) kiekis deginant **skystąjį kurą**:

$$M_{\text{V}_2\text{O}_5} = 10^{-6} \times G_{\text{V}_2\text{O}_5} \times B \times (1 - \eta_n) \times (1 - \eta_s) = 10^{-6} \times 159,2 \times 1000 \times (1 - 0,05) \times (1 - 0) = 0,151 \text{ t/m}$$

$$m_{\text{V}_2\text{O}_5} = 10^{-6} \times G_{\text{V}_2\text{O}_5} \times b \times (1 - \eta_n) \times (1 - \eta_s) = 10^{-6} \times 159,2 \times 863,3 \times (1 - 0,05) \times (1 - 0) = 0,1306 \text{ g/s}$$

$$G_{\text{V}_2\text{O}_5} = 95,4 \times S^r - 31,6 = 95,4 \times 2, - 31,6 = 159,2 \text{ g/t}$$

kur: $G_{\text{V}_2\text{O}_5}$ – vanadžio oksidų kiekis kure, $G_{\text{V}_2\text{O}_5} = 159,2 \text{ g/t}$;
 η_n – koef, įvertinantis vanadžio oksidų nuosėdas ant katilų šildymo paviršiaus, $\eta_n = 0,05$;
 η_s – kietųjų dalelių dalis sulaikoma valymo įrengimuose, $\eta_s = 0$.

Anglies dioksido (CO_2) kiekis deginant **skystąjį kurą**:

$$M_{\text{CO}_2} = 0,001 \times B \times Q_z \times T \times O = 0,001 \times 1000 \times 40,06 \times 78 \times 0,995 = 3109,1 \text{ t/m}$$

kur: Q_z – kuro žemutinė degimo šiluma, $Q_z = 40,06 \text{ GJ/t}$;
 T – taršos santykinis energetinis faktorius, $T = 78 \text{ kgCO}_2/\text{GJ}$;
 O – oksidacijos koeficientas, $O = 0,995$.

Bendras išmetamų teršalų kiekis deginant dujas ir skystąjį kurą:

Anglies monoksido (CO):

$$M_{\text{CO}} = 7,498 + 12,954 = 20,452 \text{ t/m};$$

$$m_{\text{CO}} = 2,7516 + 11,1835 = 13,9351 \text{ g/s}.$$

Azoto oksidų (NO_x):

$$M_{\text{NO}_x} = 4,220 + 5,608 = 9,828 \text{ t/m};$$

$$m_{\text{NO}_x} = 1,5486 + 4,8417 = 6,3903 \text{ g/s}$$

Kietųjų dalelių (KD): $M_{\text{KD}} = 1,4 \text{ t/m}$; $m_{\text{KD}} = 1,2086 \text{ g/s}$.

Sieros anhidrido (SO_2): $M_{\text{SO}_2} = 39,2 \text{ t/m}$; $m_{\text{SO}_2} = 33,8414 \text{ g/s}$.

Vanadžio pentoksido (V_2O_5): $M_{\text{V}_2\text{O}_5} = 0,151 \text{ t/m}$; $m_{\text{V}_2\text{O}_5} = 0,1306 \text{ g/s}$;

Anglies dioksido (CO_2): $M_{\text{CO}_2} = 1706,448 + 3109,1 = 4815,548 \text{ t/m}$.

Teršalų ribinės vertės vienu metu deginant dujas ir skystąjį kurą

$$\text{CO} = 400 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$\text{NO}_x = \frac{(10 \times 350) + (12 \times 450) + (12 \times 450) + (7 \times 450)}{41} = 426 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$\text{KD} = \frac{(10 \times 20) + (12 \times 100) + (12 \times 100) + (7 \times 100)}{41} = 81 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$\text{SO}_2 = \frac{(10 \times 35) + (12 \times 1700) + (12 \times 1700) + (7 \times 1700)}{41} = 1294 \text{ mg/Nm}^3.$$

3. Vienu metu deginant tik skystąjį kurą

Trečiuoju variantu dirbs 4-i skystuoju kuru kūrenami vandens šildymo katilai „Thermax“, kurių galingumas naudojant skystąjį kurą yra po 12 MW. Bendras katilų galingumas – 48 MW.

Anglies monoksido (CO) kiekis deginant **skystąjį kurą**:

$$M_{\text{CO}} = 0,001 \times C_{\text{CO}} \times B \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 13,0195 \times 1000 \times (1 - (0,5/100)) = 12,954 \text{ t/m}$$

$$m_{\text{CO}} = 0,001 \times C_{\text{CO}} \times b \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 13,0195 \times 1305 \times (1 - (0,5/100)) = 16,9055 \text{ g/s}$$

Azoto oksidų (NO_x) kiekis deginant **skystąjį kurą**:

$$M_{\text{NO}_x} = 0,001 \times B \times Q_z \times K_{\text{NO}_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 1000 \times 40,06 \times 0,14 \times (1 - 0) = 5,608 \text{ t/m}$$

$$m_{\text{NO}_x} = 0,001 \times b \times Q_z \times K_{\text{NO}_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 1305 \times 40,06 \times 0,14 \times (1 - 0) = 7,319 \text{ g/s}$$

Kietųjų dalelių (KD) kiekis deginant **skystąjį kurą**:

$$M_{\text{KD}} = B \times A^r \times \chi \times (1 - \eta) = 1000 \times 0,14 \times 0,01 \times (1 - 0) = 1,4 \text{ t/m}$$

$$m_{\text{KD}} = b \times A^r \times \chi \times (1 - \eta) = 1305 \times 0,14 \times 0,01 \times (1 - 0) = 1,827 \text{ g/s}$$

Sieros anhidrido (SO₂) kiekis deginant **skystąjį kurą**:

$$M_{\text{SO}_2} = 0,002 \times B \times S^r \times (1 - \eta') \times (1 - \eta'') = 0,02 \times 1000 \times 2,0 \times (1 - 0,02) \times (1 - 0) = 39,2 \text{ t/m}$$

$$m_{\text{SO}_2} = 0,002 \times b \times S^r \times (1 - \eta') \times (1 - \eta'') = 0,02 \times 1305 \times 2,0 \times (1 - 0,02) \times (1 - 0) = 51,156 \text{ g/s}$$

Vanadžio pentoksido (V₂O₅) kiekis deginant **skystąjį kurą**:

$$M_{\text{V}_2\text{O}_5} = 10^{-6} \times G_{\text{V}_2\text{O}_5} \times B \times (1 - \eta_n) \times (1 - \eta_s) = 10^{-6} \times 159,2 \times 1000 \times (1 - 0,05) \times (1 - 0) = 0,151 \text{ t/m}$$

$$m_{\text{V}_2\text{O}_5} = 10^{-6} \times G_{\text{V}_2\text{O}_5} \times b \times (1 - \eta_n) \times (1 - \eta_s) = 10^{-6} \times 159,2 \times 1305 \times (1 - 0,05) \times (1 - 0) = 0,1974 \text{ g/s}$$

Anglies dioksido (CO₂) kiekis deginant **skystąjį kurą**:

$$M_{\text{CO}_2} = 0,001 \times B \times Q_z \times T \times O = 0,001 \times 1000 \times 40,06 \times 78 \times 0,995 = 3109,1 \text{ t/m}$$

Teršalų ribinės vertės deginant tik skystąjį kurą

$$\text{CO} = 400 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$\text{NO}_x = 450 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$\text{KD} = 100 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$\text{SO}_2 = 1700 \text{ mg/Nm}^3.$$

4. Vienu metu deginant biokurą ir skystąjį kurą

Ketvirtuoju variantu dirbs biokuru kūrenamas garo katilas Nr.1 „Polytechnik“ (10,7 MW) ir skystuoju kuru kūrenamas vienas iš keturių vandens šildymo katilų „Thermax“, kurio galingumas naudojant skystąjį kurą yra 12 MW. Bendras katilų galingumas – **22,7 MW**.

Anglies monoksido (CO) kiekis deginant **biokurą**:

$$M_{CO} = 0,001 \times C_{CO} \times B \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 5,3 \times 35000 \times (1 - (4/100)) = 178,08 \text{ t/m}$$

$$m_{CO} = 0,001 \times C_{CO} \times b \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 5,3 \times 1345 \times (1 - (4/100)) = 6,8434 \text{ g/s}$$

$$C_{CO} = q_3 \times R \times Q_z = 0,5 \times 1,0 \times 10,6 = 5,3 \text{ kg/t}$$

kur: B – metinis kuro sunaudojimas, B = 35000 t/metus;

b – maks. momentinis kuro sunaudojimas, b = 1345 g/s;

Q_z – kuro žemutinė degimo šiluma, $Q_z = 10,6 \text{ MJ/kg}$;

q_3 – šilumos nuostoliai dėl kuro nepilno cheminio sudegimo, $q_3 = 0,5$;

q_4 – šilumos nuostoliai dėl kuro nepilno mechaninio sudegimo, $q_4 = 4$;

R – koef., įvertinantis šilumos nuostolius, dėl CO buvimo dujose, R = 1,0.

Azoto oksidų (NO_x) kiekis deginant **biokurą**:

$$M_{NO_x} = 0,001 \times B \times Q_z \times K_{NO_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 35000 \times 10,6 \times 0,23 \times (1 - 0) = 85,330 \text{ t/m}$$

$$m_{NO_x} = 0,001 \times b \times Q_z \times K_{NO_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 1345 \times 10,6 \times 0,23 \times (1 - 0) = 3,2791 \text{ g/s}$$

kur: K_{NO_x} – azoto oksidų kiekis tenkantis 1 GJ šilumos, $K_{NO_x} = 0,23 \text{ kg/GJ}$;

β – koef., įvertinantis azoto oksidų sumažėjimą, įdiegus jį mažinančias priemones, $\beta = 0$.

Kietųjų dalelių (KD) kiekis deginant **biokurą**:

$$M_{KD} = B \times A^r \times \chi \times (1 - \eta) = 35000 \times 2,5 \times 0,0035 \times (1 - 0,84) = 49,0 \text{ t/m}$$

$$m_{KD} = b \times A^r \times \chi \times (1 - \eta) = 1345 \times 2,5 \times 0,0035 \times (1 - 0,84) = 1,883 \text{ g/s}$$

kur: A^r – kuro peleningumas, $A^r = 2,5 \%$;

χ – koeficientas, priklausantis nuo kuro rūšies ir deginimo įrenginio tipo, $\chi = 0,0035$;

η – valymo įrenginių (ciklono) efektyvumas – 84%, $\eta = 0,84$.

Sieros anhidrido (SO₂) kiekis deginant **biokurą**:

$$M_{SO_2} = 0,002 \times B \times S^r \times (1 - \eta') \times (1 - \eta'') = 0,02 \times 35000 \times 0,015 \times (1 - 0) \times (1 - 0) = 10,5 \text{ t/m}$$

$$m_{SO_2} = 0,002 \times b \times S^r \times (1 - \eta') \times (1 - \eta'') = 0,02 \times 1345 \times 0,015 \times (1 - 0) \times (1 - 0) = 0,4035 \text{ g/s}$$

kur: S^r – sieros kiekis esantis kure, $S^r = 0,015 \%$;

η' – sieros oksidų dalis surišama lakiuosiuose pelenuose, $\eta' = 0$;

η'' – sieros oksidų dalis sulaikoma valymo įrengimuose, $\eta'' = 0$.

Anglies dioksido (CO₂) kiekis deginant **biokurą**:

$$M_{CO_2} = 0,001 \times B \times Q_z \times T \times O = 0,001 \times 35000 \times 10,6 \times 0 \times 0,99 = 0 \text{ t/m}$$

kur: Q_z – kuro žemutinė degimo šiluma, $Q_z = 10,6 \text{ GJ/t}$;

T – taršos santykinis energetinis faktorius, T = 0 kgCO₂/GJ;

O – oksidacijos koeficientas, O = 0,99.

Anglies monoksido (CO) kiekis deginant **skystąjį kūrą**:

$$M_{CO} = 0,001 \times C_{CO} \times B \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 13,0195 \times 1000 \times (1 - (0,5/100)) = 12,954 \text{ t/m}$$

$$m_{CO} = 0,001 \times C_{CO} \times b \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 13,0195 \times 346,1 \times (1 - (0,5/100)) = 4,4835 \text{ g/s}$$

Azoto oksidų (NO_x) kiekis deginant **skystąjį kūrą**:

$$M_{NO_x} = 0,001 \times B \times Q_z \times K_{NO_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 1000 \times 40,06 \times 0,14 \times (1 - 0) = 5,608 \text{ t/m}$$

$$m_{NO_x} = 0,001 \times b \times Q_z \times K_{NO_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 346,1 \times 40,06 \times 0,14 \times (1 - 0) = 1,9411 \text{ g/s}$$

Kietųjų dalelių (KD) kiekis deginant **skystąjį kūrą**:

$$M_{KD} = B \times A^r \times \chi \times (1 - \eta) = 1000 \times 0,14 \times 0,01 \times (1 - 0) = 1,4 \text{ t/m}$$

$$m_{KD} = b \times A^r \times \chi \times (1 - \eta) = 346,1 \times 0,14 \times 0,01 \times (1 - 0) = 0,4845 \text{ g/s}$$

Sieros anhidrido (SO₂) kiekis deginant **skystąjį kūrą**:

$$M_{SO_2} = 0,002 \times B \times S^r \times (1 - \eta') \times (1 - \eta'') = 0,02 \times 1000 \times 2,0 \times (1 - 0,02) \times (1 - 0) = 39,2 \text{ t/m}$$

$$m_{SO_2} = 0,002 \times b \times S^r \times (1 - \eta') \times (1 - \eta'') = 0,02 \times 346,1 \times 2,0 \times (1 - 0,02) \times (1 - 0) = 13,5671 \text{ g/s}$$

Vanadžio pentoksido (V₂O₅) kiekis deginant **skystąjį kūrą**:

$$M_{V_2O_5} = 10^{-6} \times G_{V_2O_5} \times B \times (1 - \eta_n) \times (1 - \eta_s) = 10^{-6} \times 159,2 \times 1000 \times (1 - 0,05) \times (1 - 0) = 0,151 \text{ t/m}$$

$$m_{V_2O_5} = 10^{-6} \times G_{V_2O_5} \times b \times (1 - \eta_n) \times (1 - \eta_s) = 10^{-6} \times 159,2 \times 346,1 \times (1 - 0,05) \times (1 - 0) = 0,0523 \text{ g/s}$$

Anglies dioksido (CO₂) kiekis deginant **skystąjį kūrą**:

$$M_{CO_2} = 0,001 \times B \times Q_z \times T \times O = 0,001 \times 1000 \times 40,06 \times 78 \times 0,995 = 3109,1 \text{ t/m}$$

Bendras išmetamų teršalų kiekis deginant biokūrą ir skystąjį kūrą:

Anglies monoksido (CO):

$$M_{CO} = 178,08 + 12,954 = 191,034 \text{ t/m}; m_{CO} = 6,8434 + 4,4835 = 11,3269 \text{ g/s.}$$

Azoto oksidų (NO_x): $M_{NO_x} = 85,330 + 5,608 = 90,938 \text{ t/m}; m_{NO_x} = 3,2791 + 1,9411 = 5,2202 \text{ g/s}$

Kietųjų dalelių (KD): $M_{KD} = 49 + 1,4 = 50,4 \text{ t/m}; m_{KD} = 1,883 + 0,4845 = 2,3675 \text{ g/s.}$

Sieros anhidrido (SO₂): $M_{SO_2} = 10,5 + 39,2 = 49,7 \text{ t/m}; m_{SO_2} = 0,4035 + 13,5671 = 13,9706 \text{ g/s.}$

Vanadžio pentoksido (V₂O₅): $M_{V_2O_5} = 0,151 \text{ t/m}; m_{V_2O_5} = 0,0523 \text{ g/s.}$

Anglies dioksido (CO₂) = 3109,1 t/m.

Teršalų ribinės vertės vienu metu deginant biokūrą ir skystąjį kūrą

$$CO = 1000 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$NO_x = \frac{(10,7 \times 750) + (12 \times 450)}{22,7} = 591 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$KD = \frac{(10,7 \times 300) + (12 \times 100)}{22,7} = 194 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$SO_2 = \frac{(10,7 \times 2000) + (12 \times 1700)}{22,7} = 1841 \text{ mg/Nm}^3.$$

5. Vienu metu deginant biokurą ir dujas

Penktuoju variantu dirbs biokuru kūrenamas garo katilas Nr.1 „Polytechnik“ (10,7 MW) ir dujomis kūrenami dūmavamzdžiai katilai: du iš keturių vandens šildymo katilų „Thermax“, kurių galingumas naudojant dujas yra po 14 MW ir dujinis garo katilas Nr.2 „Thermax“ (10 MW). Bendras katilų galingumas – **48,7 MW**.

Anglies monoksido (CO) kiekis deginant **biokurą**:

$$M_{CO} = 0,001 \times C_{CO} \times B \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 5,3 \times 35000 \times (1 - (4/100)) = 178,08 \text{ t/m}$$

$$m_{CO} = 0,001 \times C_{CO} \times b \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 5,3 \times 1345 \times (1 - (4/100)) = 6,8434 \text{ g/s}$$

Azoto oksidų (NO_x) kiekis deginant **biokurą**:

$$M_{NO_x} = 0,001 \times B \times Q_z \times K_{NO_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 35000 \times 10,6 \times 0,23 \times (1 - 0) = 85,330 \text{ t/m}$$

$$m_{NO_x} = 0,001 \times b \times Q_z \times K_{NO_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 1345 \times 10,6 \times 0,23 \times (1 - 0) = 3,2791 \text{ g/s}$$

Kietųjų dalelių (KD) kiekis deginant **biokurą**:

$$M_{KD} = B \times A^r \times \chi \times (1 - \eta) = 35000 \times 2,5 \times 0,0035 \times (1 - 0,84) = 49,0 \text{ t/m}$$

$$m_{KD} = b \times A^r \times \chi \times (1 - \eta) = 1345 \times 2,5 \times 0,0035 \times (1 - 0,84) = 1,883 \text{ g/s}$$

Sieros anhidrido (SO₂) kiekis deginant **biokurą**:

$$M_{SO_2} = 0,002 \times B \times S^r \times (1 - \eta') \times (1 - \eta'') = 0,02 \times 35000 \times 0,015 \times (1 - 0) \times (1 - 0) = 10,5 \text{ t/m}$$

$$m_{SO_2} = 0,002 \times b \times S^r \times (1 - \eta') \times (1 - \eta'') = 0,02 \times 1345 \times 0,015 \times (1 - 0) \times (1 - 0) = 0,4035 \text{ g/s}$$

Anglies dioksido (CO₂) kiekis deginant **biokurą**:

$$M_{CO_2} = 0 \text{ t/m}$$

Anglies monoksido (CO) kiekis deginant **dujas**:

$$M_{CO} = 0,001 \times C_{CO} \times B \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 8,3725 \times 900 \times (1 - (0,5 / 100)) = 7,498 \text{ t/m}$$

$$m_{CO} = 0,001 \times C_{CO} \times b \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 8,3725 \times 1243 \times (1 - (0,5 / 100)) = 10,3550 \text{ g/s}$$

Azoto oksidų (NO_x) kiekis deginant **dujas**:

$$M_{NO_x} = 0,001 \times B \times Q_z \times K_{NO_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 900 \times 33,49 \times 0,14 \times (1 - 0) = 4,220 \text{ t/m}$$

$$m_{NO_x} = 0,001 \times b \times Q_z \times K_{NO_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 1243 \times 33,49 \times 0,14 \times (1 - 0) = 5,8279 \text{ g/s}$$

Anglies dioksido (CO₂) kiekis deginant **dujas**:

$$M_{CO_2} = 0,001 \times B \times Q_z \times T \times O = 0,001 \times 900 \times 33,49 \times 56,9 \times 0,995 = 1706,448 \text{ t/m}$$

Bendras išmetamų teršalų kiekis deginant biokurą ir dujas:

Anglies monoksido (CO): $M_{CO} = 178,08 + 7,498 = 185,578 \text{ t/m}$; $m_{CO} = 6,8434 + 10,355 = 17,1984 \text{ g/s}$.

Azoto oksidų (NO_x): $M_{NO_x} = 85,330 + 4,22 = 89,55 \text{ t/m}$; $m_{NO_x} = 3,2791 + 5,8279 = 9,107 \text{ g/s}$

Kietųjų dalelių (KD): $M_{KD} = 49 \text{ t/m}$; $m_{KD} = 1,883 \text{ g/s}$.

Sieros anhidrido (SO₂): $M_{SO_2} = 10,5 \text{ t/m}$; $m_{SO_2} = 0,4035 \text{ g/s}$.

Anglies dioksido (CO₂) = 1706,448 t/m.

Teršalų ribinės vertės vienu metu deginant biokurą ir dujas

$$\text{CO} = 1000 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$\text{NO}_x = \frac{(10,7 \times 750) + (14 \times 350) + (14 \times 350) + (10 \times 350)}{48,7} = 438 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$\text{KD} = \frac{(10,7 \times 300) + (14 \times 20) + (14 \times 20) + (10 \times 20)}{48,7} = 82 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$\text{SO}_2 = \frac{(10,7 \times 2000) + (14 \times 35) + (14 \times 35) + (10 \times 35)}{48,7} = 467 \text{ mg/Nm}^3.$$

6. Vienu metu naudojant biokurą, dujas ir skystąjį kurą

Šeštuoju variantu dirbs biokuru kūrenamas garo katilas Nr.1 „Polytechnik“ (10,7 MW), dujomis kūrenamas garo katilas Nr.2 „Thermax“ (10 MW) ir du iš keturių skystuoju kuru kūrenami vandens šildymo katilai „Thermax“, kurių galingumas naudojant skystąjį kurą yra po 12 MW. Bendras katilų galingumas – 44,7 MW.

Anglies monoksido (CO) kiekis deginant **biokurą**:

$$M_{\text{CO}} = 0,001 \times C_{\text{CO}} \times B \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 5,3 \times 35000 \times (1 - (4/100)) = 178,08 \text{ t/m}$$

$$m_{\text{CO}} = 0,001 \times C_{\text{CO}} \times b \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 5,3 \times 1345 \times (1 - (4/100)) = 6,8434 \text{ g/s}$$

Azoto oksidų (NO_x) kiekis deginant **biokurą**:

$$M_{\text{NO}_x} = 0,001 \times B \times Q_z \times K_{\text{NO}_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 35000 \times 10,6 \times 0,23 \times (1 - 0) = 85,330 \text{ t/m}$$

$$m_{\text{NO}_x} = 0,001 \times b \times Q_z \times K_{\text{NO}_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 1345 \times 10,6 \times 0,23 \times (1 - 0) = 3,2791 \text{ g/s}$$

Kietųjų dalelių (KD) kiekis deginant **biokurą**:

$$M_{\text{KD}} = B \times A^f \times \chi \times (1 - \eta) = 35000 \times 2,5 \times 0,0035 \times (1 - 0,84) = 49,0 \text{ t/m}$$

$$m_{\text{KD}} = b \times A^f \times \chi \times (1 - \eta) = 1345 \times 2,5 \times 0,0035 \times (1 - 0,84) = 1,883 \text{ g/s}$$

Sieros anhidrido (SO₂) kiekis deginant **biokurą**:

$$M_{\text{SO}_2} = 0,002 \times B \times S^f \times (1 - \eta') \times (1 - \eta'') = 0,02 \times 35000 \times 0,015 \times (1 - 0) \times (1 - 0) = 10,5 \text{ t/m}$$

$$m_{\text{SO}_2} = 0,002 \times b \times S^f \times (1 - \eta') \times (1 - \eta'') = 0,02 \times 1345 \times 0,015 \times (1 - 0) \times (1 - 0) = 0,4035 \text{ g/s}$$

Anglies dioksido (CO₂) kiekis deginant **biokurą**:

$$M_{\text{CO}_2} = 0 \text{ t/m}$$

Anglies monoksido (CO) kiekis deginant **dujas**:

$$M_{\text{CO}} = 0,001 \times C_{\text{CO}} \times B \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 8,3725 \times 900 \times (1 - (0,5 / 100)) = 7,498 \text{ t/m}$$

$$m_{\text{CO}} = 0,001 \times C_{\text{CO}} \times b \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 8,3725 \times 330,3 \times (1 - (0,5 / 100)) = 2,7516 \text{ g/s}$$

Azoto oksidų (NO_x) kiekis deginant **dujas**:

$$M_{\text{NO}_x} = 0,001 \times B \times Q_z \times K_{\text{NO}_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 900 \times 33,49 \times 0,14 \times (1 - 0) = 4,220 \text{ t/m}$$

$$m_{\text{NO}_x} = 0,001 \times b \times Q_z \times K_{\text{NO}_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 330,3 \times 33,49 \times 0,14 \times (1 - 0) = 1,5486 \text{ g/s}$$

Anglies dioksido (CO₂) kiekis deginant **dujas**:

$$M_{CO_2} = 0,001 \times B \times Q_z \times T \times O = 0,001 \times 900 \times 33,49 \times 56,9 \times 0,995 = 1706,448 \text{ t/m}$$

Anglies monoksido (CO) kiekis deginant **skystąjį kurą**:

$$M_{CO} = 0,001 \times C_{CO} \times B \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 13,0195 \times 1000 \times (1 - (0,5/100)) = 12,954 \text{ t/m}$$

$$m_{CO} = 0,001 \times C_{CO} \times b \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 13,0195 \times 668,9 \times (1 - (0,5/100)) = 8,6652 \text{ g/s}$$

Azoto oksidų (NO_x) kiekis deginant **skystąjį kurą**:

$$M_{NO_x} = 0,001 \times B \times Q_z \times K_{NO_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 1000 \times 40,06 \times 0,14 \times (1 - 0) = 5,608 \text{ t/m}$$

$$m_{NO_x} = 0,001 \times b \times Q_z \times K_{NO_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 668,9 \times 40,06 \times 0,14 \times (1 - 0) = 3,7515 \text{ g/s}$$

Kietųjų dalelių (KD) kiekis deginant **skystąjį kurą**:

$$M_{KD} = B \times A^r \times \chi \times (1 - \eta) = 1000 \times 0,14 \times 0,01 \times (1 - 0) = 1,4 \text{ t/m}$$

$$m_{KD} = b \times A^r \times \chi \times (1 - \eta) = 668,9 \times 0,14 \times 0,01 \times (1 - 0) = 0,9365 \text{ g/s}$$

Sieros anhidrido (SO₂) kiekis deginant **skystąjį kurą**:

$$M_{SO_2} = 0,002 \times B \times S^f \times (1 - \eta') \times (1 - \eta'') = 0,02 \times 1000 \times 2,0 \times (1 - 0,02) \times (1 - 0) = 39,2 \text{ t/m}$$

$$m_{SO_2} = 0,002 \times b \times S^f \times (1 - \eta') \times (1 - \eta'') = 0,02 \times 668,9 \times 2,0 \times (1 - 0,02) \times (1 - 0) = 26,2209 \text{ g/s}$$

Vanadžio pentoksido (V₂O₅) kiekis deginant **skystąjį kurą**:

$$M_{V_2O_5} = 10^{-6} \times G_{V_2O_5} \times B \times (1 - \eta_n) \times (1 - \eta_s) = 10^{-6} \times 159,2 \times 1000 \times (1 - 0,05) \times (1 - 0) = 0,151 \text{ t/m}$$

$$m_{V_2O_5} = 10^{-6} \times G_{V_2O_5} \times b \times (1 - \eta_n) \times (1 - \eta_s) = 10^{-6} \times 159,2 \times 668,9 \times (1 - 0,05) \times (1 - 0) = 0,1012 \text{ g/s}$$

Anglies dioksido (CO₂) kiekis deginant **skystąjį kurą**:

$$M_{CO_2} = 0,001 \times B \times Q_z \times T \times O = 0,001 \times 1000 \times 40,06 \times 78 \times 0,995 = 3109,1 \text{ t/m}$$

Bendras išmetamų teršalų kiekis deginant biokurą, dujas ir skystąjį kurą:

Anglies monoksido (CO):

$$M_{CO} = 178,08 + 7,498 + 12,954 = 198,532 \text{ t/m}; m_{CO} = 6,8434 + 2,7516 + 8,6652 = 18,2602 \text{ g/s.}$$

Azoto oksidų (NO_x):

$$M_{NO_x} = 85,330 + 4,22 + 5,608 = 95,158 \text{ t/m}; m_{NO_x} = 3,2791 + 1,5486 + 3,7515 = 8,5792 \text{ g/s.}$$

Kietųjų dalelių (KD): $M_{KD} = 49 + 1,4 = 50,4 \text{ t/m}; m_{KD} = 1,883 + 0,9365 = 2,8195 \text{ g/s.}$

Sieros anhidrido (SO₂): $M_{SO_2} = 10,5 + 39,2 = 49,7 \text{ t/m}; m_{SO_2} = 0,4035 + 26,2209 = 26,6244 \text{ g/s.}$

Vanadžio pentoksido (V₂O₅): $M_{V_2O_5} = 0,151 \text{ t/m}; m_{V_2O_5} = 0,1012 \text{ g/s.}$

Anglies dioksido (CO₂) = $1706,448 + 3109,1 = 4815,548 \text{ t/m.}$

Teršalų ribinės vertės vienu metu naudojant biokurą, dujas ir skystąjį kurą

$$CO = 1000 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$NO_x = (10,7 \times 750) + (10 \times 350) + (12 \times 450) + (12 \times 450) / 44,7 = 499 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$KD = (10,7 \times 300) + (10 \times 20) + (12 \times 100) + (12 \times 100) / 44,7 = 130 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$SO_2 = (10,7 \times 2000) + (10 \times 35) + (12 \times 1700) + (12 \times 1700) / 44,7 = 1399 \text{ mg/Nm}^3.$$

Taršos šaltinis Nr. 015

Biokuru kūrenamas dūmavamzdis garo katilas Nr.1 „Polytechnik“ (10,7 MW), kuomet šio katilo teršalai išleidžiami per taršos šaltinį Nr.015.

Anglies monoksido (CO) kiekis:

$$M_{CO} = 0,001 \times C_{CO} \times B \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 5,3 \times 35000 \times (1 - (4/100)) = 178,08 \text{ t/m}$$

$$m_{CO} = 0,001 \times C_{CO} \times b \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 5,3 \times 1345 \times (1 - (4/100)) = 6,8434 \text{ g/s}$$

Azoto oksidų (NO_x) kiekis:

$$M_{NO_x} = 0,001 \times B \times Q_z \times K_{NO_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 35000 \times 10,6 \times 0,23 \times (1 - 0) = 85,33 \text{ t/m}$$

$$m_{NO_x} = 0,001 \times b \times Q_z \times K_{NO_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 1345 \times 10,6 \times 0,23 \times (1 - 0) = 3,2791 \text{ g/s}$$

Kietųjų dalelių (KD) kiekis:

$$M_{KD} = B \times A^r \times \chi \times (1 - \eta_1) \times (1 - \eta_2) = 35000 \times 2,5 \times 0,0035 \times (1 - 0,84) \times (1 - 0,7) = 14,7 \text{ t/m}$$

$$m_{KD} = b \times A^r \times \chi \times (1 - \eta_1) \times (1 - \eta_2) = 1345 \times 2,5 \times 0,0035 \times (1 - 0,84) \times (1 - 0,7) = 0,5649 \text{ g/s}$$

kur: η – valymo įrenginių efektyvumas, ciklono – 84%, kondensacinio ekonomaizerio – 70%.

Sieros anhidrido (SO₂) kiekis:

$$M_{SO_2} = 0,002 \times B \times S^r \times (1 - \eta') \times (1 - \eta'') = 0,02 \times 35000 \times 0,015 \times (1 - 0) \times (1 - 0) = 10,5 \text{ t/m}$$

$$m_{SO_2} = 0,002 \times b \times S^r \times (1 - \eta') \times (1 - \eta'') = 0,02 \times 1345 \times 0,015 \times (1 - 0) \times (1 - 0) = 0,4035 \text{ g/s}$$

Anglies dioksido (CO₂) kiekis:

$$M_{CO_2} = 0 \text{ t/m}$$

Teršalų ribinės vertės

$$CO = 4000 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$NO_x = 750 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$KD = 400 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$SO_2 = 2000 \text{ mg/Nm}^3.$$

Taršos šaltinis Nr. 017

Biokuru kūrenami katilai: dūmavamzdis garo katilas Nr.3 „Danstoker“ (8,5 MW), garo katilas Nr.7 DE-25/14 (8 MW), dūmavamzdis vandens šildymo katilas Nr.9 VLB-8000 (8 MW). Bendras katilų galingumas – **24,5 MW**.

Anglies monoksido (CO) kiekis:

$$M_{CO} = 0,001 \times C_{CO} \times B \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 5,3 \times 35000 \times (1 - (4/100)) = 178,08 \text{ t/m}$$

$$m_{CO} = 0,001 \times C_{CO} \times b \times (1 - (q_4 / 100)) = 0,001 \times 5,3 \times 2772,2 \times (1 - (4/100)) = 14,1050 \text{ g/s}$$

Azoto oksidų (NO_x) kiekis:

$$M_{NO_x} = 0,001 \times B \times Q_z \times K_{NO_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 35000 \times 10,6 \times 0,215 \times (1 - 0) = 79,765 \text{ t/m}$$

$$m_{NO_x} = 0,001 \times b \times Q_z \times K_{NO_x} \times (1 - \beta) = 0,001 \times 2772,2 \times 10,6 \times 0,215 \times (1 - 0) = 6,3178 \text{ g/s}$$

Kietųjų dalelių (KD) kiekis:

$$M_{KD} = B \times A^r \times \chi \times (1 - \eta_1) \times (1 - \eta_2) = 35000 \times 2,5 \times 0,0035 \times (1 - 0,81) \times (1 - 0,75) = 14,547 \text{ t/m}$$

$$m_{KD} = b \times A^r \times \chi \times (1 - \eta_1) \times (1 - \eta_2) = 2772,2 \times 2,5 \times 0,0035 \times (1 - 0,81) \times (1 - 0,75) = 1,1522 \text{ g/s}$$

kur: η – valymo įrenginių efektyvumas, ciklono – 81%, kondensacinio ekonomaizerio – 75%.

Sieros anhidrido (SO₂) kiekis:

$$M_{SO_2} = 0,002 \times B \times S^f \times (1 - \eta') \times (1 - \eta'') = 0,02 \times 35000 \times 0,015 \times (1 - 0) \times (1 - 0) = 10,5 \text{ t/m}$$

$$m_{SO_2} = 0,002 \times b \times S^f \times (1 - \eta') \times (1 - \eta'') = 0,02 \times 2772,2 \times 0,015 \times (1 - 0) \times (1 - 0) = 0,8317 \text{ g/s}$$

Anglies dioksido (CO₂) kiekis:

$$M_{CO_2} = 0 \text{ t/m}$$

Teršalų ribinės vertės

$$CO = 1000 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$NO_x = 750 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$KD = 300 \text{ mg/Nm}^3;$$

$$SO_2 = 2000 \text{ mg/Nm}^3.$$