Nacionalinės iš kurą deginančių įrenginių į aplinkos orą išmetamų teršalų kiekio apskaitos metodikos parengimas mokslo taikomojo tyrimo pagrindu

Darbą atliko:

Dr. Kęstutis Buinevičius

2025

Turinys

1.Teršalų kiekio iš kurą deginančių įrenginių metodikos ir jų analizė 3
1.1 Tarybinės metodikos..... 3
1.2 Pagal galiojančias išmetamų teršalų koncentracijų dūmuose normas..... 4
1.3 Pagal JAV metodiką AP-42 5
1.4 JAV Aplinkos apsaugos agentūra metodika..... 5
1.5 EMEP/EEA Guidebook metodika.....6
2. Naudojamų emisijų skaičiavimo metodikų trūkumai 9
3. Skaičiavimas pagal faktines išmatuotas teršalų koncentracijas..... 23
3.1 Kuro rūšys ir sudėtis..... 23
3.2 Skaičiavimų metodika 31
3.3 Nacionaliniu mastu į aplinkos orą išmetamų teršalų kiekio ir emisijos faktorių apskaičiavimo metodai..... 35
Literatūra 39
Priedas 1. Instrukcija skaičiuoklės vartotojui 42
Priedas 2. Skaičiuoklės tekstas.....58-108

1. Iš kurą deginančių įrenginių į aplinkos orą išmetamų teršalų kiekio apskaičiavimo metodikos ir jų analizė.

Aplinkos ministro patvirtintame metodikų sąraše yra įtrauktos kelios metodikos , skirtos apskaičiuoti iš kurą deginančių įrenginių į aplinkos orą išmestą teršalų kiekį ir emisijos faktorius i [1]. Šiame skyriuje pateikiama metodikų sąraše įtrauktų ir kitų, plačiai užsienyje taikomų emisijos faktorių ir oro teršalų kiekio apskaičiavimo principų analizė, nustatomos jų privalūmai ir trūkumai, įvertinamos galimybės ir tikslingumas jas taikyti Lietuvos sąlygomis.

1.1 Tarybinės metodikos

Lietuvoje ilgą laiką buvo naudojama vadinamoji „Leningrado metodika“ [2,3], kuri rengta 1978 - 1986 m. laikotaroiu. Šioje metodikoje pateikiama teršalų kiekio (teršalų masinio srauto su dūmais, išreiškiamas g/s) nustatymo tvarka, pagal kurią apskaičiuojamas per metus į aplinkos orą išmestas teršalų kiekis.

Šioje metodikoje išmetamo iš kurą deginančių įrenginių teršalų kiekio apskaičiavimo metodai pagrįsti skirtingais principais:

NOx skaičiavimai. Pagrįsta praktiniais koncentracijos matavimais realių katilų išmetamosiose dūmuose. Pagal matavimo duomenis buvo sudarytos empirinės formulės, kurios įvertina katilo našumą (t/val. garo katilams, arba GJ/val. vandens šildymo katilams), azoto kiekį kure, NOx mažinimo priemonių naudojimą (pvz. dūmų recirkuliavimą dujinio / skystojo kuro katile). Kadangi NOx emisijos skaičiavimas buvo pagrįstas apytiksliai 1970-1982 m. laikotarpiu realiai išmatuotomis koncentracijomis, dabartinėmis sąlygomis, po intensyvios katilų ir degiklių kaitos bei esamų įrenginių modernizavimo bandos, reali NOx emisijų situacija reikšmingai pakito. . Be to, pradėti masiškai naudoti smulkintos medienos kuro katilai, kurie šioje metodikoje nebuvo įvertinti.

SO_2 skaičiavimas. Skaičiavimas pagrįstas teoriniu principu, kad visa kure esanti siera oksiduojama iki sieros dioksido (SO_2) ir jo dalis susijungia su kietosiomis dalelėmis, kurių dalis sugaudomos kietųjų dalelių filtruose. Toks SO_2 skaičiavimo būdas buvo laikomas logišku ir pagrįstu. Tačiau naujausi moksliniai tyrimai, atlikti Kauno technologijos universitete [4], parodė, kad, bent jau biomasės kuro naudojimo atvejais, su dūmais išmetama tik 15-40% teoriškai apskaičiuoto SO_2 kiekio, nes didžioji sieros dalis yra surišama kietuose junginiuose ir lieka katile arba sugaudoma kietųjų dalelių filtrais.

CO skaičiavimas. Skaičiavimo pagrindas – kuro sudegimo kokybės įvertinimas pagal CO susidarymo kriterijų, išreiškiamą kaip kuro nuostoliai dėl nepilno cheminio sudegimo q_3 , kuris nustatomas pagal dūmuose išmatuotą CO koncentraciją. Kadangi tuo metu nebuvo paprastų priemonių CO koncentracijai dūmuose nustatyti, metodikoje buvo naudojami fiksuoti CO emisijų dydžiai, , priklausantys tik nuo naudojamo kuro rūšies, o „mažiems“ katilams (mažesnio nei 30 t/val. našumo) – papildomai nuo deginimo būdo. Tačiau tai, kas XX a. septintajame-aštuntajame dešimtmetyje buvo laikoma normalia degimo kokybe, šiandien būtų vertinama kaip prasta degimo

kokybė. Todėl šiuolaikinių katilų CO emisijos ženkliai mažesnės nei apskaičiuojamos pagal šią metodiką.

Kietųjų dalelių (KD) skaičiavimas. Metodika įvertina iš katilo su dūmais išnešamą pelenų dalį. KD kiekio skaičiavimas pagrįstas kuro peleningumu ir nuostoliais dėl nepilno mechaninio kuro sudegimo q_4, nustatomais išmatavus KD koncentraciją ir įvertinus jų degiąją dalį. Teorinio skaičiavimo koeficientai apibrėžti tik mazutui, o kitioms kuro rūšims gali būti taikomos katilų projektavimo norminės vertės. „Mažiems“ katilams pateikiamos rekomendacijos dėl priimtinų verčių pagal kuro rūšį (pvz. pateikiami dydžiai 13 rūšių akmens anglies), o mazutui, durpėms ir malkoms – po vieną konkrečią koeficientų reikšmę, neatsižvelgiant į deginimo būdą ar kuro charakteristikas.

2003 m. V. Revoldo disertacijoje (vad. prof. G. Denafas) buvo atlikta analizė, kiek skaičiavimas pagal „Leningrado“ metodikas atitinka realias koncentracijas. Nustatyta, kad skaičiavimo rezultatai gali ženkliai nukrypti nuo faktinių koncentracijų, ypač CO, KD.
KTU yra atlikę daug susijusių skaičiavimų [6, 7] ir jų rezultatai paprastai neatitinka faktinių koncentracijų ir emisijų. Pati metodika nepakankamai tiksli, nes:

- Įvertina per mažai faktorių, neaiškūs koeficientų parinkimo kriterijai;
- Medienos kurui metodika taikoma tik mažiems katilams;
- Ypatingai dideli skirtumai gali atsirasti CO emisijų skaičiavimuose.

Metodikos įvertinimas:

+ paprasta apskaičiuotiir patikrinti

- realiomis sąlygomis iš katilinių išmetamų teršalų koncentracijos gali būti ženkliai mažesnės;
- metinėse ataskaitose už per metus į aplinkos orą išmestą teršalų kiekį pateikiami rezultatai yra didesni nei realiai išmetama.

1.2. Pagal galiojančias išmetamų teršalų koncentracijų dūmuose normas.

Teršalų metines emisijos ir emisijų faktorių reikšmės gali būti skaičiuojamos pagal norminiuose dokumentuose nustatytas ribines teršalų koncentracijas. Šios koncentracijos taikomos:

- 120 kW ir didesnės, bet mažesnės kaip 1 MW vardinės šiluminės galios kurą deginantiems įrenginiams – pagal LAND 43-2013 normas [20];
- 1 MW ir didesnės, bet mažesnės kaip 50 MW vardinės šiluminės galios vidutiniams kurą deginantiems (VDĮ) įrenginiams – pagal LAND 43-2013 normas, Išmetamų teršalų iš vidutinių kurą deginančių įrenginių normas (įgyvendina Direktyvą (ES) 2015/2193) [20, 21, 22];
- 50 MW ir didesnės vardinės šiluminės galios kurą deginantiems įrenginiams (DDĮ) įrenginiams – pagal Specialius reikalavimus dideliems kurą deginantiems įrenginiams [23,24].

Skaičiuojant išmetamą teršalų kiekį šiuo metodu laikoma, kad taikomos normos praktikoje neviršijamos. Apskaičiuojant teršalų emisijas pagal rribines teršalų koncentracijas, būtina žinoti sausų dūmų tūrį norminėmis sąlygomis, kad būtų galima perskaičiuoti koncentracijas į masinį

teršalų kiekį (g/s arba t/metus). Šioje vietoje galimos interpretacijos, todėl skaičiavimo rezultatai gali skirtis.

Seniems katilams (iki VDĮ įsigaliojimo) šis metodas sąlygoja ženkliai padidintas NOx emisijų vertes, nes realios išmatuotos NOx koncentracijos paprastai būna beveik dvigubai mažesnės už ribines vertes (realios išmatuotos siekia 250-450 mg/m^3, kai ribinė vertė medienos kurui – 650 mg/m^3). KD atveju situacija dažnai yra priešinga – realios KD koncentracijos vertės gali viršyti ribines, nes plačiai multiciklonai dažnai nepakankamai efektyvūs ar netinkamai prižiūrimi.

Dėl šių priežasčių šį metodas nėra tiksliausias, tačiau vis tiek gali būti tikslesnis nei „Leningrado“ metodika paremti skaičiavimai.

1.3. Pagal JAV metodiką AP-42

Išmetamųjų teršalų emisijų faktorius (EF) – tai reprezentatyvi vertė, siejanti į aplinkos orą išleidžiamo teršalo kiekį su veikla. Paprastai EF išreiškiamas kaip teršalo masė, tenkanti kuro išskirtos šilumos vienetui (pvz., kietųjų dalelių gramai, tenkantys vienam megadžauliui arba vienai megagramai sudegintos akmens anglies). Emisijos faktoriai leidžia paprasčiau įvertintiįvairių oro taršos šaltinių išmetamųjų teršalų kiekius. Daugeliu atvejų šie faktoriai yra visų prieinamų matavimų duomenų vidurkiai ir laikomi reprezentatyviais ilgalaikiais duomenimis visiems tos pačios kategorijos įrenginiams.

Bendroji išmetamųjų teršalų kiekio apskaičiavimo lygtis:

$$\mathbf{E = A \cdot EF \cdot (1-ER/100)},$$

Čia:
E – emisija
A – efektyvumo koef. (pagal metodikoje pateiktas lenteles pagal teršalą ir įrenginį);
EF– emisijos faktorius;
ER – emisijų mažinimo koeficientas, % .

Vertinant ilgalaikio laikotarpio (pvz., vienerių metų) į aplinkos orą išmetamųjų teršalų kiekį, atsižvelgiama į kurą deginančio įrenginio ir išmetamų dujų valymo efektyvumo procesų sutrikimo laikotarpius (pvz., paleidimas, išjungimas ar gedimas).

Emisijos faktoriai gali būti tinkami naudoti įvairiose situacijose, pavyzdžiui, atliekant konkrečiam šaltiniui būdingus išmetamųjų teršalų kiekio įvertinimus, ar tam tikro regiono išmetamų oro teršalų apskaitą. Ši apskaita turi ne vieną tikslą, – aplinkos oro teršalų sklaidos modeliavimą ir analizę, kontrolės strategijos kūrimą ir šaltinių atranką tyrimams.

Teršalų emisijų skaičiavimai pagal šią metodiką paremti vidutiniais emisijų dydžiais iš didelės apimties tą pačią kurą rūšį deginančių įrenginių grupės.

1.4 JAV Aplinkos apsaugos agentūros metodika

Skaičiavimams supaprastinti EPA (JAV Aplinkos apsaugos agentūra) yra parengusi ir savo interneto puslapyje paviešinusi skaičiavimo skaičiuoklę (Interneto adresas:

https://www.combustionportal.org/calculator.php). Ši skaičiuoklė paremta AP-42 metodiniais skaičiavimais ir sudaro galimybę naudotojams pasirinkti kurą deginančio įrenginio tipą ir kuro rūšį, siekiant apskaičiuoti iš atitinkamo kurą deginančio įrenginio išmetamą teršalų kiekį:



Pav.1. EPA pateikiama skaičiuoklė emisijų skaičiavimui. Dešinėje – pasirinkus medienos kurą, siūloma rinktis kurą deginančio įrenginio tipą – krosnį, židinį, atvirą ugnį, šildymo katilą.

EPA skaičiuoklė neapima visų galimų kuro rūšių ir deginimo įrenginių variantų. skaičiuoklė sudaro galimybė skaičiuoti emisijas deginant propaną, butaną, gamtines dujas , skystąjį kurą, akmens anglį. Pasirinkus medienos kurą, atsidaro ribotas deginimo įrenginių pasirinkimas – krosnis, židinys, atvirą ugnis, šildymo katilas. Taip pat pasiūlomos tik emisijų faktorių reikšmės. Pasirinkus pramoninius katilus, išmetamas teršalų kiekis skaičiuojamas pagal leistinas ribines koncentracijų normas, t. y. neįvertinama reali konkretaus įrenginio tarša, todėl skaičiai gali būti nepakankamai tikslūs. Skaičiuoklės privalumas – paprasta apskaičiuoti emisijas dujiniam ir skystajam kurui.

1.5. EMEP/Europos aplinkos agentūros gairių metodika

Teršalų emisijų skaičiavimams plačiai naudojama Europos aplinkos monitoringo ir vertinimo skaičiuoklės (EMEP) ir Europos aplinkos agentūros (EEA) oro teršalų apskaitos gairės „EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook“ (2023 m. redakcija)“[4]. Ši metodika apima į aplinkos orą išmetamų teršalų skaičiavimus iš įvairių sektorių, įskaitant iš kurą deginančių įrenginių. Metodika apima tris detalumo lygius. Tier 1 - išmetamųjų teršalų faktoriai remiasi prielaida, kad naudojama vidutinė arba tipinė technologija ir išmetamųjų teršalų mažinimo priemonių įgyvendinimas. Tais atvejais, kai reikia atsižvelgti į konkrečią degimo technologiją ir išmetamųjų teršalų mažinimo būdus, Tier 1 metodas netaikomas ir turi būti taikomas Tier 2 arba Tier 3- trečiosios pakopos metodas.

Skaičiavimo metodikos algoritmas pagal Tier 1 metodiką:

$E_p = AR_f \cdot EF_p$

Čia:

E_p – konkretaus teršalo emisija;
AR_f – kuro suvartojimas, ;
EF_p – emisijų faktorius.



Category		Title
NFR	1.A.1	Energy industries
SNAP	01	Combustion in energy and transformation industries
ISIC		
Version	Guidebook 2023	

Pav. 2. EMEP/EAA gairių emisijų skaičiavimo s energetikos pramonės degimo energijos transformacijos dalies titulinis vaizdas.

Skaičiavimo pagal Tier 1 pavyzdys:

$$EF_{SO2} = [S] \times 20000/CV_{net}$$

Čia: EF_{SO2} yra SO2 emisijos faktorius (g/GJ); [S] – sieros kiekis kure % (pagal masę), CV_{net} – kuro šilumingumas (GJ/t).

Tier 2 pakopos metodas yra panašus į Tier 1 pakopos metodą. Norint taikyti Tier 2 metodą, reikia taikyti ir veiklos duomenis, ir išmetamųjų teršalų koeficientus pagal šalies kuro naudojimą ir įdiegtas degimo technologijas. Šie metodai gali apimti: • santykinį kuro mišinį, • kuro deginimo įrenginių tipus.
Galimi du metodai:
Išskaidomas kuro naudojimas šalies masteliu, kad būtų galima modeliuoti skirtingus degimo ir išmetamųjų teršalų emisijų mažinimo tipus, juos inventorizuojant: a) apibrėžiant veiklos duomenis, naudojant kiekvieną iš nustatytų procesų tipų (vadinamų „technologijomis“) atskirai, b) taikydami technologijoms būdingus išmetamųjų teršalų koeficientus kiekvienam proceso tipui:

$$E_{pollutant} = \Sigma\ AR_{production\ technology} \times EF_{technologypollutant}$$

Remiantis skirtingų technologijų santykiniu indėliu į nacionalinį kuro deginimo įrenginių portfelį (ir santykiniu kuro sunaudojimu), sukuriami konkrečiai šaliai skirti išmetamųjų teršalų faktoriai ir taikyti šį konkrečiai šaliai skirtą išmetamųjų teršalų faktorių nacionaliniam kuro sunaudojimui.

$$EFcountrypollutant = \Sigma Penetration_{technology} \times EF_{technologypollutant}$$

$$E_{pollutant} = AR_{production} \times EF_{\ countrypollutant}$$

Vieno ar kito metodo taikymas daugiausia priklauso nuo duomenų prieinamumo. Jei veiklos duomenys iš tiesų yra prieinami, pirmasis metodas atrodo tinkamesnis. Tačiau jei tiesioginių veiklos duomenų nėra, skirtingų technologijų paplitimą pramonėje galima įvertinti remiantis pajėgumų duomenimis arba kitais pakaitiniais duomenimis, kurie atspindi santykinį įrenginių, naudojančių skirtingas technologijas, dydį.

Table 3-45 Tier 2 emission factors for non-residential sources, medium sized (>1 MWth to ≤ 50 MWth) boilers wood [4)]

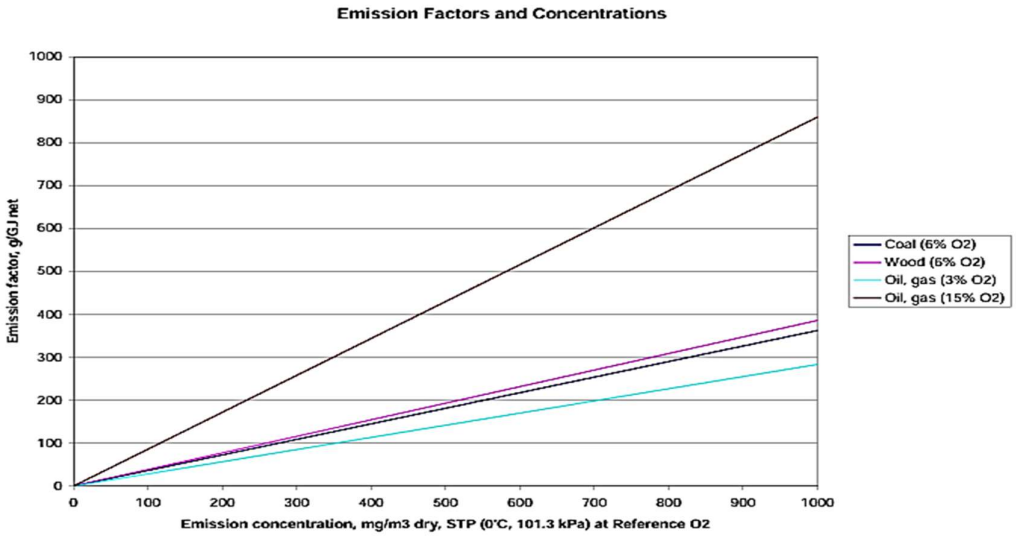
Tier 2 emission factors					
	Code	Name			
NFR source category	1.A.4.a.i 1.A.4.c.i 1.A.5.a	Commercial / institutional: stationary Stationary Other, stationary (including military)			
Fuel	Wood				
SNAP (if applicable)	20100 20300	Commercial and institutional plants Plants in agriculture, forestry and aquaculture			
Technologies/Practices	Wood combustion >1MW – Boilers				
Region or regional conditions	NA				
Abatement technologies	NA				
Not applicable					
Not estimated	NH_3				
Pollutant	**Value**	**Unit**	**95 % confidence interval**		**Reference**
			Lower	**Upper**	
NO_X	210	g/GJ	50	300	US EPA (2003)
CO	300	g/GJ	50	4000	German test standard for 500 kW-1MW boilers; Danish legislation (Luftvejledningen)
NMVOC	12	g/GJ	5	300	Johansson et al. (2004) [1)]
SO_X	11	g/GJ	8	40	US EPA (2003)
TSP (total particles)	40	g/GJ	20	80	Denier van der Gon et al. (2015) applied on Johansson et al. (2004) [5)]
PM10 (total particles)	38	g/GJ	19	76	Denier van der Gon et al. (2015) applied on Johansson et al. (2004) [3) 5)]
					Denier van der Gon et al. (2015)

Pav.3. EMEP/EEA skaičiavimo metodikos emisijų faktorių dydžio parinkimo lentelė.

Metodinėje EMEP medžiagoje detaliai aprašyti kuro deginantys įrenginiai pagal kuro rūšis, technologijas ir jų charakteristikas. Metodika pasižymi tuo, kad pateikiami emisijų faktoriai ne tik Europos Sąjungos teisės aktais reglamentuojamiems teršalams (NOx, SO_2, CO, KD), bet ir papildomiems 22 teršalams – pagrindiniams sunkiesiems metalams, patvariems organiniams junginiams ir kt.

EMEP/EAA gairėse EF reikšmės nustatytos pagal matavimų duomenis, kiekvienai deginimo įrenginių grupei nustatant EF galimas ribas ir vidutines reikšmes (pav.3).

Metodikoje pateikiama ryšis tarp teršalų koncentracijų dūmuose ir emisijų faktorių reikšmių (pav.4), subendrintai pagal pagrindines kuro rūšis ([4], pav. B1).



Pav.4. Ryšys tarp emisijų faktoriaus ir teršalo koncentracijos išmetamosiose dūmuose (EMEP/EEA grafikai teršalų koncentracijai dūmuose mg/m^3 perskaičiuoti į EF g/GJ) [4].

2. Naudojamų į aplinkos orą išmetamų teršalų kiekio skaičiavimo metodikų trūkumai

Aplinkos ministro 1999-12-13 įsakymu Nr. 395 patvirtintas Į atmosferą išmetamo teršalų kiekio apskaičiavimo metodikų sąrašas (nauja redakcija nuo 2005-07-31) sudaro galimybę teršalų emisijų apskaitai naudoti kelias metodikas. Šiame skyriuje pateikiama šių metodikų naudojimo analizė ir trūkumai.

NOx emisijos

NOx emisijų skaičiavimas pagal „Leningrado“ metodikas [2,3] buvo pagrįstas realiai išmatuotomis (maždaug 1970-1982 m.) koncentracijomis. Tačiau Lietuvoje įvyko daug permainų katilų technologijoje- modernizuoti seni katilai pakeičiant senus degiklius naujais, seni katilai pakeisti moderniais, todėl reali situacija su NOx emisijomis ženkliai pasikeitė emisijų sumažėjimo kryptimi. Be to, pradėta plačiai naudoti pramoninio kuro rūšis – smulkinta medienos skiedra, kuri neįvertinta „Leningrado“ metodikoje. Tačiau, dėl to, kad nebuvo kitų būdų suskaičiuoti emisijų, ji buvo taikoma, bet dažnai taikant ją ne to tipo katilams, kurie eksploatuojami.

Šios metodikos netikslumus tyrė ir aiškinosi V. Revoldas savo moksliniuose straipsniuose ir disertacijoje [6,7]. Tyrimai parodė, kad „Leningrado“ metodika netiksli NOx, CO ir KD emisijų skaičiavimuose, nes faktinės išmatuotos koncentracijos neatitinka apskaičiuotų. Vienais atvejais išmatuotos didesnės, kitais atvejais mažesnės nei apskaičiuotos pagal šią metodiką. Išmatuotų ir apskaičiuotų verčių skirtumai siekė nuo 20% iki 6 kartų, priklausomai nuo to, kokiai kuro rūšiai ir kokio tipo katilui buvo skaičiuojama. Didžiausi skirtumai nustatyti CO emisijoms.

Nei viena iš 1 skyriuje paminėtų metodikų neleidžia įvertinti visos eilės parametrų darančių poveikį NOx koncentracijai. „Leningrado“ metodikoje nepakankamai vertinamas NOx mažinimo technologijų įrengimas, pvz. pakopinis kuro deginimas, dūmų recirkuliavimas į degimo zoną,

darbas sumažintu oro pertekliumi, antrinės NOx mažinimo priemonės – selektyvinio nekatalitinio redukavimo (angl. SNCR) ir pan., t. y. nevertinamas konkrečių NOx mažinimo priemonių panaudojimas ir jų efektyvumas.

Europos aplinkos agentūros oro teršalų apskaitos gairių naujausia redakcija [4] pateikia įvairių tipų kurą deginančių įrenginių trumpus aprašymus, kurie parodo didelę įrenginių ir deginimo technologijų įvairovę. Tačiau metinių emisijų skaičiavimai atliekami pagal rekomenduojamus emisijų faktorius, kurių reikšmės susietos su kuro rūšimi, įrenginio galia, įrenginio paskirtimi. Skaičiuojant konkrečiam įrenginiui, galimi neapibrėžtumai, nes EF pateikiami labai plačiose ribose, pvz., pateikiamos NOx emisijų faktoriaus reikšmės kaip galimos tarp 35 ir 150 g/GJ (lentelės 3-6 [4]), t. y. besiskiriančios daugiau kaip 4 kartus. Kitiems įrenginiams taip pat pateikiamos plačios EF ribos. Plačios EF verčių ribos kelia iššūkių skaičiuojant metines teršalų emisijas, kadangi sudėtinga tinkamai, konkrečiam eksploatuojamam įrenginiui, pasirinkti tikslią EF reikšmę. Todėl metinių teršalų išmetimų skaičiavime atsiranda daug vietos interpretacijai ir bendras iš deginimo įrenginio ar šalies išmetamo NOx metinis emisijų kiekis nustatomas netiksliai.

Jungtinių Amerikos Valstijų Aplinkos apsaugos agentūros dokumente AP-42 „Compilation of air pollutant emission factors for stationary sources. (1/2024)“ [5] taip pat pateikiami kurą deginančių įrenginių aprašymai, tačiau teršalų emisijų kiekiai skaičiuojami naudojant EF. Šios metodikos naudojimą Lietuvoje apsunkina tai, kad visi EF pateikiami imperinės sistemos vienetais (pvz., lb/MMbtu), kuriuos būtina perskaičiuoti į Lietuvoje priimtos metrinės sistemos reikšmes (pvz., g/GJ).

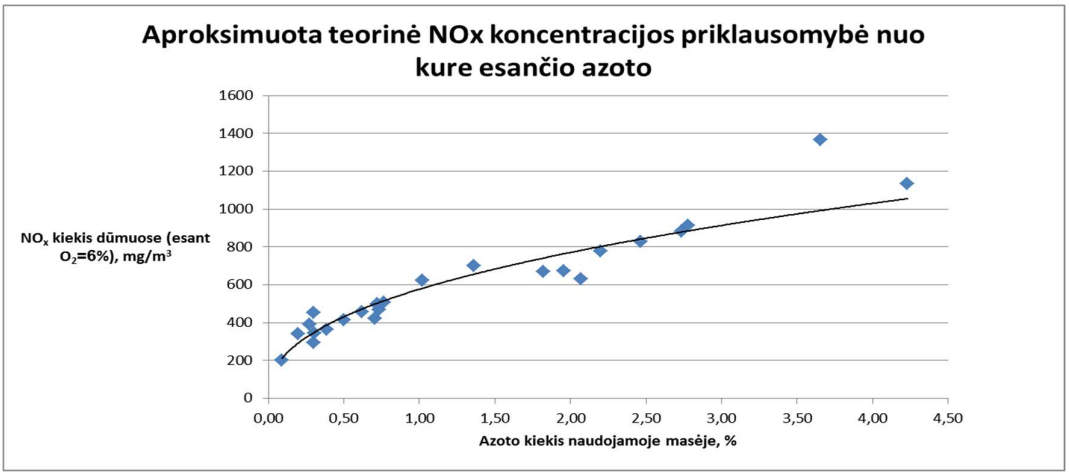
AP-42 metodika gana sudėtinga naudojimui, tačiau ir joje emisijos skaičiuojamos naudojant EF, kurių reikšmės gali skirtis kartais. Detaliai aprašoma KD emisijos deginant medienos kurą, – nurodomos emisijos konkretiems dūmų valymo įrenginiams pagal frakcinę sudėtį, t. y. pateikiam daug detalios informacijos, tačiau sudėtinga tinkamai pasirinkti praktiniam skaičiavimo naudojimui. Šioje metodikoje, kaip ir EMEP/EAA gairėse, EF pateikiami plačiose ribose, dėl ko sudėtina pasirinkti būdingą EF dydį irsąlygoti neatitikti faktinių teršalų koncentracijų dūmuose.

AP-42 metodikoje rašoma, kad „konkretaus šaltinio bandymai arba nuolatinės išmetamųjų teršalų matavimo sistemos (CEMS) gali geriau nustatyti faktinį teršalų indėlį iš esamo šaltinio nei emisijos koeficientai. Net ir tokiu atveju rezultatai bus taikomi tik sąlygoms, esančioms bandymo ar stebėsenos metu. Norint pateikti geriausią ilgalaikio (pvz., metinio ar tipinės dienos) išmetamųjų teršalų įvertinimą, šios sąlygos turėtų būti tipiškos šaltinio įprastinei veiklai.

KTU atlikti moksliniai tyrimai parodė, kad NOx koncentracija dūmuose priklauso nuo daugybės faktorių. Dūmų recirkuliacijos efektyvumo NOx emisijų mažinimui tyrimai parodė, kad NOx koncentracijos mažinimo efektyvumas priklauso nuo recirkuliuojamų dūmų įvedimo būdo [6] ir galima pasiekti 3-4 kartus mažesnių koncentracijų, jeigu kure nėra organinių azoto junginių.

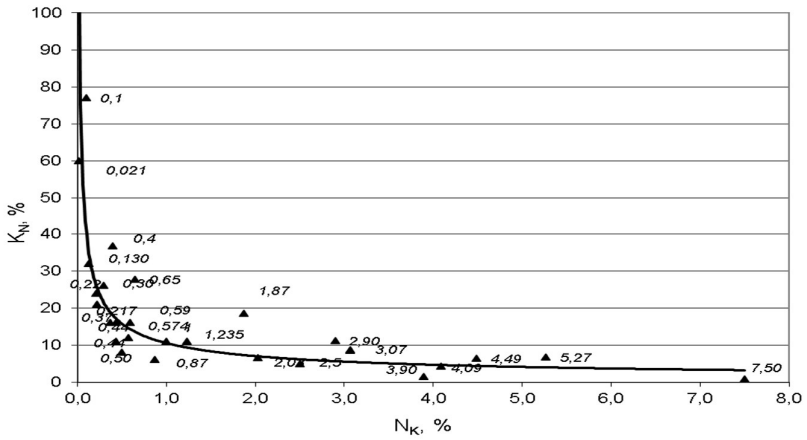
E. Puidos disertacijoje [7] buvo tiriama pakopinio degimo įtaka NOx. Tyrimai parodė, kad NOx koncentracija priklauso nuo kuro (dujų) paskirstymo liepsnoje. Priklausomai nuo dujų įvedimo vietos, NOx koncentracija gali keistis iki 4 kartų. Net oro susukimo laipsnis degiklyje įtakoja NOx koncentraciją, kuri gali kisti 2-3 kartus.

Tyrimai, kokią įtaką daro azoto kiekis kure NOx koncentracijai dūmuose, atlikti KTU [10 - 13]. NOx priklausomybė nuo azoto kiekio kure pateikta pav. 5.



Pav.5. NOx koncentracijos priklausomybė nuo azoto kiekio kietosios biomasės kure, jeigu netaikoma NOx koncentracijų mažinimo priemonė.

NOx koncentracijos reikšmės įvertinimą apsunkina tai, kad ,priklausomai nuo azoto kiekio kure, keičiasi azoto dalis, pereinanti į NOx [10], pav. 6.

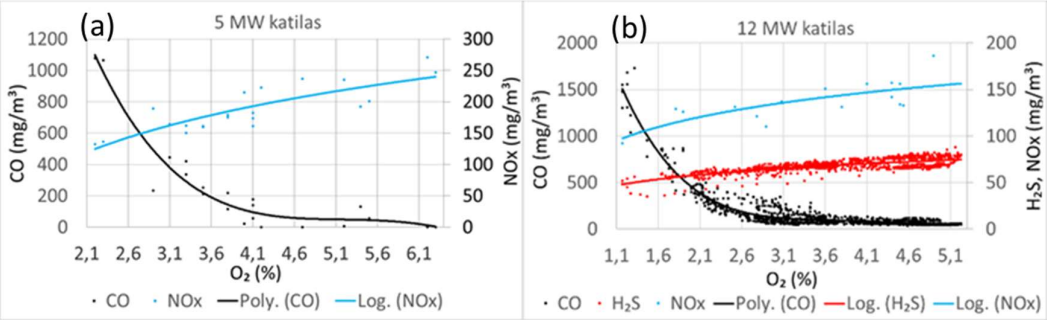


Pav.6. Kure esančio azoto dalis, perėjusi į azoto oksidus, deginant kurą su įvairiais azoto kiekiais kure: taškas 0,021 – deginant smulkintą pakuotę; taškas 0,13 – medienos granulės; taškai 0,1; 0,4; 0,65 gauti, deginat žibalą KTU stende su piridino (C_5H_5N) priedais ; taškai 0,22; 0,44 – deginant gamtines dujas KTU stende su karbamido priedais; taškas 0,217 – medienos ir kraiko mišinio granulės; taškai 0,3; 0,5; 1,0 ir 2,5 gauti, deginant medienos granules supurkštas su karbamido tirpalu; 0,37 – deginant naftos atliekų ir šiaudų mišinio granules; 0,44 – deginant šiaudų ir mazuto mišinio granules; 0,574 – grikių lukštai; 0,59 – kukurūzų stiebų granulės; 0,87 – lignino ir mazuto mišinio granulės; taškas 1,235 gautas, deginant kukurūzų miltų granules; taškas 1,87 – dumblo ir pjuvenų (25:75 %) mišinio granulės; taškas 2,03 – deginant sausą kiaulių mėšlą ; taškas 2,9 – dumblo ir pjuvenų (50:50 %) mišinio granulės; 3,07 – dumblo ir durpių mišinio granulės; taškas 3,07 – paukščių kraiko su mėšlu mišinys; 3,9 – smulkintos medienos (drožlių plokštės) atliekos; taškas 4,09 – deginant džiovintas vaisių-daržovių atliekas;

taškas 4,49 – vandenvalos dumblas po mechaninio apdorojimo; taškas 7,5 – dumblas po mechaninio ir biologinio apdorojimo.

NOx susidarymas didžiąja dalimi priklauso nuo azoto kiekio kure ir ši priklausomybė nėra tiesinė. Nustatyta, kad kuo daugiau azoto kure, tuo mažesnė jo dalis pereina į NOx.

Tyrimais [12-14] nustatyta, kad biokuro naudojimo atveju, NOx, SO_2, CO koncentracijoms daro didelę įtaką katilo degimo režimas: kai dūmuose yra didesnės CO koncentracijos, NOx koncentracija mažėja, o SO_2 koncentracija didėja.

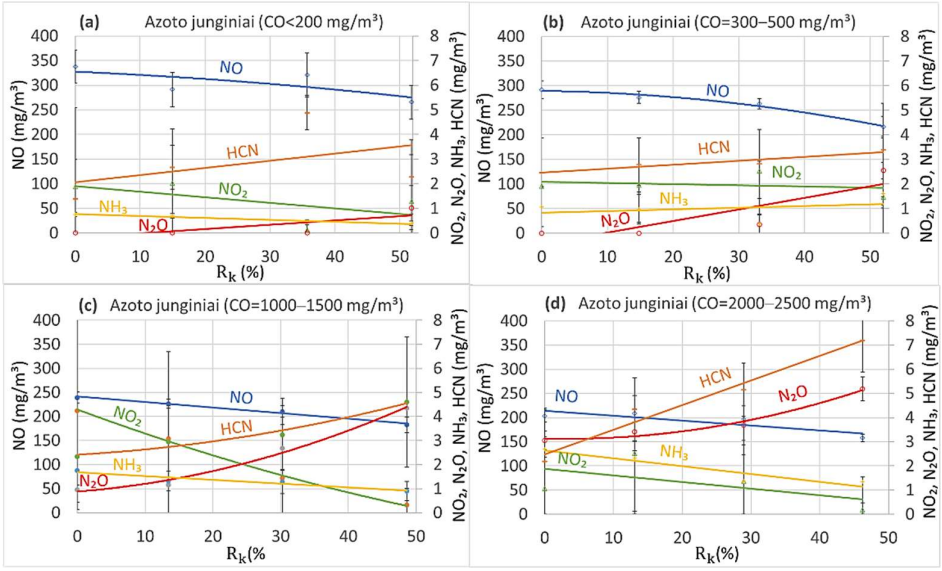


Pav.7. Kuro sudegimo pilnumo įtaka NOx, SO_2, CO koncentracijoms. Kairėje (a), matavimai atlikti kūrenant medienos skiedrą pramoniniame 5 MW katile, dešinėje (b) – 12 MW galios katile [13].

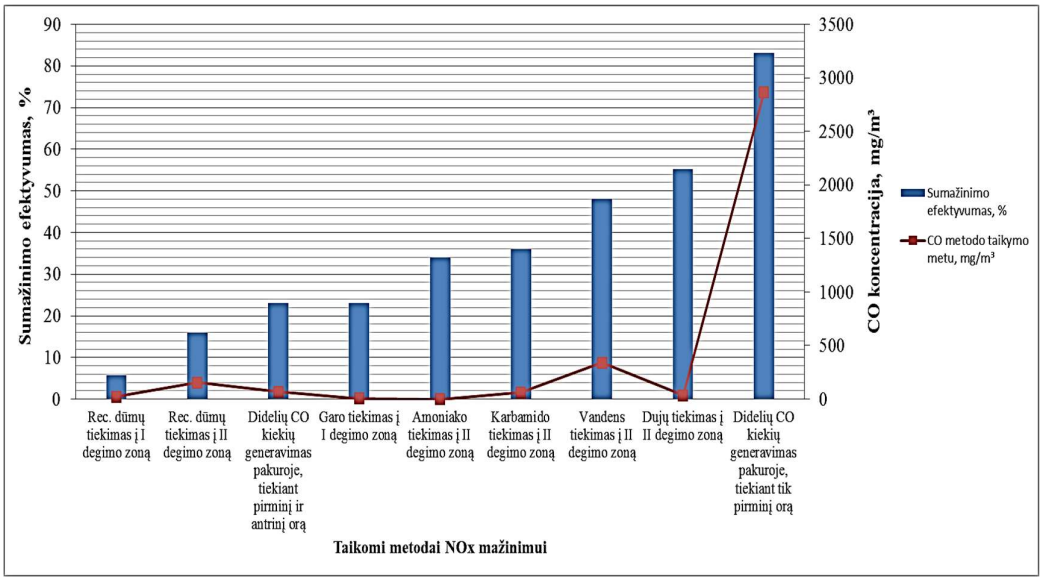
Dūmų recirkuliavimas į kūryklą daro didelę įtaką ne tik NOx, bet ir SO_2 koncentracijoms. Priklausomai nuo kuro sudegimo pilnumo (CO koncentracijų lygmens), NOx koncentracija nuo dūmų recirkuliavimo gali keistis 20-40% (pav. 8).

KTU degimo tyrimų stende, vienodomis sąlygomis, esant tai pačiai kuro rūšiai, buvo ištirti devyni NOx koncentracijos degimo produktuose mažinimo metodai (pav.9). Keturi iš jų yra pirminiai NOx mažinimo metodai, slopinantys NOx susidarymą jų formavimosi metu. Kiti penki metodai yra antriniai, ardantys jau susidariusius NOx. Esant optimalioms sąlygoms, tyrimų metu visų taikytų metodų rezultatai parodė teigiamus rezultatus, tačiau jų efektyvumas reikšmingai skyrėsi. Antriniai NOx koncentracijų mažinimo metodai, išskyrus didelių CO kiekių generavimą tiekiant pirminį orą, parodė didesnį NOx redukavimo efektyvumą, palyginti su pirminiais NOx koncentracijų mažinimo metodais.

Nei viena iš išvardintų 1 skyriuje metodikų neįvertina NOx sumažinimo taikant įvairius NOx mažinimo metodus – nei pirminius, nei antrinius.



Pav.8. KTU tyrimų stendas: azoto dujinių junginių koncentracijų dūmuose priklausomybė nuo dūmų recirkuliacijos dydžio ir anglies monoksido koncentracijų deginant saulėgrąžų lukštų granules. R – dūmų recirkuliavimo laipsnis, procentinė dalis.



Pav.9. Įvairių pirminių NOx mažinimo priemonių efektyvumo palyginimas. KTU stendas, kuras – medienos granulės, su padidintu azoto kiekiu pradinei NOx koncentracijai padidinti.

Selektyvinis nekatalitinis redukavimas (SNCR) yra efektyvi priemonė NOx emisijoms sumažinti. UAB „Enerstena“, bendradarbiaudama su KTU [13], parengė SNCR technologiją, skirtą vidutinės galios medienos skiedros kuro katilams. Šią technologiją įmonė įrengė Nyderlandų įmonėms tiekiamuose 4 MW medienos skiedrą kūrenančiuose katiluose. Pasiektas efektyvus NOx koncentracijos sumažinimas, įpurškiant į katilo aukštos temperatūros zoną karbamido tirpalą (pav.10). Maksimalus efektas – NOx koncentracijos sumažinimas 67%,

išlaikant ribotą amoniako (NH_3) emisiją iki 20-30 mg/m^3 . Tačiau mažinant karbamido tirpalo kiekį, mažėja NOx skaidymo efektyvumas, bet ir sumažėja NH_3 emisija su degimo produktais iki minimalios reikšmės. Be SNCR NOx koncentracija dūmuose buvo apie 430 mg/m^3, įjungus SNCR pasiekta NOx reikšmė 106-120 mg/m^3.



Pav. 10. Stacionaraus dūmų analizatoriaus parodymų kompiuterio ekrano vaizdas. SNCR technologijos NOx sumažinimas 67%, UAB „Enerstena“ įdiegta 4 MW galios katilinėje de Maris (Niderlandai), [13].

Lentelėje 2.1 Pateikti NOx matavimai įvairiuose biomasės kurą naudojančiuose katiluose. NOx lygiai gali skirtis, nes skirtingų gamintojų katiluose ne visuomet įrengtos NOx mažinimo priemonės.

Lentelė 2.1. NOx koncentracijos matavimai realiuose katiluose

Katilas	**Nominali katilo galia, MW**	**Galia matavimo metu, MW**	**Katilo veikimo galia, %**	**Kuras**	**Perskaičiuoti NOx prie 6 % O_2, mg/Nm^3**
Garo katilas "TPV W 15", 12 MW	12	12	100	Mediena (biokuras)	98
Garo katilas "TPV W 15" 12MW	10	1,6	16	Mediena (biokuras)	193
Katilas VLB 4000 4MW	4	4	100	Smulkinta mediena	311
Katilas "VHB 8000" 8MW	8	8	100	Medienos kuras	143
VŠK "VHB 5000" 5MW	5	4,65	93	Medienos pjuvenos	317
VŠK "VHB 5000" 5MW	5	5	100	Medienos pjuvenos	295

VŠK "VHB 10000"	10	8,3	83	Medienos pjuvenos	244
VŠK "VHB 10000"	10	8,7	87		198
VŠK "VHB 8000"	8	8	100	Medienos pjuvenos	286
Katilas "TPV-W 15-23"	10	4,5	45	Medienos pjuvenos	194
VŠK "VHB 12000"	12	12	100	Smulkinta mediena	157
VŠK "VHB 12000" NR. 2	12	12	100	Smulkinta mediena	262
VŠK "VHB 12000" NR. 2	12	11	92	Smulkinta mediena	206
Katilas "VHB 2000"	2	1,7	85	Medienos pjuvenos	195
Katilas "VHB 2000" Nr. 1	2	1,8	90	Medienos pjuvenos	202
VŠK VHB 8000 Nr. 1 (BK2)	8			Medienos skiedros	150
VŠK VHB-4000 4	4	1,4	35	Medienos pjuvenos	249
GK "HSB 3000", 3t/h	2,1	0,5	24	Šiaudų granulės	321
GK "HSB 3000", 3t/h	2,1	0,7	33	Šiaudų granulės	236
GK "HSB 3000", 3t/h	2,1	1,4	67	Šiaudų granulės	505
VŠK Nr.4	1,4	1,35	96	Medienos skiedros	147
"AGRO Forst&Energietechnik GmbH"	7	7,21	103	Skiedra	464
"AGRO Forst&Energietechnik GmbH"	7	7,14	102	Skiedra	506
"AGRO AVR 7000"	7	7	100	mediena	542
VHB 8000	8	5,6	70	Medienos skiedra	282
VHB 8000	8	2,4	30	Medienos skiedra	105
VHB 8000	8	8	100	Medienos skiedra	307
VŠK "VLB"	5			Smulkinta mediena	277
VŠK "VBL 5000"	5	5	100	Smulkinta mediena	268

Katilas "HHS 12000"	10	10	100	Medienos pjuvenos	237
GK "HHS 12000" 10 MW	10	7,3	73	Medienos pjuvenos	235
GK "HHS 12000"	10	7	70	Medienos pjuvenos	264
GK "HHS 12000"	2	0,65	33	Medienos skiedros	176
GK "HHS 12000"				Medienos skiedra	397
VHB 5000	5			Durpės	340
VHB 4000	4	2,2	55	Presuotos durpės	290
VHB 8000	8,47	8,47	100	Medienos skiedros	211
VHB 8000	8,47	8,47	100	Medienos skiedros	217
VHB 8000	8,47	8,47	100	Medienos skiedros	228
VHB 8000	8,47	8,47	100	Medienos skiedros	214
VHB 8000	8,47	8,47	100	Medienos skiedros	215
VHB 8000	8,47	8,47	100	Medienos skiedros	220
VHB 8000	8,47	8,47	100	Medienos skiedros	246
VHB 8000	8,47	8,47	100	Medienos skiedros	205
GK HSB 2000	2	1,4	70	Avižų lukštas	441
GK HSB 2000	2	1	50	Avižų lukštas	255
GK VHB 5000	5	4,25	85	Medienos skiedra	365
GK VHB 8000	8	8	100	Medienos skiedra	236
GK VHB 5000				Medienos skiedra	257
GK VHB 5000	4			Medienos skiedra	106
GK VHB 13	12,5	4,2	34	Medienos skiedra	247
GK VHB 13	12,5	6,3	50	Medienos skiedra	276
GK VHB 13	12,5	12,5	100	Medienos skiedra	339

GK VHB 13	12,5	12,5	100	Medienos skiedra	191
GK VHB 13	12,5	6,3	50	Medienos skiedra	197
GK VHB 13	12,5	3,6	29	Medienos skiedra	190
				Minimali reikšmė	98
				Maksimali reikšmė	542

Pastaba. VŠK – vandens šildymo katilas, GK – garo katilas.

NOx matavimai biokuro katiluose, rodo, kad minimali išmatuota NOx reikšmė buvo 98 mg/m^3, o maksimali 542 mg/m^3. Palyginimui – VDĮ normose esamiems katilams NOx ribinė vertė lygi 650 mg/m^3. Todėl, jeigu būtų skaičiuojama pagal ribines leistinas koncentracijas, NOx apskaitomas kiekis būtų didesnis ir neatitikantis realių sąlygų.

Atliekant NOx matavimus ir mokslinius tyrimus nustatyta, kad didesnės NOx reikšmės (350-450 mg/m^3) yra tuose katiluose, kuriuose nėra įdiegtos efektyvios NOx mažinimo priemonės. Tuose katiluose, kur įrengtas pakopinis degimas, naudojama dūmų recirkuliacija, su įprastinės kokybės medienos atliekų kuru dažniausiai NOx koncentracija yra žemiau 300 mg/m^3 (tipinės reikšmės – 200-250 mg/m^3).

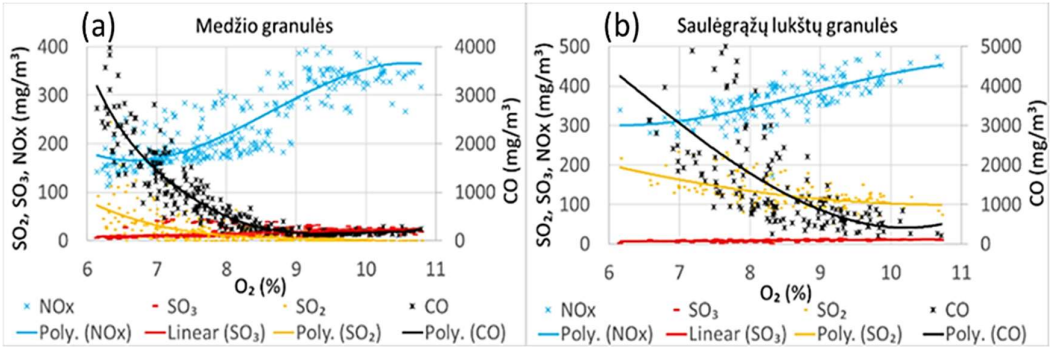
Nei viena iš paminėtų skaičiavimo metodikų tinkamai neįvertina nei azoto kiekio kure įtakos NOx susidarymui, nei pirminių priemonių NOx koncentracijai mažinti (dūmų recirkuliavimas, oro pertekliaus sumažinimas, pakopinis deginimas) panaudojimą ar kokį efektyvumą šios priemonės turi. Taip pat neįvertinamas nekatalitinis (SNCR) ir katalitinis (SCR) dūmų valymas. Visi šie veiksniai daro poveikį faktinės NOx koncentracijos nustatymui.

SO_2 emisijos

„Leningrado“ metodikoje SO_2 skaičiavimas pagrįstas ta prielaida, kad visas kure esantis sieros kiekis yra oksiduojamas į SO_2. Dalis SO_2 susijungia su KD ir yra sugaudomi KD filtruose. Sugaudymo efektyvumas įvertinamas koeficientais, tačiau realios šių koeficientų nurodomos reikšmės kelia abejonių.

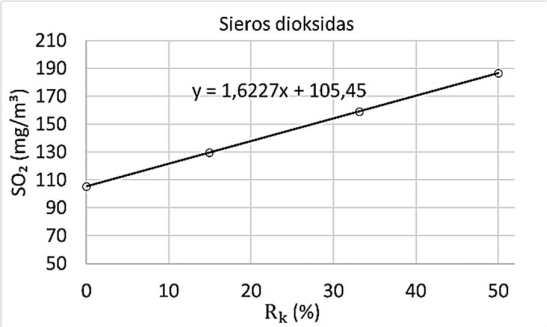
Prielaida, kad visas kure esantis sieros kiekis oksiduojamas į SO_2 ir jo dalis susijungia su KD iš esmės yra teisinga ir gali būti taikomas deginant skystąjį kurą ar dujinį kurą. Vis dėlto,naujausi moksliniai tyrimai, atlikti KTU [13,14], parodė, kad, biomasės kuro naudojimo atvejais, su dūmais išeina tik apie 15-40% nuo teoriškais apskaičiuoto SO_2 kiekio (jeigu visa kuro siera susijungia į SO_2), nes didžioji sieros dalis yra surišama įvairiuose kietuose junginiuose ir dalinai lieka katile (pelenų formoje), kita dalis sugaudoma kietųjų dalelių filtrais ir kondensaciniuose ekonomaizeriuose.

Tyrimai parodė, kad, kūrenant biomasės kurą, SO_2 koncentracijos reikšmei daro poveikį analogiški veiksniai, veikiantys NOx koncentraciją – nepilno degimo režimas (keičiant CO koncentraciją), dūmų recirkuliavimas, pakopinis deginimas. Tačiau ši poveikis dažniausiai yra priešingas nei NOx atveju, t. y. dažniausiai tai kas mažina NOx – padidina SO_2 emisijas. SO_2 koncentracijos niekada nepasiekia teoriškai apskaičiuojamo SO_2 lygio.



Pav. 11. SO_2, SO_3, NOx, CO priklausomybė nuo deguonies koncentracijos dūmuose kūrenant medžio ir saulėgrąžų lukštų granules. Tyrimai KTU degimo tyrimo stende[13].

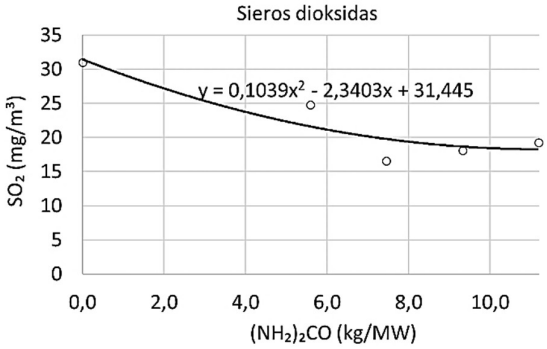
Pramoninį medienos skiedras deginantį katilą imituojančiame KTU degimo stende atlikti tyrimai kūrenant įvairų, sieros turintį, kurą (Pav. 12). Saulėgrąžų granulės pasirinktos dėl didesnio nei medienoje esančio sieros kiekio. Tyrimai parodė priešingą NOx ir SO_2 koncentracijų priklausomybę nuo deguonies koncentracijos (oro pertekliaus) dūmuose. Teorinė SO_2 koncentracija (a) atvejui apie 50 mg/m^3, (b) atvejui apie 270 mg/m^3. Pačiu nepalankiausiu atveju, kada CO koncentracija buvo neleistinai (degimo technologiniu požiūriu) didelė, praktiškai pamatuotos SO_2 reikšmės siekė vidutiniškai 90- 65% (a) ir (b) variantams atitinkamai. Tačiau, kūrenant kurą įprastiniais, kokybiško sudegimo režimais, kada CO koncentracija žemiau 20-50 mg/m^3 , SO_2 atitinkamai mažesnės už teorines ir sudaro 10-40 % nuo teorinių.



Pav. 12. SO_2 emisijų priklausomybė nuo dūmų recirkuliacijos dydžio pirminiame ore, deginant saulėgrąžų lukštų granules [13].

Atliktais tyrimais nustatyta, kad SNCR mažina net tik NOx , bet ir SO_2 koncentracijas (pav. 13), todėl gali būti taikomas SO_2 ir NOx emisijų mažinimui kaip kompleksinė priemonė.

Darytina išvada, kad nei viena iš išvardintų emisijų skaičiavimo metodikų nevertina daugelio veiksnių, galinčių daryti įtaką SO_2 emisijoms.



Pav.13. SO_2 emisijų priklausomybė nuo karbamido kiekio (SNCR metodas), deginant saulėgrąžų lukštų granules [13].

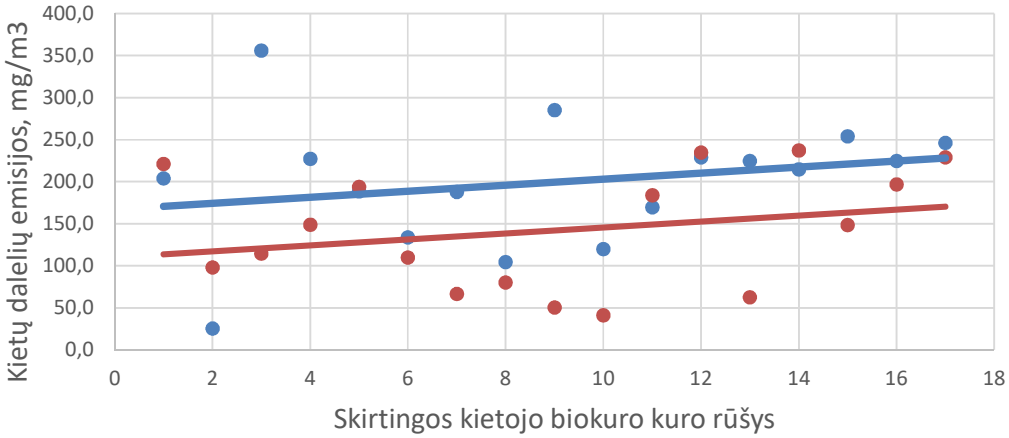
SO_2 koncentracijų matavimai biokuro katiluose atliekami retais atvejaisBe to, SO_2 koncentracijai matuoti reikalinga tinkama įranga – turi būti šildomas visas mėginio kelias iki analizatoriaus, nes SO_2 dujos tirpios vandenyje ir yra prarandamos pakeliui į analizatorių dėl dalies ištirpimo zonde ir žarnelėse esančio kondensato.

Atskiri matavimai medienos atliekas kūrenančiuose katiluose parodė SO_2 koncentracijų lygį nuo 10 iki 50 mg/m^3.

Kietųjų dalelių emisijos

Kietųjų dalelių emisijų skaičiavimai išvardintose 1 skyriuje metodikose panašūs kaip ir dujinių teršalų.

„Leningrado“ metodikoje lemiantis veiksnys yra kuro peleningumas. Įvertinama, kokia dalis pelenų yra išnešama iš katilo ir kuri dalis sugaudoma valymo įrenginiuose. Tačiau praktikoje nėra tinkamo būdo tinkamai įvertinti, kokia pelenų dalis lieka peleninėje, o kokia išnešama. Šie rodikliai daugiausiai priklauso ne tik nuo deginimo būdo, bet dar labiau priklauso nuo kuro frakcinės sudėties ir nuo oro paskirstymo kūrykloje.



Pav. 14. Kietųjų dalelių koncentracijų matavimai. Suvestiniai duomenys 17 rūšių biomasės kilmės kurui. Mėlyni taškai – kada kuro degimas nepilnas, t.y. yra didelė CO koncentracija (1000-2000 mg/m³), raudoni taškai – pilnas degimas, CO < 200 mg/m³. Šaltinis – UAB „Enerstena" mokslinių tyrimų centro duomenys.

Lentelėje 2.2 pateikti kietųjų dalelių koncentracijų matavimo duomenys skirtingos galios katilų dūmuose, skirtingose dūmų trakto vietose – už katilo, už multiciklono, už kondensacinio ekonomaizerio. Matavimai atlikti modernios konstrukcijos katiluose, pagamintuose 2013-2015 m. Kietųjų dalelių (KD) koncentracija už katilo gali būti įvairi – nuo 600-1000 mg/m^3, iki 100-200 mg/m^3. Koncentracija sumažėja po multiciklono skirtingai – multiciklonų efektyvumas paprastai sudaro nuo 20 iki 75%, tačiau gali kisti reikšmingai.

Lentelė 2.2. Kietųjų dalelių koncentracija įvairiose dūmų trakto vietose.

Katilo modelis ir nominali galia MW	**Katilo galia matavimo metu MW**	**KD už katilo, mg/m^3**	**KD už multiciklono, mg/m^3**	**KD už kondensacinio ekonomaizerio, mg/m^3**
VŠK VHB-4000 4 MW	1,4	123	24	
VŠK VHB 8000 8 MW	7	248	209	47
	4		92	
	6		110	
VŠK VHB 8000 8MW	7	184	95	
	8		81	
	5		202	
VHB 2000 2 MW	1,9	178	85	
VHB 5000 5 MW	4,5-5	744	189	55
VHB 2000 2 MW	1,6	287	210	
VHB 5000 5 MW,	5	685	477	105
VHB 8000, 8 MW	8	759	214	
VHB 12000 12MW	12	329	136	33
VHB 12000 12 MW	12	89	78	
TPV-W 15-23, 10 MW	4-5	99	47	19
VHB 8000 8 MW	8	248	76	45
VHB 8000 8 MW	8	225	60	
VHB 5000 5 MW	5	371	249	43
TPV W 15 10 MW	1,5	468	117	
TPV W -15 12 MW	12	627	217	

Vidutinis:		358	164	47
Min - Max:		84 - 744	24-510	19 - 105

Kaip matyti iš KD matavimų duomenų, koncentracijų lygiai gali skirtis dešimtimis kartų, nes koncentracijos priklauso nuo daugybės kuro ir katilo parametrų. Teoriškai įvertinti, kokia bus KD koncentraciją nėra galimybių, nes skaičiavimo paklaidos nuo realių verčių gali skirtis dešimtis kartų.

CO emisijos

CO koncentracijos nereglamentuojamos VDĮ normose, bet reglamentuojamos LAND 43-2013 ir DDĮ, ir tik dujiniam kurui. Vis dėlto, pagal VDĮ normas CO matavimai atliekami ir jų duomenys kaupiami stebėsenos tikslais.

Žemiau pateikiamos išmatuotos CO koncentracijos, pamatuotos daugiausiai smulkintos medienos kuro katiluose. CO emisijų srityje pastaruosius 20 metų įvyko daug pasikeitimų. Senuose, įrengtuose 1996-2010 metų laikotarpyje katiluose CO koncentracijos dūmuose dažnai siekdavo 2000-4000 mg/m^{3}dėl tuomet galiojusių mažiau griežtų ribinių verčių, o katilų konstrukcija buvo paprastesnė ir pigesnė. Tačiau nuo 2013 metų intensyviai pradėti diegti modernios konstrukcijos katilai, kuriuose CO koncentracija labai maža, dažnų atveju mažesnė kaip 20 mg/m^3 (būdinga gamintojo „Enerstena“ katiluose).

Lentelė 2.3. CO koncentracijos įvairių modelių katilų dūmuose.

Katilo modelis	**Nominali katilo galia, MW**	**Galia matavimo metu, MW**	**Kuras**	**Perskaičiuotas CO prie 6 % O_2, mg/m^3**
Garo katilas "TPV W 15"	12	12	Mediena	164
Katilas VLB 4000	4	4	Smulkinta mediena	1,2
VŠK "VHB 12000"	12	12	Smulkinta mediena	13
Katilas "VHB 2000"	2	1,7	Medienos pjuvenos	113
VŠK VHB 8000	8		Medienos skiedros	277
Garo katilas "HSB 3000", 3t/h	2,1	0,5	Šiaudų granulės	345
Garo katilas Nr.1 "HSB 3000", 3t/h	2,1	0,7	Šiaudų granulės	1451
Garo katilas Nr.1 "HSB 3000", 3t/h	2,1	1,4	Šiaudų granulės	376
VŠK VHB 2000	1,4	1,35	Medienos skiedros	993

"AGRO Forst&Energietechnik GmbH"	7	7,21	Medienos skiedros	1331
"AGRO Forst&Energietechnik GmbH"	7	7,14	Medienos skiedros	372
"AGRO AVR 7000"	7	7	Medienos skiedros	571
VHB 8000	8	5,6	Medienos skiedra	0,4
VHB 8000	8	2,4	Medienos skiedra	185
VHB 8000	8	8	Medienos skiedra	11
VŠK "VLB"	5		Smulkinta mediena	11,7
VŠK "VBL 5000"	5	5	Smulkinta mediena	1,2
VŠK "VBL 5000"	2	0,65	Medienos skiedros	10
VŠK "VBL 5000"	5	0,	Medienos skiedros	127
VHB 5000	5		Durpės	0,2
VHB 4000	4	2,2	Presuotos durpės	32
HSB 2000	2	1,4	Medienos skiedros	455
HSB 2000	2	1	Avižos	906
Nr. 1 VHB 8000	8	8	Medienos skiedros	0,2
VHB 12000	10		Medienos skiedros	2,4
VHB 12000	12,5	12,5	Medienos skiedros	15
VHB 12000	12,5	12,5	Medienos skiedros	31
VHB 12000	12,5	6,3	Medienos skiedros	1
			Vidutinė	278,44
			Minimali	0,20
			Maksimali	1451

Lentelėje pateiktos CO koncentracijos daugumoje atvejų yra daug mažesnės už apskaičiuotas pagal „Leningrado“ metodiką.

3. Į aplinkos orą išmetamų teršalų kiekio skaičiavimas pagal faktines išmatuotas teršalų koncentracijas.

Iš kurą deginančių įrenginių išmetami į aplinkos orą metiniai kiekiai gali būti apskaičiuojami pagal išmatuotas faktines teršalų koncentracijas dūmuose ir per pasirinktą laikotarpį sunaudoto kuro kiekius.

Tokio skaičiavimo principas – pagal kiekvienos kuro rūšies sudėties parametrus (anglis, vandenilis, deguonis, azotas, nedegioji mineralinė dalis, drėgnumas ir kt.) apskaičiuojama dūmų sudėtis ir sausų dūmų kiekis kuro kiekio vienetui. Pagal per tam tikrą laikotarpį sunaudotą kuro kiekį apskaičiuojamas susidaręs sausų dūmų tūris.

Remiantis kuro sudėtimi apskaičiuojamas apatinis kuro šilumingumas. Naudojantis per metus deginamo kuro išskirtos energijos kiekiu ir išmestu oro teršalų kiekiu apskaičiuojami faktiniai vidutiniai metiniai emisijų faktoriai (toliau – EF) kiekvienam teršalui (NOx, SO_2, KD, CO).

Skaičiavimuose įvertinamas norminis oro pertekliaus be vandens garų tūrio (pagal normines deguonies koncentracijas kiekvienai kuro rūšiai, katilams ar varikliams), t. y. skaičiavimas vyksta kuro degiosios masės sausų dūmų atžvilgiu prie norminių sąlygų (0 ^{0}C , 101,3 kPa).

Per metus (ar kito pasirinkto laikotarpio) išmetamų teršalų kiekiui apskaičiuoti reikalingi įvesties duomenys: kuro rūšis, vidutiniai kuro sudėties parametrai, per metus ar kitą pasirinktą laikotarpį suvartojamas kuro kiekis, vidutinės teršalų koncentracijos dūmuose (išmatuotas sausų dūmų atžvilgiu). Pagal apatinį kuro šilumingumą apskaičiuojamas vidutinis pasirinkto laikotarpio teršalo EF.

Skaičiavimo privalumas – metiniai teršalų kiekiai bei EF apskaičiuojami atsižvelgiant į realias teršalų koncentracijas, įvertinus faktinį susidariusių dūmų kiekį, todėl sudaromos sąlygos tiksliau apskaityti per metus į aplinkos orą išmestą teršalų kiekį ir nustatyti EF konkrečiam kurą deginančiam įrenginiui.

Šioje metodinėje dalyje aprašytų į aplinkos orą išmetamų teršalų kiekio skaičiavimų metodų pagrindu parengta skaičiuoklė), kuri sudaro galimuybę įvedus įvesties duomenis automatiškai apskaičiuoti iš atitinkamo kurą deginančio įrenginio į aplinkos orą išmetamą teršalų kiekį ir EF?. Skaičiuoklės naudojimo aprašas pateikiamas 1 priede.

3.1 Kuro rūšys ir sudėtis

Metodika apima į aplinkos orą išmetamų teršalų kiekio apskaičiavimą deginant šias kuro rūšis:

- gamtinės dujos
- suskystintos dujos (propanas/butanas)
- biodujos
- dyzelinas (lengvasis skystasis kuras, gazoliai)
- mazutas (sunkusis skystasis mažai sieringas kuras (sieros kiekis nedidesnis kaip 0,5%))
- skalūnų alyva
- mediena
- šiaudai
- grikių lukštai

- ligninas
- durpių kuras
- akmens anglys
- lignitai
- kaulų miltai

Skaičiavimams reikalingi duomenys yra dviejų tipų – pastovūs ir kintami kuro parametrų rodikliai. Skystojo kuro ir gamtinių dujų elementinės sudėtys ir šilumingumas yra nereikšmingai kintantys, todėl skaičiavimams atlikti pakanka priimti pastovius sudėties ir šilumingumo rodiklius pagal vidutines kuro sudėties parametrų vertes. Išmetamų teršalų kiekio skaičiavimams šių kuro rūšių atvejais pakanka įvesti tik sunaudoto kuro kiekį, skystajam kurui tonomis per pasirinktą laikotarpį (pvz. per metus, per mėnesį), o gamtinėms dujoms – tūkst. m^3 per pasirinktą laikotarpį.

Dujinio kuro, kurio sudėtis gali reikšmingai kisti (biodujos, suskystintos dujos), išmetamam dūmų kiekiui (ir teršalų kiekiui) apskaičiuoti reikia įvesti charakteringus parametrus: biodujoms – metano procentinį kiekį dujose (pagal tūrį) ir atitinkamai dujų sąnaudas tūkst. m^3 per pasirinktą laikotarpį; suskystintoms naftos dujoms – propano dujų procentinį kiekį (pagal tūrį) ir atitinkamai kiekį tonomis per pasirinktą laikotarpį. Kiti šių dujų sudėties parametrai apskaičiuojami pagal įvesties duomenis.

Kietojo kuro charakteristikos gali kisti platesnėse ribose, todėl siekiant apskaičiuoti dūmų tūrį ir į aplinkos orą išmetamą teršalų kiekį, deginant šias kuro rūšis, reikia turėti daugiau duomenų – sausos masės peleningumą A_s (%), naudojamo kuro drėgnumą W (%) ir apatinį šilumingumą Q_a (kJ/m^3). Remiantis įvestomis parametrų vertėmis apskaičiuojami degimo procesui reikalingas oro tūris ir susidarančių sausų dūmų tūris.

Toliau pateikiamas duomenų rinkinys su skaičiavimo metodikoje priimtais įvairių kuro rūšių sudėties ir šilumingumo vertėmis.

Medienos kuras

3.1 lentelė. Medienos kuro sudėtis pagal ES standartą EN ISO 17225-1:2021 [27].

Parametras	Vienetas (pagal saus1 masę)	Spygliuočių mediena (1.1.2.2 ir 1.2.1.1)		Lapuočių mediena (1.1.2.1 ir 1.2.1.1)	
		Tipinė vertė	Tipinė sklaida	Tipinė vertė	Tipinė sklaida
Pelenai (A_s)	masės %, d	0,3	nuo 0,1 iki 1,0	0,3	nuo 0,2 iki 1,0
Viršutinis šilumingumas $q_{V,gr,d}$	MJ/kg, d	20,5	20,0 iki 20,8	20,1	nuo 19,4 iki 20,4
Apatinis sausos masės šilumingumas $q_{p,net,d}$	MJ/kg, d	19,1	nuo 18,5 iki 19,8	18,9	nuo 18,4 iki 19,2
Anglis, C	masės %, d	51	nuo 47 iki 54	49	nuo 48 iki 52

Vandenilis, H	masės %, d	6,3	nuo 5,6 iki 7,0	6,2	nuo 5,9 iki 6,5
Deguonis, O	masės %, d	42	nuo 40 iki 44	44	nuo 41 iki 45
Azotas, N	masės %, d	0,1	nuo < 0,1 iki 0,5	0,1	nuo < 0,1 iki 0,5
Siera, S	masės %, d	< 0,02	nuo < 0,01 iki 0,02	0,02	nuo < 0,01 iki 0,05
Chloras, Cl	masės %, d	0,01	nuo < 0,01 iki 0,03	0,01	nuo < 0,01 iki 0,03
Fluoras, F	masės %, d	< 0,000 5	< 0,000 5	< 0,000 5	< 0,000 5

Skaičiavimams priimta medienos elementinė sudėtis atitinka vidutines lapuočių ir spygliuočių medienai nustatytas tipines vertes.

3.2 lentelė. Sausų dūmų skaičiavimams priimta medienos kurui vidutinė elementinė sudėtis sausai masei.

Sausos masės sudėtis	C	H	O	N	S	As
%	50	6,3	43	0,1	0,02	0,3

Įvesties duomenys išmetamų teršalų kiekui apskaičiuoti: sunaudoto medienos kuro vidutinis drėgnumas (W, %), vidutinis sausos medienos masės peleningumas (A_s %), vidutinis apatinio (žemutinis) šilumingumas (MJ/kg) ir sudeginto kuro masė tonomis per pasirinktą laikotarpį. Degioji kuro masė – tai kuro masė be išorinių balastinių medžiagų – drėgmės ir pelenų. Todėl medienos granulių ar medienos atliekų kuro atveju įvedami peleningumo ir drėgnumo duomenys naudojami realaus kuro kiekio perskaičiavimui į degiąją masę.

Šiaudų kuras

3.3 lentelė. Šiaudų kuro sudėtis pagal ES standartą EN ISO 17225-1:2021 [27].

Parametras	Vienetas (pagal sausą masę)	Tipinė vertė
Pelenai (As)	masės %, d	5,0
Apatinis sausos masės šilumingumas $q_{p,net,d}$	MJ/kg, d	17,6
Anglis, C	masės %, d	47
Vandenilis, H	masės %, d	6
Deguonis, O	masės %, d	41

Azotas, N	masės %, d	0,5
Siera, S	masės %, d	0,1
Chloras, Cl	masės %, d	0,4

3.4 lentelė. Sausų dūmų skaičiavimams priimta vidutinė elementinė sudėtis sausai masei.

Sausos masės sudėtis	C	H	O	N	S	As
%	47	6	41	0,5	0,1	5

Įvesties duomenys išmetamų teršalų kiekiui apskaičiuoti: šiaudų kuro masės vidutinis drėgnumas (W, %), vidutinis sausos masės peleningumas (A_s, %), vidutinis apatinis (žemutinis) šilumingumas (MJ/kg) ir sudeginto kuro kiekis tonomis per pasirinktą laikotarpį.

Ligninas

3.5 lentelė. Lignino sausos masės cheminė sudėtis [28].

Elementas	Procentinė dalis (%)
Anglis (C)	~60–65
Vandenilis (H)	~5–6
Deguonis (O)	~28–33
Azotas (N)	~0,1–1
Siera (S)	~0,1–0,5

3.6 lentelė. Sausų dūmų skaičiavimams priimta vidutinė kuro elementinė sudėtis sausai masei.

Sausos masės sudėtis	C	H	O	N	S	A
%	60	5	29	0,1	0,1	5

Oro teršalų kiekiui apskaičiuoti būtina įvesti lignino kuro masės vidutinio drėgnumo (W, %), vidutinio sausos masės peleningumo (A_s, %), vidutinio apatinio (žemutinio) šilumingumo (MJ/kg) reikšmes ir sudeginto kuro kiekį tonomis per pasirinktą laikotarpį.

Akmens anglis

3.7 lentelė. Akmens anglies sausos masės sudėtis**.** Šaltinis: Europos duomenų bazė [29].

Elementas	Procentinė dalis (%)
Anglis (C)	75-91
Vandenilis (H)	3-5
Deguonis (O)	5-10
Azotas (N)	~1

Siera (S)	0,5–1,2
Pelenai (A)	2,4–9

3.8 lentelė. Sausų dūmų skaičiavimams priimta akmens anglies kuro elementinė sudėtis sausai masei.

Sausos masės sudėtis	C	H	O	N	S	A
%	75,5	4,7	9,42	1,3	0,7	8,3

Įvesties duomenys išmetamų teršalų kiekui apskaičiuoti: akmens anglies kuro masės vidutinis drėgnumas (W, %), vidutinis sausos masės peleningumas (A_s, %), vidutinis apatinis (žemutinis) šilumingumas (MJ/kg) ir sudeginto kuro kiekis tonomis per pasirinktą laikotarpį.

Lignitas

3.9 lentelė. Lignito sausos masės sudėtis [29].

Komponentas	Procentinė dalis (%)
Anglis (C)	60–75
Vandenilis (H)	4–6
Deguonis (O)	15–30
Siera (S)	0,5–2
Azotas (N)	~1

3.10 lentelė. Sausų dūmų skaičiavimams priimta kuro lignito elementinė sudėtis sausai masei.

Sausos masės sudėtis	C	H	O	N	S	A
%	63	4,5	30	0,31	0,31	4,67

Įvesties duomenys išmetamų teršalų kiekui apskaičiuoti: lignito kuro masės vidutinis drėgnumas (W, %), vidutinis sausos masės peleningumas (A_s, %), vidutinis apatinis (žemutinis) šilumingumas (MJ/kg) ir sudegintas kuro kiekis tonomis per pasirinktą laikotarpį.

Durpių kuras

3.11 lentelė. Durpių kuro sudėtis [29, 30] Lietuvos durpių įmonių asociacijos duomenys.

Komponentas	Procentinė dalis (%)
Anglis (C)	50-60
Vandenilis (H)	5-6,5
Deguonis (O)	30–40
Siera (S)	0,1–0,5
Azotas (N)	1-3
Pelenai (A)	2-10

3.12 lentelė. Sausų dūmų skaičiavimams priimta durpių kuro elementinė sudėtis sausai masei.

Sauso masės sudėtis	C	H	O	N	S	A
%	53,5	5,8	32	2	0,32	7,5

Įvesties duomenys išmetamų teršalų kiekui apskaičiuoti: durpių kuro masės vidutinis drėgnumas (W, %), vidutinis sausos masės peleningumas (A_s, %), vidutinis apatinis (žemutinis) šilumingumas (MJ/kg) ir sudegintas kuro kiekis tonomis per pasirinktą laikotarpį.

Dyzelinas

3.13 lentelė. Dyzelino kuro elementinė sudėtis [32, 37].

Komponentas	Procentinė dalis (%)
Anglis (C)	86
Vandenilis (H)	12
Deguonis (O)	0,1
Siera (S)	0,001
Azotas (N)	0,01
Apatinis šilumingumas	42,91 MJ/kg
Tankis	0,835 kg/l

3.14 lentelė. Sausų dūmų skaičiavimams priimta kuro elementinė sudėtis.

Kuro sudėtis	C	H	O	N	S
%	86	12	0,1	0,01	0,001

Į aplinkos orą išmetam teršalų kiekiui apskaičiuoti pakanka įvesti tik sudeginto dyzelino kiekį tonomis per pasirinktą laikotarpį. Kiti duomenys, kaip elementinė sudėtis ir apatinis šilumingumas, priimami kaip pastovosios reikšmės (3.13 lentelė).

Mazutas

3.15 lentelė. Mažai sieringo mazuto sudėtis [31].

Komponentas	Procentinė dalis (%)
Anglis (C)	85
Vandenilis (H)	10
Deguonis (O)	0,1
Siera (S)	0,5
Azotas (N)	0,2
Apatinis šilumingumas	39,77 MJ/kg
Tankis	0,835 kg/l

3.16 lentelė. Sausų dūmų skaičiavimams priimta mazuto kuro elementinė sudėtis.

Kuro sudėtis	C	H	O	N	S
%	85	10	0	0,2	0,5

Į aplinkos orą išmetam teršalų kiekiui apskaičiuoti pakanka įvesti tik sudeginto mazuto kiekį tonomis per pasirinktą laikotarpį. Kiti duomenys, kaip elementinės sudėtis ir apatinis šilumingumas, metodikoje priimami kaip pastovosios reikšmės (3.16 lentelė).

Gamtinės dujos

3.17 lentelė. Gamtinių dujų vidutinė sudėtis [33].

Komponentas	Procentinė dalis (%)
Metanas (CH_4)	85–95
Etanas (C_2H_6)	1–6
Propanas (C_3H_8)	iki 2
Butanas (C_4H_{10})	iki 1
Azotas (N_2)	iki 1
Anglies dioksidas (CO_2)	iki 0,5
Apatinis šilumingumas	9,8–10,2 kWh/m³

3.18 lentelė. Sausų dūmų skaičiavimams priimta gamtinių dujų sudėtis.

Kuro sudėtis	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	CO_2	N_2	O_2
%	95	2	1	1	0,1	0,8	0,1

Į aplinkos orą išmetam teršalų kiekiui apskaičiuoti pakanka įvesti tik gamtinių dujų sunaudojimą per pasirinktą laikotarpį (tūkst.m^3). Papildomų reikšmių įvesti nereikia, nes gamtinių dujų sudėtis ir apatinis šilumingumas metodikoje priimtas pagal AB“Ignitis“ viešai prieinamus duomenis [33].

Suskystintos naftos dujos

Suskystintos naftos dujos yra propano/butano mišinys, kurių įprastinis santykis yra 50 % / 50 %. Tam tikrais atvejais gali būti naudojamos kitas propano / butano masės santykis. Metodikoje sudaryta galimybė įvesti propano kiekį %, tada likusi dujų dalis automatiškai priskiriama butanui ir atitinkamai apskaičiuojamas mišinio apatinis šilumingumas (MJ/kg).

3.19 lentelė. Sausų dūmų skaičiavimams priimta tipinė kuro masės sudėtis santykiui 50/50% propanas/butanas [26].

Kuro sudėtis, masės	C_3H_8	C_4H_{10}
%	50	50

Skaičiavimai atliekami pagal skaičiuoklės duomenų lentelėje įvestą propano tūrinę dalį, likusią dujų dalį automatiškai priskiriant butanui.

Biodujos

Biodujų sudėtis priklauso nuo šaltinio ir išgavimo būdo. Pvz., sąvartynų biodujos, vandens nuotekų valyklų biodujos ar biodujos, pagamintos iš įvairių žemės ūkio atliekų bei augalų.

3.20 lentelė. Biodujų sudėtis [34].

Komponentas	Procentinė dalis (%)
Metanas (CH_4)	50-70
Anglies dvideginis (CO_2)	25-45
Vandens garai (H2O)	2-7
Deguonies (O_2)	mažiau 2
Azotas (N_2)	mažiau 2
Anglies dioksidas (CO_2):	iki 0,5

Sausų dūmų skaičiavimui priimta, kad dujas sudaro degioji metano (CH_4) dujų dalis ir nedegioji anglies dioksido (CO_2) dalis. Biodujų degus komponentas metanas sąlygoja degimo procese sunaudojamą oro kiekį, sausų dūmų tūrį ir atitinkamai apatinio šilumingumo reikšmę.

3.21 lentelė. Sausų dūmų skaičiavimams priimta kuro elementinės sudėties pavyzdys.

Kuro sudėtis	CH_4	CO_2
%	60	40

Naudojamos skirtingų rūšių biodujos skiriasi pagrindinio degaus komponento, – metano, kiekiu. Metano kiekis biodujose beveik visada yra matuojamas. Kitų degiųjų komponentų kiekiai dažniausiai būna nežymūs ir nematuojami. Skaičiavimuose nėra prasmės įvesti daugiau duomenų apie degiųjų komponentų kiekį, nes tokių duomenų dažniausiai neturima ir jie nedaro reikšmingą poveikį skaičiavimo rezultatams. Be degiųjų komponentų, likusią biodujų sudėties dalį sudaro nedegios balastinės dujos.

Skaičiavimuose priimta, kad pakanka įvesti tik metano dujų koncentraciją (procentinę dalį), kai kita dujų tūrio dalis priimama kaip nedegios dujos, nes kitų degiųjų komponentų indėlis į šiluminę vertę nereikšmingas (pagal jų kiekį ir šilumingumą). Pagal metano dalį biodujose apskaičiuojamas sausų dūmų tūris $V_{s.d.}$ (m^3/m^3) dujų, taip pat ir šių dujų apatinis šilumingumas (MJ/m^3), kurie būtini tolimesniems išmetamų teršalų kiekio skaičiavimas atlikti.

Grikių lukštai

Grikių lukštų elementinė sudėtis yra stabili. Skaičiavimuose priimta sudėtis pateikta lentelėje 3.22.

3.22 lentelė. Grikių lukštų elementinė sudėtis [35, 36].

Kuro sudėtis	C	H	O	N	S	A	W
%	47,2	6,15	45,9	0,65	0,08	2,19	8

Kaulų miltai

Kaulų miltų elementinė sudėtis yra kintanti, priklausomai nuo žaliavos. Skaičiavimuose priimta vidutinė sudėtis, pateikta 3.23 lentelėje.

3.23 lentelė. Kaulų miltų elementinė sudėtis [29]

Kuro sudėtis	C	H	O	N	S	A	W
%	44,4	6,4	15,6	10,8	0,74	15,25	6,52

Skalūnų alyva

Skalūnų alyvos sudėtis gana pastovi. Skaičiavimuose priimta sudėtis pateikta 3.24 lentelėje.

3.24 lentelė. Skalūnų alyvos elementinė sudėtis [38]

Kuro sudėtis	C	H	O	N	S
%	82	10	6,5	0,5	1

3.2 Į aplinkos orą išmetamų teršalų kiekio skaičiavimo metodika

Į aplinkos orą išmetamų teršalų kiekio skaičiavimas deginant kietąjį kurą pagrįstas degiosios masės sudėties apskaičiavimu. Pagal kietojo kuro sudėtį apskaičiuojamas sausų dūmų tūris 1 kg kietojo kuro ($V_{s.d.}$, m^3/kg kuro degiai masei). Atitinkamai skaičiuojama skystajam kurui, – dyzelinui, mazutui ar suskystintoms naftos dujoms, pagal kuro masės sudėtį apskaičiuojamas sausų dūmų tūris 1 kg kuro ($V_{s.d.}$, m^3/kg kuro). Gamtinėms dujoms ir biodujoms sausų dūmų tūris skaičiuojamas 1 m^3 kuro (Vs.d., m^3/m^3 dujų). Dūmų tūriui apskaičiuoti įvertinamas norminis oro perteklius (O_2 koncentracija [25-26]), kuris priimtas:

- katilams: kietajam kurui – 1,4 (esant 6 % O_2); skystajam kurui – 1,167 ir dujiniam kurui – 1,4 (esant 3% O_2);
- varikliams – skystam kurui 3,5 ir dujiniam 1,4 (esant 15 % O_2).

Degimui reikalingo oro ir dūmų tūrio skaičiavimai atliekami pagal žinomas formules [25-26].

Kadangi dūmų tūris priklauso nuo degimui tiekiamo oro kiekio, apskaičiuojamas teorinis oro tūris (Vo^t) , reikalingas sudeginti kietojo kuro degiai masei:

$$\mathbf{Vo^t = 0{,}0889\cdot(C^d + 0{,}375\cdot S^d) + 0{,}265\cdot H^d - 0{,}0333\cdot O^d}\ ,\ m^3/kg$$

Čia:

C^d, S^d, H^d, O^d – kuro degiosios masės elementinė sudėtis (procentinė dalis, %).

Teorinis oro tūris (Vo^t) skystojo kuro sunaudotai masei:

$$\mathbf{Vo^t = 0{,}0889 \cdot (C^n + 0{,}375 \cdot S^n) + 0{,}265 \cdot H^n - 0{,}0333 \cdot O^n}\ , m^3/kg$$

Čia:

C^n, S^n, H^n, O^n – skystojo kuro elementinė sudėtis sunaudotai kuro masei (procentinė dalis, %).

Teorinis triatomių dujų tūris dūmuose – $\mathbf{V_{RO2} = (CO_2 + SO_2)}$

Šis tūris skaičiuojamas įvertinant kure esančio anglies (C) ir sieros (S) procentinius kiekius, atitinkamai kietajam biokurui degioje masėje ar skystajam kurui visoje masėje [25, 26].

$$\mathbf{V_{RO2} = 0{,}01866 \cdot (C + 0{,}375 \cdot S)}$$

Azoto dujų tūris apskaičiuojamas pagal degimui tiekiamame ore esantį azoto kiekį ir kure esančio azoto kiekį [25, 26]:

$$\mathbf{V_{N2} = 0{,}79 \cdot \alpha \cdot Vo^t + 0{,}008 \cdot N}$$

Sausų dūmų tūris, susidedantis iš triatomių dujų, azoto ir deguonies likučio dūmuose:

$$\mathbf{V_{s.d.} = V_{RO2} + V_{N2} + 0{,}21 \cdot (1-\alpha) \cdot Vo^t}$$

Čia:

α – oro pertekliaus koeficientas: α = 1,4 – visam kietam kurui (esant 6 % O_2), α = 1,167 – visų rūšių kurą deginančiuose įrenginiuose naudojamam skystajam ir dujiniam kurui (esant 3 % O_2), α = 3,5 – varikliuose naudojama skystajam ir dujiniam kurui (esant 15 % O_2).

Deginant kietąjį kurą skaičiuoklėje reikia įvesti vidutinį kuro apatinį šilumingumą (MJ/kg). Įprastai įmonės pirkdamos kietąjį kurą atlieka jo svėrimą ir energetinių parametrų analizę laboratorijoje t. y. nustato kuro parametrus –apatinį naudojamosios masės šilumingumą (MJ/kg), kuro naudojamos masės drėgnumą (W, %) ir sausos masės peleningumą (A_s, %). Atitinkamai šie duomenys suvedami į Skaičiuoklę išmetamų teršalų kiekiui apskaičiuoti.

Praktikoje kuro tiekėjui pristatant kurą, pvz. medienos skiedrą įmonei, kiekvieno sunkvežimio atvežta kuro masė yra sveriama, paimamas kuro ėminys energetinių parametrų nustatymui. Dažniausiai kiekvieno sunkvežimio pristatyto kuro masė, kuro drėgnumas, peleningumas ir šilumingumas skiriasi. Kadangi skaičiuoklėje reikia įvesti visą sunaudotą kuro masę per pasirinktą laikotarpį, vidutinį kietojo kuro drėgnumą ir peleningumą, tai juos reikia atitinkamai išskaičiuoti. Pateikiamas skaičiavimo pavyzdis 3.22 lentelėje.

3.22 lentelė. Pavyzdys. Medienos kuro kiekiai ir analizės duomenys.

		Laboratorijoje išmatuotos reikšmės		
Atvežta kuro partija	Kuro partijos masė, tonos	Drėgnumas W, %	Sausos masės peleningumas, As, %	Apatinis kuro naudojamosios masės šilumingumas, Qa, MJ/kg
M1	20	35	1	11,060
M2	40	40	1,5	10,020
M3	50	45	2	8,890
		Apskaičiuotos įmonės vidutinės reikšmės		
Bendra kuro masė, ∑M	110	$W_{vid.}$	$As_{vid.}$	$Q_{a\ vid}$
		41,36	1,63	9,69

Vidutinis svertinis viso kuro drėgnumas:

$$\mathbf{W_{vid.} = (W_1 \cdot M_1 + W_2 \cdot M_2 + W_3 \cdot M_3) / \sum M}, \text{ proc. \%}$$

Vidutinis svertinis visos kuro masės peleningumas:

$$\mathbf{As_{vid.} = (As_1 \cdot M_1 + As_2 \cdot M_2 + As_3 \cdot M_3) / \sum M}, \text{ proc. \%}$$

Vidutinis svertinis visos kuro masės apatinis šilumingumas:

$$\mathbf{Qa_{vid.} = (Qa_1 \cdot M_1 + Qa_2 \cdot M_2 + Qa_3 \cdot M_3) / \sum M}, \text{ MJ/kg}$$

Kai ūkio subjektas naudoja medienos biokurą ir neturi šilumingumo matavimo rezultatų, tačiau turi išmatuotą kuro drėgmės kiekio vertę, apytikslis apatinis biokuro šilumingumas apskaičiuojamas taip:

$$\mathbf{Q_a^{\,n} = Q_a^{\,s} \cdot (1 - W_n / 100) - 0{,}02443 \cdot W_n.}$$

Čia:

$Q_a^{\,n}$ – apatinis naudojamosios masės šilumingumas, MJ/kg;

W_n – kuro naudojamosios masės drėgnumas , %;

$Q_a^{\,s}$ – kuro sausos masės aptinis šilumingumas, kuris parenkamas pagal 4 lentelės duomenis.

4 lentelė. Kuro sausosios masės žemutinis šilumingumas Q_a^s, (MJ/kg) [39]

Medienos rūšis	*Apatinis šilumingumas, MJ/kg*
Pušis	19,53
Eglė	19,29
Beržas	19,30
Baltalksnis	19,18
Juodalksnis	19,31
Drebulė	18,65

Klevas	19,30
Liepa	19,30

Degimo produktų tūrio skaičiavimai dujiniam kurui.

Dujinio kuro teorinis oro tūris degimui apskaičiuojamas pagal formulę [25, 26]:

$$\mathbf{Vo^t = 0{,}0476\ ((0{,}5\cdot CO + 0{,}5\cdot H + 1{,}5\cdot H_2S + \Sigma(m + n/4)\cdot C_mH_n - O_2)}\ ,\ m^3/m^3$$

Čia:
Vo^t – teorinis oro tūris, reikalingas dujų degimui, m^3/m^3;
CO, H, H_2S, O_2 – atitinkamų dujų kiekis dujiniame kure, %;
C_mH_n – angliavandenilių kiekis, pradedant nuo CH_4;

Teorinis triatomių dujų tūris V_{RO2}:

$$\mathbf{V_{RO2} = 0{,}01\ (CO_2 + CO + H_2S + \Sigma m\cdot C_mH_n)},\quad m^3/m^3$$

Teorinis azoto tūris:

$$\mathbf{V_{N2} = 0{,}79\ \alpha\cdot Vo^t + 0{,}008\cdot N},\quad m^3/m^3$$

Teorinis sausų dūmų tūris:

$$\mathbf{V_{s.d.} = V_{RO2} + V_{N2} + 0{,}21\ (1-\alpha)\cdot Vo^t},\ m^3/m^3$$

Dujinio kuro apatinis šilumingumas Qa (kJ/m^3) visų rūšių dujiniam kurui gali būti apskaičiuojamas, kai žinoma jų sudėtis [26]:

$$\mathbf{Q_a = 126{,}4\cdot CO + 358\cdot CH_4 + 560\cdot C_2H_2 + 591\cdot C_2H_4 + 633\cdot C_2H_6 + 932\cdot C_3H_8 + 1403\cdot C_6H_6 + 234\cdot H_2S + 1238\cdot C_4H_{10} + 108\cdot H_2},\ kJ/m^3$$

Gamtinių dujų didžiąją dalį sudaro metanas, kai kitų degiųjų dujų kiekis nereikšmingas – tik keli procentai.

Skaičiuoklėje į duomenų lentelę vartotojas įveda natūrinį kuro kiekį ir šio kuro charakteringus rodiklius (išskyrus skystojo kuro ir gamtinių dujų atvejus). Pagal įvestus rodiklius natūrinis kuro kiekis perskaičiuojamas į sausąją degiąją masę.

Pagal šioje metodikoje pateiktas skaičiavimo metodus apskaičiuojamas pasirinkto kuro degiosios masės išskiriamas dūmų tūris. Visi oro ir dūmų tūrio skaičiavimai atliekami norminėms sąlygoms – esant 0^0 C ir norminiui barometriniui slėgiui.

Į aplinkos orą išmetamų NOx, SO_2, CO, KD kiekis apskaičiuojamas pagal įvestas atitinkamų teršalų koncentracijas (mg/m^3), kurios turi būti išmatuotos ir įvedamos į Skaičiuoklės duomenų lentelę sausų dūmų atžvilgiu ir norminėmis sąlygomis po valymo įrenginių. Jeigu skaičiuojama naujai projektuojamiems įrenginiams, naudojamos norminiuose teisės aktuose nurodytos išmetamų teršalų ribinės vertės [20 – 24].

$$E_x = (\mathbf{B_{met} \cdot V_{s.d.} \cdot C_x})/1000000$$

Čia: E_x – į aplinkos orą išmetamas teršalo X kiekis (NOx, SO_2, CO, KD) t/metus arba t/mėn.; $V_{s.d.}$ – sausų dūmų tūris , susidarantis sudegus 1 kg arba 1 m^3 kuro, C_x – teršalo (NOx, SO_2, CO, KD) koncentracija dūmuose mg/m^3.

Atsižvelgiant į tai, kokiam laikotarpiui įvedamas kuro kiekis (pvz., metinis, mėnesinis), gaunamas atitinkamas rezultatas – išmetamas teršalų kiekis (EKx) (t/metus arba t/mėn.).

Emisijos faktorius nustatomas apskaičiuotą teršalų kiekį padalinant iš kuro energijos:

$$\mathbf{EF_x = E_x \cdot 1000000 / (B_{met} \cdot Q_a)}\ ,\ g/GJ$$

Čia: EF_x – teršalo emisijų faktorius, g/GJ;

Ex – į aplinkos orą išmetamas teršalų kiekis, t/metus arba t/mėn.;

B_{met} – metinis kuro suvartojimas (t/metus, arba tūkst. m^3 gamtinėms ar biodujoms dujoms);

Q_a – kuro apatinis šilumingumas, MJ/kg (dujoms MJ/m^3).

3.3 Nacionaliniu mastu į aplinkos orą išmetamų teršalų kiekio ir emisijos faktorių apskaičiavimo metodai

Nacionaliniu mastu, į aplinkos orą išmetamų teršalų kiekį galima apskaičiuoti 3 būdais.

1 būdas. Į aplinkos orą išmetamų teršalų kiekio apskaičiavimas pagal išmatuotas koncentracijas.

Nacionaliniu mastu į aplinkos orą išmetamas kiekis gali būti apskaičiuojamas pagal ūkio subjektų atliekamus išmetamų teršalų metinių kiekių skaičiavimus, kaip nurodyta šios metodikos 3 skyriuje, pvz., naudodami Skaičiuoklę. Tokiu būdu gaunami per metus išmetamų teršalų kiekių duomenys (NOx, SO_2, CO, KD t/metus), kurie atitinka sunaudoto per metus kuro kiekį.

Šie duomenis grupuojami pagal įrenginių galias ir kuro rūšis, ir susumuojami nacionaliniu mastu. Pvz, iš vidutinių medienos kurą deginančių įrenginių išmetamiems NOx teršalams:

$$\mathbf{E_{NOx} = \Sigma M_{NOx}}$$

Čia E_{NOx} – iš visų vidutinių kurą deginančių įrenginių, naudojančių medienos kurą, išmetamų NOx teršalų suminis kiekis Lietuvoje, t/metus; ΣM_{NOx} – atskirų vidutinių kurą deginančių įrenginių, naudojančių medienos kurą, išmetamų NOx teršalų kiekių suma, t/metus (gaunamas iš ataskaitų, parengtų naudojant šią metodiką ar pagal ją parengtą Skaičiuoklę **„Emisiju_skaiciavimas_fv6“**).

Taip apskaičiuojamas suminis NOx teršalų kiekis t/metus, išmestas iš vidutinių kurą deginančių įrenginių, naudojančių medienos kurą.

Analogiškai apskaičiuojami ir kitų teršalų metiniai kiekiai visos šalies mastu, susumuojant metinius teršalų kiekius visiems vidutiniams kurą deginantiems įrenginiams, naudojantiems medienos kurą.

Toliau skaičiuojamos metinės teršalų kiekių sumos vidutiniams kurą deginantiems įrenginiams kitoms kuro rūšims. Atitinkamai atliekami skaičiavimai mažiems ir dideliems kurą deginantiems įrenginiams, sugrupuojant jų duomenis pagal įrenginių dydį, naudojamą kuro rūšį ir konkrečius teršalus.

Šis skaičiavimo būdas yra detaliausias, tačiau reikia apdoroti didelį duomenų skaičių. Daliai įrenginių, kurie neteikia ataskaitų, išmetamas metinis teršalų kiekis gali būti apskaičiuojamas pagal EMEP metodiką.

Pagal ūkio objektų pateikiamas į aplinkos orą išmetamų teršalų ir sunaudoto kuro apskaitos ataskaitas, apskaičiuojamas kurą deginančiuose įrenginiuose sunaudoto tos pačios rūšies kuro, pvz. atveju medienos kuro sunaudotas kiekis, t/metus visai Lietuvai:

$$\mathbf{Q_{summediena} = \Sigma\ Q_{mediena}}$$

Čia:

$Q_{summediena}$ – suminis Lietuvoje, vidutiniuose kurą deginančiuose įrenginiuose, naudojančiuose medienos kurą, sunaudotas šilumos kiekis, GJ;

$\Sigma\ Q_{mediena}$– suma atskiriems įrenginiams suskaičiuotų (iš Skaičuoklės „**Emisiju_skaiciavimas_fv6“** rezultatų lentelėse 4) šilumos kiekių, GJ.

Pagal suminius metinius emisijų kiekius, pvz. E_{NOx} t/metus ir suminį sunaudotos šilumos kiekį, kūrenant medieną $Q_{summediena}$ apskaičiuojamos vidutinės emisijų faktorių EF reikšmės:

$$\mathbf{EF_{mediena} = 10^6 \cdot E_{NOx} / Q_{summediena},\ g/GJ}$$

Tokiu pat būdu galima apskaičiuoti EF pagal įrenginių dydį – mažiems, vidutiniams, dideliems įrenginiams; pagal skirtingas kuro rūšis visiems teršalams (NOx, SO_2, CO, KD).

Atlikus EF skaičiavimus sudaroma EF duomenų lentelė pagal įvairias kuro rūšis ir įrenginius.

2 būdas. Į aplinkos orą išmetamų teršalų kiekio apskaičiavimas pagal apskaičiuotus emisijos faktorius.

Sudarius EF duomenų lentelę (kaip pateikta ***1 būdas***) pagal kuro rūšis, įrenginių dydžių grupes ir teršalus (NOx, SO_2, CO, KD), apskaičiuotus EF galima naudoti kasmetiniam nacionaliniam teršalų emisijų skaičiavimui. Kadangi taršos mažinimo priemonės nėra diegiamos dažnai , situacija kas metus iš esmės reikšmingai nepasikeičia ir todėl kurį laiką galima naudoti supaprastintą būdą apskaičiuoti metinėms teršalų emisijoms:

$$\mathbf{E_{teršalo} = EF_{teršalo} \cdot B_{met} \cdot Q_a /1000000,}\ \text{t/metus}$$

Čia:

$E_{teršalo}$ – į aplinkos orą išmetamas teršalų kiekis, t/metus;

$EF_{teršalo}$ – konkretaus teršalo vidutinis metinis, katilų grupei ir kuro rūšiai nustatytas (1 būdu) emisijos faktorius, g/GJ;

B_{met} – metinis kuro suvartojimas kurą deginančių įrenginių grupei (pagal statistinius ar įmonių pateikiamus duomenis), pasirinktai kuro rūšiai, t/metus;
Q_a – kuro rūšies vidutinis apatinis šilumingumas (pagal statistinius ar įmonių pateikiamus duomenis), MJ/kg.

Nors šis būdas pavadintas palengvintu, tačiau jis tam tikrą laiką (1-5 metus) išliktų pakankamasvertinti realią išmetamų teršalų kiekio situaciją.

3 būdas. Į aplinkos orą išmetamų teršalų kiekio apskaičiavimas pagal EMEP emisijos faktorius.

Naudojantis EMEP/EAA oro teršalų apskaitos gairių (paveikslai B1 B2, [4]) pateikiamais grafikais apytikriams teršalų koncentracijų arba ribinių verčių (C_x) perskaičiavimams į EF_x ir atvirkščiai, nustatomi santykiaiapytikriai EF skirtingoms kuro rūšims:

Gamtinėms dujoms ir skystajam kurui, kai O_2 3 %

EF apskaičiavimas pagal žinomą teršalo koncentraciją C_x (g/m^3)

$EF_x = 0,364\ C_x$, g/GJ

C_x apskaičiavimas pagal žinomą emisijų faktorių EF

$C_x = 2,597\ EF_x$

Gamtinėms dujoms ir skystajam kurui, kai O_2 15 % (varikliams, turbinoms)

EF apskaičiavimas pagal žinomą teršalo koncentraciją C_x

$EF_x = 0,859\ C_x$

C_x apskaičiavimas pagal žinomą emisijų faktorių EF

$C_x = 1,164\ EF_x$

Medienos kurui, kai O_2 6%

EF apskaičiavimas pagal žinomą teršalo koncentraciją C_x

$EF_x = 0,385\ C_x$

C_x apskaičiavimas pagal žinomą emisijų faktorių EF

$C_x = 2,597\ EF_x$

Akmens anglies kurui, kai O_2 6%

EF apskaičiavimas pagal žinomą teršalo koncentraciją C_x

$EF_x = 0,44\ C_x$

C_x apskaičiavimas pagal žinomą emisijų faktorių EF

$C_x = 2,273\ EF_x$

Čia:

EF_x – emisijų faktorius X teršalui, g/GJ;

C_x – išmetamų teršalų ribines vertes,pateikiamos norminiuose teisės aktuose [20-24], mg/m^3.

Pagal išmetamų teršalų ribines vertes apskaičiuojami emisijų faktoriai. Išmetami teršalų kiekiai apskaičiuojami kaip ir ***2 būdo*** atveju:

$$\mathbf{E_{teršalo} = EF_{teršalo} \times B_{met} \cdot Q_a / 1000000}, \quad \text{t/metus}$$

Čia:
$E_{teršalo}$ – į aplinkos orą išmetamas teršalų kiekis, t/metus;
$EF_{teršalo}$ – konkretaus teršalo vidutinis metinis katilų grupei ir kuro rūšiai nustatytas (šiuo būdu) emisijų faktorius, g/GJ;
B_{met} – metinis kuro suvartojimas kurą deginančių įrenginių grupei (pagal statistinius ar įmonių pateikiamus duomenis), pasirinktai kuro rūšiai, t/metus;
Q_a – kuro rūšies vidutinis apatinis šilumingumas (pagal statistinius ar įmonių pateikiamus duomenis), MJ/kg.

Šis būdas leidžia apskaičiuoti nacionalinius emisijų dydžius naudojantis mažesniu duomenų kiekiu – kuro suvartojimu pagal kuro rūšis, nors neapima visų kuro rūšių.

Literatūra

1. LR aplinkos ministro 1999 m. gruodžio 13 d. Nr. 395 įsakymas „Dėl į atmosferą išmetamo teršalų kiekio apskaičiavimo metodikų sąrašo patvirtinimo ir apmokestinamų teršalų kiekio nustatymo asmenims, kurie netvarko privalomosios teršalų išmetimo į aplinką apskaitos. Suvestinė redakcija nuo 2019-12-19.
2. Teršalų, išmetamų į atmosferą , deginant kurą katiluose, kurių našumas iki 30 t/h, kiekio skaičiavimas. (Rasčiot vybrosov zagriazniajuščych vieščiestv pri sžiganiji topliva v kotlach proizvoditielnostju do 30 t/č);
3. Teršalų, išmetamų į atmosferą iš katilų, esančių šiluminėse elektrinėse, kiekio skaičiavimas. Teršalų, išmetamų į atmosferą, deginant kurą katiluose, kurių našumas iki 30 t/h, kiekio (*rusų kalba* – Rasčiot vybrosov zagriazniajuščych vieščiestv ot kotlov tieplovych elektrostancij);
4. Europos aplinkos agentūros į atmosferą išmetamų teršalų apskaitos metodikos naujausia redakcija (*anglų kalba* – The latest published version of EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook), paskelbta Europos aplinkos agentūros interneto svetainėje.
5. AP-42, Oro taršos emisijos faktorių žinynas. 1 tomas. Stacionarieji taškiniai ir teritoriniai šaltiniai, 5 leidimas, 1995 (*anglų kalba* – P 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume I. Stationary Point and Area Sources, Fifth Edition, 1995, *http://www.epa.gov/ttnchie1/ ap42/*). *Nr. D1-36, 2017-01-10, paskelbta TAR 2017-01-11, i. k. 2017-00725*
6. Vidas Revoldas, Gintaras Denafas. Degimo procesų ekologiškumo ir emisijų apskaičiavimų metodikos patikimumo tyrimai augaline biomase kūrenamuose katiluose ir krosnyse. Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba. 2002, Nr.1 (19). P.43-51.
7. Revoldas, V. Degimo procesų sąlygojamos taršos vertinimas: daktaro disertacija. Kauno technologijos universitetas, 2003. 203 p.
8. Kęstutis Buinevičius. Dūmų recirkuliacijos į dujų ir mazuto katilų kūryklą poveikio azoto oksidų susidarymui efektyvumo padidinimas (rusų k.). Daktaro disertacija. Lietuvos mokslų akademijos Fizikinių-techninių energetikos problemų institutas, 1985.
9. Egidijus Puida. NOx susidarymo slopinimas zonuojant dujų degimą. Daktaro disertacija. KTU, 1998.
10. Raminta Plečkaitienė, Kęstutis Buinevičius. Kure esančio azoto įtaka azoto oksidų susidarymui. Aplinkos apsaugos inžinerija. Konferencijos medžiaga, 2010.
11. Raminta Plečkaitienė. Kure esančio azoto junginių konversija biokuro degimo procese. Daktaro disertacija. Kauno technologijos universitetas, 2014, 95 p.
12. Jančauskas, Adolfas; Buinevičius, Kęstutis. Combination of primary measures on flue gas emissions in grate-firing biofuel boiler // Energies. Basel : MDPI. ISSN 1996-1073. 2021, vol. 14, iss. 4, art. no. 793, p. 1-16. DOI: 10.3390/en14040793.
13. Adolfas Jančauskas. Azoto ir sieros junginių emisijų mažinimas. biokuro katiluose taikant kombinuotus metodus. Daktaro disertacija. Kauno technologijos universitetas, 2021, 132 p.

14. Giedrius Jomantas Kęstutis Buinevičius, Justas Šereika. Sulfur emission dependence on various factors during biomass combustion. Energies. 2025, 18, 1701.

15. Kęstutis Buinevičius, Vaidas Mockevičius. Biokuro katilinės kietųjų dalelių emisijų analizė. „Pramonės inžinerija 2015“, konferencijos pranešimų medžiaga, KTU MIDF, 2015.P. 120-127.

16. Kuro duomenų bazė https://www.ecn.nl/phyllis2/

17. Kieto biokuro apskaitos taisyklės. https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.05554707448B/asr

18. P.Švenčianas. Kuro degimo teorijos pagrindai. Kaunas, Technologija, 2003.-104p

19. EN ISO 17225-1:2021 Kietasis biokuras – kuro specifikacijos ir klasės.

20. Išmetamų teršalų iš kurą deginančių įrenginių normos LAND 43-2013, patvirtintos Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2013 m. balandžio 10 d. įsakymu Nr. D1-244 „Dėl Išmetamų teršalų iš kurą deginančių įrenginių normų LAND 43 2013 patvirtinimo“.

21. 2015 m. lapkričio 25 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos (ES) 2015/2193 dėl tam tikrų teršalų, išmetamų į orą iš vidutinio dydžio kurą deginančių įrenginių, kiekio apribojimo taikymo sritį patenkinantiems vidutiniams kurą deginantiems įrenginiams.

22. ”Išmetamų teršalų iš vidutinių kurą deginančių įrenginių normos”, patvirtintos Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2017 m. rugsėjo 18 d. Nr. D1-778 „Dėl Išmetamų teršalų iš vidutinių kurą deginančių įrenginių normų patvirtinimo“.

23. ”Specialieji reikalavimai dideliems kurą deginantiems įrenginiams”, patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2013 m. balandžio 10 d. įsakymu Nr. D1-240 „Dėl Specialiųjų reikalavimų dideliems kurą deginantiems įrenginiams patvirtinimo“.

24. 2010 m. Lapkričio 24 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva Dėl pramonės išmetamų teršalų (taršos integruotos prevencijosir kontrolės).

25. Bendroji šiluminė technika. A.Drobavičius, J.Garbaravičius ir kt. Mintis, Vilnius, 1974. 570 p.

26. Taschenbuch fur Heizung und Klimatechnik. E.-R. Schramek. Munchen, Oldenbourg Industrieverlag. 2001. 2017 S.

27. ES standartas EN ISO 17225-1:2021

28. http://www.lignineko.lt/produkcija

29. ES kuro duomenų bazė : https://www.ecn.nl/phyllis2/)

30. Lietuvos durpių įmonių asociacijos duomenys: www.asocdurpes.lt

31. Öl- und Gasfeuerung. Wärmetechnik von Hans-Joachim Dittmann Gentner ,Taschen Fachbuch 2008.

32. https://www.orlenlietuva.lt/LT/OurOffer/Products

33. https://ignitis.lt/duk/gamtiniu-duju-tiekimas

34. Biodujų gamybos ir panaudojimo galimybių, poreikių įvertinimo ir plėtros galimybės. Lietuvos agrarinės ekonomikos institutas. Vilnius. 2018, 137 p.

35. V. Kirsanovs, A. Žandeckis, Investigation of fuel effect on biomass gasification process using equilibrium model. Agronomy Research 13(2), 500–510, 2015. Prieiga per: < http://agronomy.emu.ee/vol132/13_2_26_B5.pdf

36. https://portalcris.vdu.lt/server/api/core/bitstreams/ce973870-fbc6-4ff2-96b8-5bd71799b691/content

37. https://aaa.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/siltnamio-efekta-sukeliancios-dujos-1/es-atl-prekybos-sistema/lietuvoje-taikomos-kuro-grynosios-silumines-vertes-ir-ismetamu-tersalu-faktoriai/

38. Zachariah Steven Baird, Vahur Oja, Oliver Jarvik. The composition of kukersite shale oil. OilShale, 2023, Vol.40, No1, pp.25-43.

39. Lietuvos Respublikos energetikos ministro 2013-09-20 įsakymas Nr. 1-185 Dėl kietojo biokuro apskaitos taisyklių patvirtinimo. (suvestinė redakcija nuo 2020-09-01).

40. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2004-02-11 įsakymas D1-68 Dėl stacionarių taršos šaltinių išmetamų į palinkos orą teršalų ir teršalų aplinkos ore ėminių laboratoriniams tyrimams atlikti ėmimo, matavimų ir tyrimų atlikimo taisyklių patvirtinimo. (suvestinė redakcija nuo 2022-06-21).

Priedas 1.

Instrukcija skaičiuoklės „Emisiju_skaiciavimas_fv5“ naudotojui

Bendra informacija

Iš kurą deginančių įrenginių išmetami į atmosferą teršalų kiekiai apskaičiuojami pagal faktines teršalų koncentracijas dūmuose ir kuro sunaudojimus (už ketvirtį, ar metus).

Skaičiavimo esmė – pagal kuro rūšies elementinę sudėtį (anglis, vandenilis, deguonis, azotas, nedegioji mineralinė dalis, drėgnumas ir kt.) apskaičiuojamas sausų dūmų tūris, tenkanti kuro kiekio vienetui. Pagal suvartojamo kuro kiekį apskaičiuojamas sausų dūmų tūris už pasirinktą periodą. Skaičiavime įvertinamas norminis oro pertekliaus koeficientas pagal normines deguonies koncentracijas kiekvienai kuro rūšiai - katilams (dujiniam, skystam kurui O_2 = 3 %, kietam kurui O_2 = 6 %, turbinoms/varikliams O_2 =15 %), atmetamas vandens garų tūris, todėl skaičiavimas vyksta kuro degiosios masės sausų dūmų atžvilgiu, prie norminių sąlygų (0 ^{0}C , 101,3 kPa).

Pagal teršalų koncentracijas ir sunaudotą kuro kiekį, apskaičiuojamas išmetamų teršalų kiekis per pasirinktą periodą.

Skaičiuoklės duomenų bazėje yra dviejų tipų kuro duomenys – pastovūs kuro parametrų rodikliai ir kintami. Skystojo kuro, gamtinių dujų ir kai kurių kietojo kuro rūšių sudėtis ir šilumingumas yra gana stabilūs, todėl skaičiuoklėje jau įvesti sudėties ir šilumingumo vidutiniai rodikliai. Todėl emisijų skaičiavimuose šių kuro rūšių atvejais reikia įvesti tik kuro kiekį – atitinkamai skystam/kietam kurui tonomis per pasirinktą laikotarpį (pvz. metus), o gamtinėms dujos tūkst. m ^{3} per pasirinktą laikotarpį.

Dujoms, kurių sudėtis kintama (biodujos, suskystintos dujos), skaičiavimams reikia įvesti charakteringus parametrus: biodujoms – metano procentinį kiekį dujose ir atitinkamai dujų sąnaudas tūkst.m^3, suskystintoms dujoms – propano dujų procentinį kiekį ir kiekį **tonomis** per pasirinktą laikotarpį. Kiti šių dujų parametrai apskaičiuojami pagal šiuos įvesties duomenis.

Kietojo kuro charakteristikos gali kisti platesnėse ribose, todėl šioms kuro rūšims reikia įvesti daugiau duomenų – sausos masės peleningumą (As), naudojamo kuro drėgnumą (W) ir apatinį šilumingumą. Pagal tai suskaičiuojami degimui reikalingo oro ir susidarančio sausų dūmų kiekiai.

Pagal kuro sudėtį apskaičiuojamas apatinis kuro šilumingumas, todėl kuro išskirtas energijos kiekis (pvz. per metus) ir teršalų išmetamas kiekis per tą patį periodą, leidžia apskaičiuoti faktinius vidutinius laikotarpio emisijų faktorius (EF) kiekvienam teršalui (NOx, SO_2, KD, CO).

Skaičiuoklė leidžia pasirinkti šias kuro rūšis: gazolis (dyzelinas), mazutas, skalūnų alyva, mediena (naudotina ir medienos granulėms) , ligninas, šiaudai, akmens anglys, lignitas (rusvoji anglis), durpės, grikių lukštas, kaulų miltai, gamtinės dujos, biodujos, suskystintos dujos. Turbinoms ir varikliams kuro pasirinkimas: gamtinės, suskystintos, biodujos ir gazolis (dyzelinas).

Teršalų emisijų ir emisijų faktorių skaičiavimams palengvinti, sukurta ši skaičiavimo skaičiuoklė.

1. Duomenų paruošimas skaičiavimams

1.1 Vidutinių kuro parametrų apskaičiavimas.

Toms kuro rūšims, kurių charakteristikos yra kintančios (pvz. mediena), į skaičiuoklės duomenų langelius reikės įvesti vidutinius už pasirinktą laikotarpį (pvz. už mėnesį, už ketvirtį, už metus) dydžius. Vidutiniai kuro parametrai nustatomi apskaičiuojant proporcingai pagal artimų savybių kuro kiekius:

Vidutinis apatinis šilumingumas, MJ/kg

$$Qv = \frac{Q1 \cdot B1 + Q2 \cdot B2 + Q3 \cdot B3 + .. Qn \cdot Bn}{B1 + B2 + B3 + \cdots Bn}$$

Vidutinis peleningumas, %

$$Av = \frac{A1 \cdot B1 + A2 \cdot B2 + A3 \cdot B3 + .. An \cdot Bn}{B1 + B2 + B3 + \cdots Bn}$$

Vidutinis drėgnumas, %

$$Wv = \frac{W1 \cdot B1 + W2 \cdot B2 + W3 \cdot B3 + .. Wn \cdot Bn}{B1 + B2 + B3 + \cdots Bn}$$

Čia:

A_1, W_1 – pasirinktame periode vidutinės peleningumo ir drėgnumo reikšmės, %;

$B_1..B_n$ – pasirinktame periode sunaudoto kuro kiekis, t;

Q1..Qn – artimų savybių arba pasirinkto laikotarpio kuro grupės apatinis kuro šilumingumas, MJ/kg;

A_1..An – artimų savybių arba pasirinkto laikotarpio kuro peleningumas, %; W_1..Wn – artimų savybių ar pasirinkto laikotarpio kuro drėgnumas, %.

Pavyzdys:

Sausio mėn. sukūrenta 1200 tonų smulkintos medienos kuro, kurio vidutinis šilumingumas 6,62 MJ/kg; kurio vidutinis drėgnumas W = 54%, vidutinis peleningumas A = 5%. Vasario mėn. 1450 tonų atitinkamų parametrų kuro.

Kelių mėnesių kuro duomenys:

Mėnuo	Kuro kiekis, t	Šilumingumas, MJ/kg	Drėgnumas, %	Peleningumas, %
Sausis	1200	6,62	54	5
Vasaris	1450	6,01	56	6
Kovas	1060	7,22	52	4
Balandis	770	8,06	48	4

Gegužė	350	8,88	45	3
Birželis	105	10,98	35	3

Vidutinis už laikotarpį kuro šilumingumas apskaičiuojamas:

Q = (1200·6,62 + 1450·6,01+ 1060·7,22+
770·8,06+350·8,88+105·10,98)/(1200+1450+1060+770+350+105) = 7,14 MJ/kg

Tokiu pat būdu apskaičiuojami kiti vidutiniai kuro parametrai – peleningumas ir drėgnumas.

Naujai projektuojamiems įrenginiams kuro charakteristikas parenka projektuojanti organizacija.

1.2 Kai įmonė turi W ir A duomenis, bet neturi šilumingumo duomenų

Galimi atvejai, kai įmonė turi tik W ir A duomenis (%). Kadangi medžio kamieno degiosios masės šilumingumas nedaug priklauso nuo medžio veislės ir yra apie 18,9 MJ/kg, medienos šilumingumą galima apskaičiuoti pagal šią formulę:

Q =18,9 – 0,21 W – 0,189 A MJ/kg

1.3 Teršalų koncentracijų pasirinkimas

Teršalų koncentracijos (mg/m^3) įvedimui į skaičiuoklę turi būti perskaičiuotos sausų dūmų atžvilgių norminėms sąlygoms, esant norminiam oro pertekliaus koeficientui. Koncentracijos parenkamos šiais principais:

Eksploatuojamiems įrenginiams

- jeigu turimas tik vienas matavimas – jis ir įvedamas,
- jeigu yra daugiau matavimų duomenų per pasirinktą periodą, vidutinės koncentracijos turi būti priimamos pagal norminių teisės aktų tvarka [40].
- jeigu nėra kurio nors teršalo matavimo duomenų, į lentelę 2 įrašomas tekstas „nėra duomenų“, arba „nematuota“, arba „nenormuojama“.

Naujai projektuojamiems įrenginiams

Naujai projektuojamiems įrenginiams įvedamos teršalų ribinės vertės pagal norminius teisės aktus, atsižvelgiant į projektuojamo įrenginio galią:

- Išmetamų teršalų iš kurą deginančių įrenginių normos LAND 43-2013, patvirtintos Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2013 m. balandžio 10 d. įsakymu Nr. D1-244 „Dėl Išmetamų teršalų iš kurą deginančių įrenginių normų LAND 43 2013 patvirtinimo“.
- Išmetamų teršalų iš vidutinių kurą deginančių įrenginių normos, patvirtintos Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2017 m. rugsėjo 18 d. įsakymu Nr. D1-778 „Dėl Išmetamų teršalų iš vidutinių kurą deginančių įrenginių normų patvirtinimo“.
- Specialieji reikalavimai dideliems kurą deginantiems įrenginiams, patvirtinti Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2013 m. balandžio 10 d. įsakymu Nr. D1-240 „Dėl Specialiųjų reikalavimų dideliems kurą deginantiems įrenginiams patvirtinimo“.

Įrenginiams, kurių galia mažesnė nei 0,12 MW, teršalų koncentracijos priimamos vadovaujantis norminiais dokumentais, pvz. :

- 2015 m. balandžio 28 d. Komisijos reglamentas (ES) 2015/1189, kuriuo įgyvendinant Europos Parlamento ir Tarybos direktyvą 2009/125/EB nustatomi kietojo kuro katilų ekologinio projektavimo reikalavimai 2013 m. rugpjūčio 2 d. Komisijos reglamentas (ES) Nr. 813/2013, kuriuo įgyvendinant Europos Parlamento ir Tarybos direktyvą 2009/125/EB nustatomi patalpų šildytuvų ir kombinuotųjų šildytuvų ekologinio projektavimo reikalavimaiStandartas EN 16510:2022 „Residential solid fuel burning appliances - Part 2-1: Roomheaters“
- Kiti galiojantys normatyviniai dokumentai.

2. Skaičiuoklės paleidimas ir pagrindiniai langai

Jeigu Excel skaičiuoklė neįgalina makro komandų

Atidarius **Emisiju_skaiciavimas.xlsm** failą būtina leisti kompiuteriui aktyvuoti **Macro** modulius. Galima spausti dešinį pelės mygtuką ant paties failo ir atidaryti **Properties**. Tada jo lange uždėti varnelę ant **Unblock** parinkties.

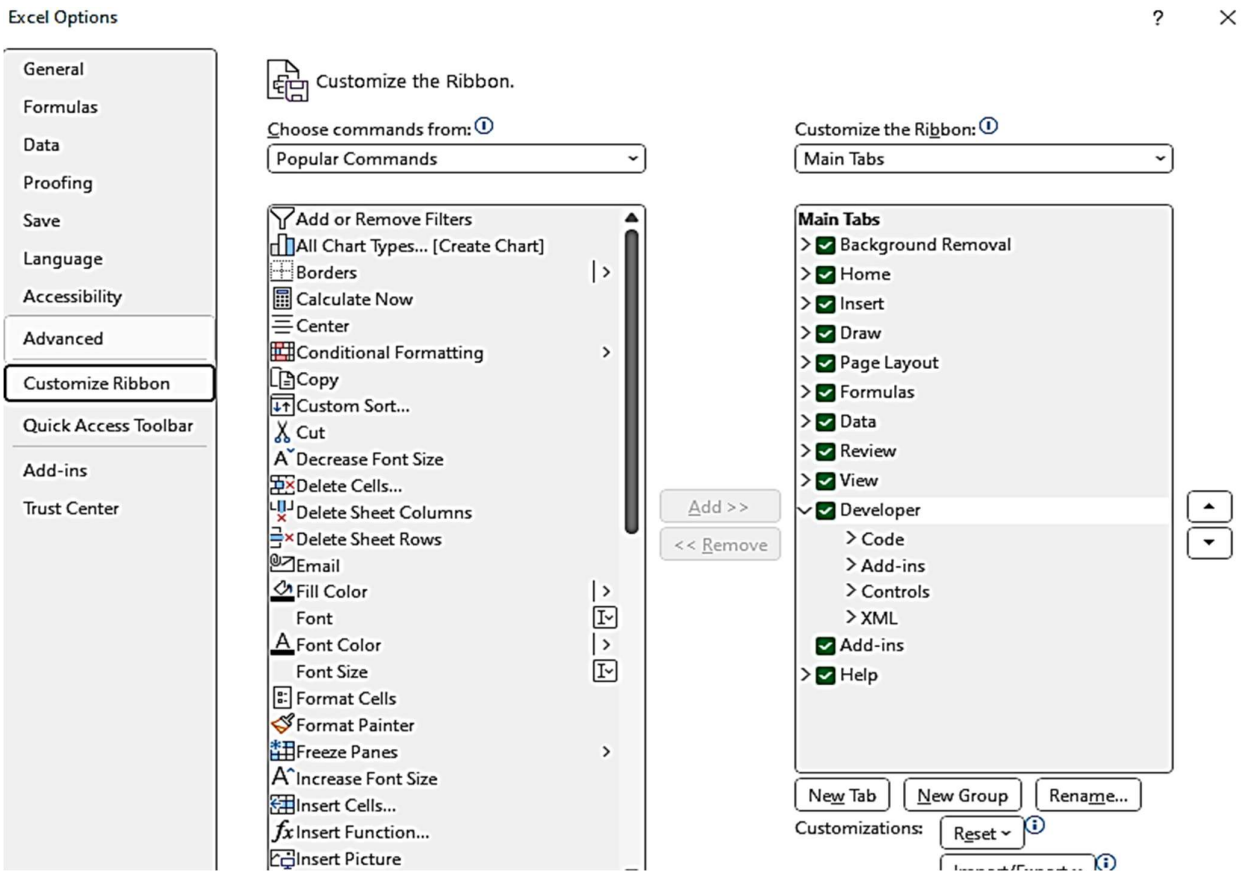
Kitas būdas - **Excel** įrankių juostoje pasirinkite **Developer.**

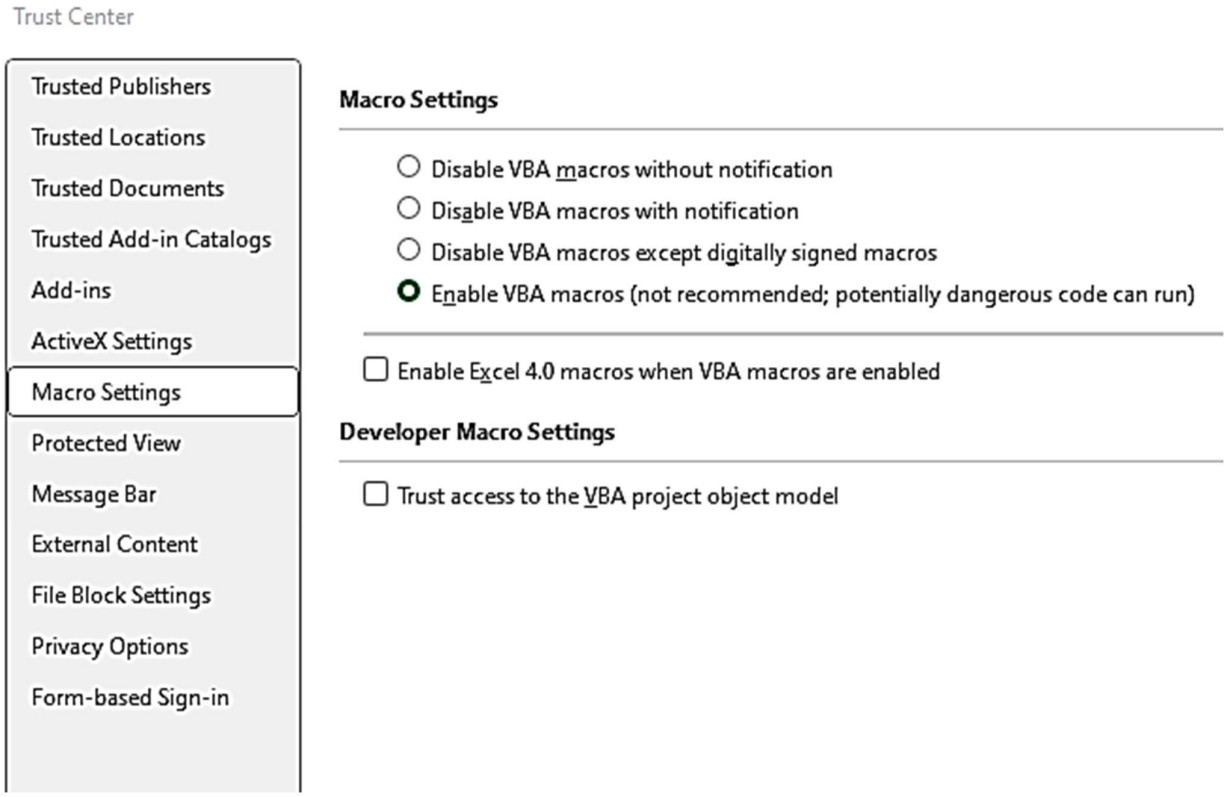
Jeigu nematote **Develope**r skirtuko, tuomet eiti į **File** ir pasirinkti **Options** ir **Customize Ribbon** bei uždėkite varnelę prie **Developer** parinkties.

Po to grįžti į Excel pagrindinį langą, kurio įrankių juostoje turi būti matomas **Developer** įrankis. Pasirinkti:

- **Developer**
  - **Macro Security**
    - **Macro Settings**
      - **EnableVBA**

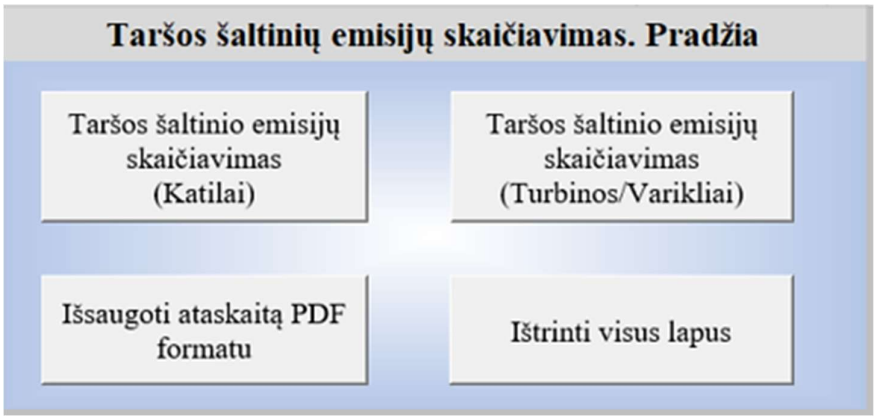
Pastaba: dažnai, pirmą kartą atidarius skaičiuoklę, skaičiuoklės lango viršuje pasirodo juosta, kurioje klausiama ar galima redaguoti dokumentą. Šioje juostoje reikia spausti ***Enable*****,** t.y. įgalinti dirbti. Kitu atveju naudotis viršuje pateikta instrukcija.


Excel Options
General
Formulas
Data
Proofing
Save
Language
Accessibility
Advanced
Customize Ribbon
Quick Access Toolbar
Add-ins
Trust Center
Customize the Ribbon.
Choose commands from:
Popular Commands
Add or Remove Filters
All Chart Types... [Create Chart]
Borders
Calculate Now
Center
Conditional Formatting
Copy
Custom Sort...
Cut
Decrease Font Size
Delete Cells...
Delete Sheet Columns
Delete Sheet Rows
Email
Fill Color
Font
Font Color
Font Size
Format Cells
Format Painter
Freeze Panes
Increase Font Size
Insert Cells...
Insert Function...
Insert Picture
Add >>
<< Remove
Customize the Ribbon:
Main Tabs
Main Tabs
Background Removal
Home
Insert
Draw
Page Layout
Formulas
Data
Review
View
Developer
Code
Add-ins
Controls
XML
Add-ins
Help
New Tab
New Group
Rename...
Customizations:
Reset


Trust Center
Trusted Publishers
Trusted Locations
Trusted Documents
Trusted Add-in Catalogs
Add-ins
ActiveX Settings
Macro Settings
Protected View
Message Bar
External Content
File Block Settings
Privacy Options
Form-based Sign-in
Macro Settings
Disable VBA macros without notification
Disable VBA macros with notification
Disable VBA macros except digitally signed macros
Enable VBA macros (not recommended; potentially dangerous code can run)
Enable Excel 4.0 macros when VBA macros are enabled
Developer Macro Settings
Trust access to the VBA project object model

3. Duomenų įvedimas

Pradinis skaičiuoklės langas skaičiavimams yra **Taršos šaltinio emisijų skaičiavimas. Pradžia.**



Pasirenkama kokiam objektui bus skaičiuojama tarša: **Taršos šaltinio emisijų skaičiavimas Katilai** arba **Turbinos/Varikliai**.

Taršos šaltinis suprantamas kaip kaminas, prie kurio prijungti **vienas** ar **keli** kurą deginantys įrenginiai **katilai**, išskyrus atvejus, kai norminiais teisės aktais atskiri kurą deginantys įrenginiai neturi būti jungiami (pvz., kai per bendra kaminą išmetamąsias dujas šalina esamas ir naujas kurą deginantis įrenginys)**.** Pasirinkimas **Turbinos/Varikliai** taikomas vidaus degimo varikliams ir dujų turbinoms.

Suformuojamas naujas lapas, kurio pavyzdys pateiktas žemiau.
Pradinių duomenų lentelėje užpildykite laukelius D3:D8 su prašoma informacija, įrašant:

- įmonės pavadinimas
- įmonės adresas
- taršos šaltinio numeris – pagal įmonėje priimtą numeraciją ar žymėjimą. Jeigu įvedama pvz. E001 – skaičiuoklė taip ir priims, jeigu įvedama 001 – skaičiuoklė automatiškai sutrumpins užrašą į „1“. Norint išlaikyti užrašą 001, prieš užrašą įvedema apostrofa ` (klavišas virš Tab), pvz., `001 – tuomet šiame laukelyje atitinkamas užrašas išliks.
- metai, kuriems skaičiuojamos emisijos. Gali būti skaičiuojama už praėjusius arba už ateinančius metus. Galima įvesti paaiškinimą, pvz. „už 2025“ arba „planas 2026“. Skaičiuoklė priima bet kokį papildomą užrašą.
- taršos šaltinio vardinė galia – pagal apibrėžimus, pateikiamus norminiuose teisės aktuose, pvz. Išmetamų teršalų iš kurą deginančių įrenginių normose. Taršos šaltinio vardinė galia šios skaičiuoklės skaičiavimuose naudojama tik informacijos tikslais, t .y. šį reikšmė neturi poveikio skaičiavimams.
  Šaltiniu gali būti suprantamas atskiras katilas (variklis/turbina), taip ir įrenginių junginys, kai per bendrą kaminą išmetamąsias dujas šalina daugiau nei vienas kurą deginantis įrenginys. Atitinkami reikės įvesti ir duomenis. Kai pagal norminius teisės aktus kurą deginantys įrenginiai negali būti laikomi vienu įrenginiu, šie įrenginiai vertinami kaip atskiri taršos šaltiniai.

– sunaudotas kuro rūšies kiekis šiam taršos šaltiniui. Įvedus kuro rūšių kiekį šiam šaltiniui, automatiškai formuojamas kuro rūšių kiekį atitinkantis eilučių skaičius **Lentelėje 1**.

Svarbu: *nepraleisti eilutės* ***„kuro rūšių kiekis taršos šaltiniui“ ,*** *nes tuomet nebus suformuojamos eilutės* ***„kuro rūšis“.***
Suklydus dėl kuro rūšių kiekio , galima pasitaisyti, įvedant teisingą skaičių.

Būtina pildyti tik Lenteles 1 ir 2. *Lentelės 3 ir 4 yra automatiškai apskaičiuojamos*

	A	B	C	D	E	F
1	**Taršos šaltinio emisijų skaičiavimas**					
2						
3	Įveskite įmonės pavadinimą:			*Įrašykite*		
4	Įveskite įmonės adresą:			*Įrašykite*		
5	Įveskite taršos šaltinio identifikacinį Nr.:			*Įrašykite*		
6	Įveskite metus, kuriems skaičiuojamos emisijos:			*Įrašykite*		
7	Taršos šaltinio vardinė šiluminė galia, MW:			*Įrašykite*		
8	Įrašykite kuro rūšių kiekį šiam taršos šaltiniui:			*Įrašykite*		
9						
10	**Lentelė 1. Vidutiniai kuro parametrai**					
11	Kuro rūšis	Vidutinis peleningumas, %	Vidutinis drėgnumas, %	Vidutinis kuro šilumingumas, MJ/kg arba MJ/m³	Metano kiekis, %	Propano kiekis, %
12						
13	**Lentelė 2. Skaičiavimo duomenys**					
14	Kuro rūšis	Kuro sąnaudos, t/metus arba tūkst. m³/metus	Vidutinė teršalų koncentracija, mg/m³			
15			NO_x	SO_2	CO	KD
16						
17	**Lentelė 3. Metiniai teršalų emisijų kiekiai**					
18	**, , MW, m.**					
19	Kuro rūšis	NO_x, t/metus	SO_2, t/metus	CO, t/metus	KD, t/metus	
20	**Suma**					
21						
22	**Lentelė 4. Emisijų faktorių reikšmės**					
23	**, , MW, m.**					
24	Kuro rūšis	NO_x, EFg/GJ	SO_2, EFg/GJ	CO, EFg/GJ	KD, EFg/GJ	
25						
26	Ataskaitos data			2025-11-25		
27						
28	Pastabos:					
29						

Lentelė 1.

Suvedus pirminius duomenis langelyje **Kuro rūšis** atsiranda užrašas **Pasirinkite kurą** ir rodyklė dešinėje. Ją paspaudus atsiveria kuro rūšių sąrašas pasirinkimui. Pasirinkite norimą kuro rūšį. Priklausomai nuo kuro rūšies, atsiveria langai kuro sudėties, šilumingumo duomenų pildymui, išskyrus kai pasirenkamos gamtinės dujos, dyzelinas ar mazutas.

Gamtinėms dujoms, dyzelinui, mazutui – nereikia pildyti sudėties ir šilumingumo eilučių.

Kietojo kuro rūšims atsiveria langai pildymui **Vidutinis peleningumas, Vidutinis drėgnumas, Vidutinis kuro šilumingumas.**

Suskystintų dujų atveju reikia įrašyti **propano kiekį** dujose.

Biodujų atveju įrašyti reikia **metano kiekį** dujose.

Pildyti reikia tik tuos langelius, kurie yra su užrašu ***Įrašykite***. Jeigu laukeliai tamsiai pilkos spalvos, tada jų pildyti nereikia, nes tokiu atveju skaičiuoklė naudoja tipinius kuro duomenų bazės duomenis.

Šioje **Lentelėje 1** įrašomi **vidutiniai** kuro duomenys už visą skaičiuojamą laikotarpį, pvz., už metus. Kuro duomenis rekomenduojama apsiskaičiuoti iš anksto, pagal kuro tiekėjo ar kuro analizės duomenis.

Lentelė 2.

Ties langeliu **Kuro sąnaudos t/metus arba tūkst. m^3/metus**, įrašomas kuro kiekis, sunaudotas per laikotarpį, kuriam atliekami skaičiavimai, pvz. per metus.

Kietojo, skystojo kuro ir suskystintų dujų kiekiai įrašomi tonomis per metus (t/metus) ar per kitą pasirinktą laikotarpį.

Gamtinių dujų, biodujų kiekiai įvedami tūkstančiais kubinių metrų per metus (tūkst. m^3/metus) ar per kitą pasirinktą laikotarpį.

Langelyje **Vidutinė teršalų koncentracija**, eksploatuojamiems įrenginiams surašomos išmatuotos, vidutinės per laikotarpį teršalų koncentracijos. Jeigu neturima duomenų apie kurio nors teršalo koncentraciją, tame langelyje reikia įrašyti „nėra duomenų“ arba „nematuota“. Negalima rašyti brūkšnio***, nes skaičiuoklė tai supranta kaip minuso ženklą.*** Jeigu vis tik įrašėte, tada reikia eiti į pradinį puslapį ir paspausti ***„Ištrinti visus lapus“*** ir vėl pradėti duomenų pildymą iš naujo.

Naujiems, projektuojamiems įrenginiams, teršalų koncentracijos įrašomos pagal norminiuose teisės aktuose pateikiamas ribines vertes.

Eksploatuojamiems įrenginiams, jeigu nėra matavimo duomenų, gali būti įrašomos kurą deginančių įrenginių išmetamų teršalų normų ribinės reikšmės atitinkamai pagal norminių teisės aktų duomenis mažiems, vidutiniams ar dideliems įrenginiams.

Užpildžius visus duomenis lentelėse 1 ir 2, lentelėse 3 ir 4 rezultatai apskaičiuojami automatiškai.

Toliau pateikiami įvairių atvejų skaičiavimų pavyzdžiai.

Pavyzdys

Vienas taršos šaltinis, vienas katilas 2 kuro rūšys.

Įvedami duomenys į langelius eilutėse 3-8 .

Pasirenkama kuro rūšių skaičius – 2.
Skaičiuoklė sukuria dvi eilutes kuro rūšių pasirinkimui.
Lentelės 1 stulpelyje **Kuro rūšis** atsiranda užrašas *Pasirinkite kurą* ir gretimame langelyje atsiranda trikampiukas . Jį paspaudus atsiveria kuro rūšių sąrašas. Pasirenkama kuro rūšis, paspaudžiant pelės kairį klavišą. Tada kuro pasirinkimo eilutėje atsiranda užrašas su pasirinkto kuro pavadinimu.
Lentelėje 2 įvedamos kuro sąnaudos už pasirinktą laikotarpį, teršalų koncentracijų duomenys.

Taršos šaltinio emisijų skaičiavimas

Įveskite įmonės pavadinimą:	Energija AB
Įveskite įmonės adresą:	Energijos g. 1, Miestas
Įveskite taršos šaltinio identifikacinį Nr.:	E002
Įveskite metus, kuriems skaičiuojamos emisijos:	už 2025
Taršos šaltinio vardinė šiluminė galia, MW:	8,3
Įrašykite kuro rūšių kiekį šiam taršos šaltiniui:	2

Lentelė 1. Vidutiniai kuro parametrai

Kuro rūšis	Vidutinis peleningumas, %	Vidutinis drėgnumas, %	Vidutinis kuro šlumingumas, MJ/kg arba MJ/m³	Metano kiekis, %	Propano kiekis, %
Gazolis (Dyzelinas)					
Gamtinės dujos					

Lentelė 2. Skaičiavimo duomenys

Kuro rūšis	Kuro sąnaudos, t/metus arba tūkst. m³/metus	Vidutinė teršalų koncentracija, mg/m³			
		NO_x	SO_2	CO	KD
Gazolis (Dyzelinas)	100	220	10	20	10
Gamtinės dujos	20000	100	nematuota	5	nematuota

Lentelė 3. Metiniai teršalų emisijų kiekiai

Energija AB, E002, 8,3 MW, už 2025 m.

Kuro rūšis	NO_x, t/metus	SO_2, t/metus	CO, t/metus	KD, t/metus
Gazolis (Dyzelinas)	0,2632	0,0120	0,0239	0,0120
Gamtinės dujos	21,1366	0,0000	1,0568	0,0000
Suma	**21,3998**	**0,0120**	**1,0808**	**0,0120**

Lentelė 4. Emisijų faktorių reikšmės

Energija AB, E002, 8,3 MW, už 2025 m.

Kuro rūšis	NO_x, EFg/GJ	SO_2, EFg/GJ	CO, EFg/GJ	KD, EFg/GJ
Gazolis (Dyzelinas)	61,327	2,788	5,575	2,788
Gamtinės dujos	28,781	0,000	1,439	0,000

Ataskaitos data 2025-11-25

Pastabos:

Atlikus visus skaičiavimus (kiekvieną kartą suformuojamas dar vienas puslapis), sugrįžus į pradinį langą **Pradžia**, pasirenkama **Išsaugoti ataskaitą PDF formatu.** Atsidaro langas su suformuota ataskaita, kurią galima išsaugoti kaip atskirą PDF failą kompiuteryje. Ataskaita išsaugojama toje pat kompiuterio vietoje, kur yra patalpintas **Emisiju_skaiciavimas.xlsm** failas.

Ataskaitoje automatiškai suformuojama duomenų pildymo data.

Pavyzdys

2 katilai, 2 kuro rūšys, teršalų matavimai atlikti kiekvienai kuro rūšiai .

Katilo Nr.1 galia yra 5,23 MW , kūrena medieną, o katilo Nr.2 galia yra 4,7 MW ir kūrena dyzeliną, tačiau dūmų išmetimas vyksta per tą patį kaminą. Eilutėje 8 įvedam 2.

Įveskite įmonės pavadinimą:	Energija
Įveskite įmonės adresą:	Energijos g. 1 , Miestas
Įveskite taršos šaltinio identifikacinį Nr.:	E002
Įveskite metus, kuriems skaičiuojamos emisijos:	2025
Taršos šaltinio vardinė šiluminė galia, MW:	5,23+4,7
Įrašykite kuro rūšių kiekį šiam taršos šaltiniui:	2

Lentelė 1. Vidutiniai kuro parametrai

Kuro rūšis	Vidutinis peleningumas, %	Vidutinis drėgnumas, %	Vidutinis kuro šlumingumas, MJ/kg arba MJ/m³	Metano kiekis, %	Propano kiekis, %
Mediena	0,9	33	11,8000		
Gazolis (Dyzelinas)					

Lentelė 2. Skaičiavimo duomenys

Kuro rūšis	Kuro sąnaudos, t/metus arba tūkst. m³/metus	Vidutinė teršalų koncentracija, mg/m³			
		NO_x	SO_2	CO	KD
Mediena	100	220	10	20	60
Gazolis (Dyzelinas)	50	100	nematuota	5	nematuotta

Lentelė 3. Metiniai teršalų emisijų kiekiai

Įrašykite, Įrašykite, Įrašykite MW, Įrašykite m.				
Kuro rūšis	NO_x, t/metus	SO_2, t/metus	CO, t/metus	KD, t/metus
Mediena	0,0953	0,0043	0,0087	0,0260
Gazolis (Dyzelinas)	0,0598	0,0000	0,0030	0,0000
Suma	**0,1551**	**0,0043**	**0,0117**	**0,0260**

Lentelė 4. Emisijų faktorių reikšmės

Įrašykite, Įrašykite, Įrašykite MW, Įrašykite m.				
Kuro rūšis	NO_x, EFg/GJ	SO_2, EFg/GJ	CO, EFg/GJ	KD, EFg/GJ
Mediena	80,792	3,672	7,345	22,034
Gazolis (Dyzelinas)	27,876	0,000	1,394	0,000

Ataskaitos data	2025-11-26
Pastabos:	

Ataskaitos spausdinimui einama į pradinį puslapį **Pradžia** ir toliau kaip buvo aprašyta ankstesniame pavyzdyje.

Pavyzdys

Prie kamino prijungti keli įvairios galios katilai , naudojantys po vieną kuro rūšį ir matavimai atlikti dūmtakiuose už kiekvieno katilo, o ne bendrame taršos šaltinyje.

Galimi keli pasirinkimai:

Formuojant ataskaitą spausdinimui, kiekvienas ataskaitos lapas bus skirtas vienam įrenginiui.

1 variantas. Skaičiavimai visiems katilams atliekami tame pačiame lape. Taršos šaltinio galia įvedama iš sudedamųjų galių pvz. 5,1 + 3,5 + 8,6. Taip ataskaitoje bus aišku, kad šaltinis susideda iš kelių įrenginių. Kuro rūšių pasirinkimo eilutėje įvedama tiek kuro rūšių, kad atspindėtų visus atvejus – pvz. katilas Nr1 naudoja 2 kuro rūšis, katilas Nr2 naudoja 1 kuro rūšį, o katilas Nr3 naudoja 1 kuro rūšį.

Tada kuro rūšių kiekį įvesti 4 ir bus suformuotos 4 kuro rūšių pasirinkimo eilutės. Pirmas 2 eilutes skirkime katilui Nr1, sekančią vieną eilutę – katilui Nr2, o kitą vieną eilutę – katilui Nr3. Atitinkamai reikės įvesti kuro parametrus jeigu reikalaujama , kiekvieno kuro suvartojimą ir atitinkamas teršalų koncentracijas.

Po **Lentelė 4** yra skirta vietos paaiškinantiems įrašams - **Pastabos.**

Čia įrašomi paaiškinimai, pvz.: katilas Nr1 naudoja medieną ir ligniną, katilas Nr2 naudoja dyzeliną, katilas Nr3 naudoja gamtines dujas.

Suformuotoje ataskaitoje bus pateikiama išmetamų teršalų kiekių suma pagal teršalo rūšį, bendra visiems katilams.

Taršos šaltinio emisijų skaičiavimas

Įveskite įmonės pavadinimą:	Energija AB
Įveskite įmonės adresą:	Energijos g. 1, Miestas
Įveskite taršos šaltinio identifikacinį Nr.:	kaminas 01
Įveskite metus, kuriems skaičiuojamos emisijos:	už 2025
Taršos šaltinio vardinė šluminė galia, MW:	5,1+3,5+8,6
Įrašykite kuro rūšių kiekį šiam taršos šaltiniui:	4

Lentelė 1. Vidutiniai kuro parametrai

Kuro rūšis	Vidutinis peleningumas, %	Vidutinis drėgnumas, %	Vidutinis kuro šlumingumas, MJ/kg arba MJ/m³	Metano kiekis, %	Propano kiekis, %
Mediena	0,9	33	11,8000		
Ligninas	3,6	53	7,0900		
Gazolis (Dyzelinas)					
Gamtinės dujos					

Lentelė 2. Skaičiavimo duomenys

Kuro rūšis	Kuro sąnaudos, t/metus arba tūkst. m³/metus	Vidutinė teršalų koncentracija, mg/m³			
		NO_x	SO_2	CO	KD
Mediena	1000	380	nėra duomenų	1000	300
Ligninas	200	420	10	500	320
Gazolis (Dyzelinas)	20	230	5	10	nematuota
Gamtinės dujos	100	180	nematuota	20	nematuota

Lentelė 3. Metiniai teršalų emisijų kiekiai

Energija AB, kaminas 01, 5,1+3,5+8,6 MW, už 2025 m.				
Kuro rūšis	NO_x, t/metus	SO_2, t/metus	CO, t/metus	KD, t/metus
Mediena	1,6467	0,0000	4,3334	1,3000
Ligninas	0,3157	0,0075	0,3758	0,2405
Gazolis (Dyzelinas)	0,0550	0,0012	0,0024	0,0000
Gamtinės dujos	0,1902	0,0000	0,0211	0,0000
Suma	**2,2076**	**0,0087**	**4,7328**	**1,5406**

Lentelė 4. Emisijų faktorių reikšmės

Energija AB, kaminas 01, 5,1+3,5+8,6 MW, už 2025 m.				
Kuro rūšis	NO_x, EFg/GJ	SO_2, EFg/GJ	CO, EFg/GJ	KD, EFg/GJ
Mediena	139,550	0,000	367,237	110,171
Ligninas	222,638	5,301	265,045	169,629
Gazolis (Dyzelinas)	64,115	1,394	2,788	0,000
Gamtinės dujos	51,805	0,000	5,756	0,000

Ataskaitos data	2025-11-25
Pastabos:	

Pradžia | Taršos šaltinis 1

2 variantas. Kiekvienam katilui skiriamas atskiras skaičiavimo lapas. Pradžios lape pasirenkame **Taršos šaltinio emisijų skaičiavimas (Katilai)** , tada atsidaro skaičiavimo langas pirmam katilui. Įvedus pirmojo katilo duomenis, kuro rūšių skaičių 1, pasirenkamas kuras, suvedami kuro kiekio duomenys, teršalų koncentracijos. Skaičiuoklė užpildo lenteles 3 ir 4.

Tada kuriamas lapas antram katilui. Tuo tikslu einama į puslapio apačioje esantį užrašą **Pradžia**. Atsivėrus pradiniam skaičiuoklės langui vėl pasirenkama **Taršos šaltinio emisijų skaičiavimas (Katilai)** , tada atsiveria naujas langas , kuriame suvedami kito katilo duomenys.

Jeigu yra daugiau katilų, kaskart pradžios puslapyje **Pradžia** pasirenkant naują įrenginį - **Taršos šaltinio emisijų skaičiavimas (Katilai)** (arba turbiną/variklį), tada formuojamas sekantis skaičiavimo lapas ir ten suvedami to įrenginio duomenys. Jeigu tas įrenginys dirba keliomis kuro rūšimis tada skaičiavimų puslapyje įvedamas to įrenginio kuro rūšių kiekis ir įvedami atskiri duomenys kiekvienam kurui.

Taršos šaltinio emisijų skaičiavimas

Įveskite įmonės pavadinimą:	Energija AB
Įveskite įmonės adresą:	Energijos g. 1, Miestas
Įveskite taršos šaltinio identifikacinį Nr.:	kaminas 01, katilas Nr1
Įveskite metus, kuriems skaičiuojamos emisijos:	už 2025
Taršos šaltinio vardinė šiluminė galia, MW:	5,1
Įrašykite kuro rūšių kiekį šiam taršos šaltiniui:	2

Lentelė 1. Vidutiniai kuro parametrai

Kuro rūšis	Vidutinis peleningumas, %	Vidutinis drėgnumas, %	Vidutinis kuro šlumingumas, MJ/kg arba MJ/m³	Metano kiekis, %	Propano kiekis, %
Mediena	0,9	33	11,8000		
Ligninas	3,6	53	7,0900		

Lentelė 2. Skaičiavimo duomenys

Kuro rūšis	Kuro sąnaudos, t/metus arba tūkst. m³/metus	Vidutinė teršalų koncentracija, mg/m³			
		NO_x	SO_2	CO	KD
Mediena	1000	380	nėra duomenų	1000	300
Ligninas	200	420	10	500	320

Lentelė 3. Metiniai teršalų emisijų kiekiai

Energija AB, kaminas 01, katilas Nr1, 3,1 MW, už 2025 m.				
Kuro rūšis	NO_x, t/metus	SO_2, t/metus	CO, t/metus	KD, t/metus
Mediena	1,6467	0,0000	4,3334	1,3000
Ligninas	0,3157	0,0075	0,3758	0,2405
Suma	**1,9624**	**0,0075**	**4,7092**	**1,5406**

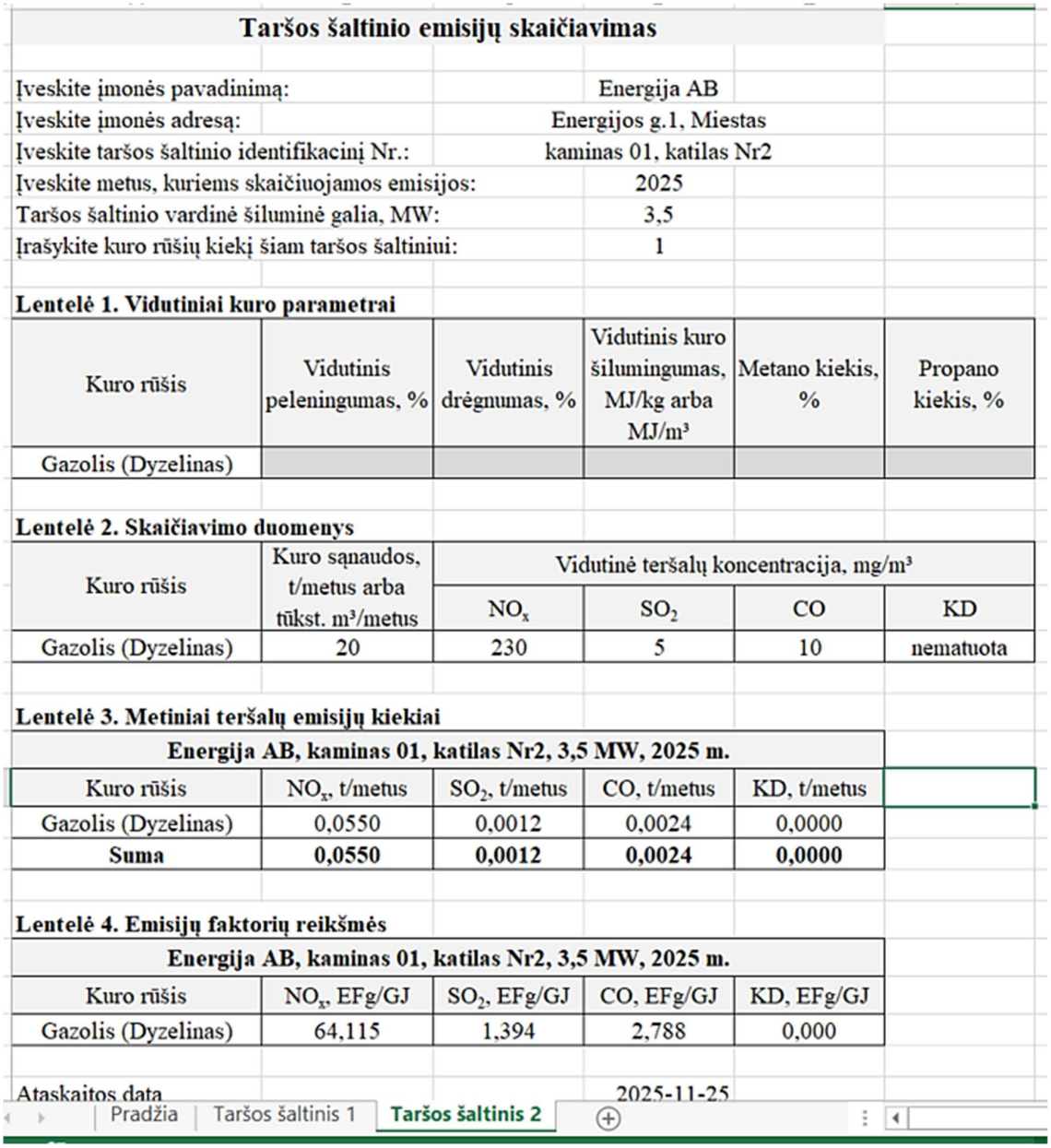
Lentelė 4. Emisijų faktorių reikšmės

Energija AB, kaminas 01, katilas Nr1, 3,1 MW, už 2025 m.				
Kuro rūšis	NO_x, EFg/GJ	SO_2, EFg/GJ	CO, EFg/GJ	KD, EFg/GJ
Mediena	139,550	0,000	367,237	110,171
Ligninas	222,638	5,301	265,045	169,629

Ataskaitos data	2025-11-25

Pastabos:

Pradžia | **Taršos šaltinis 1** | Taršos šaltinis 2



Taršos šaltinio emisijų skaičiavimas

Įveskite įmonės pavadinimą:	Energija AB
Įveskite įmonės adresą:	Energijos g.1, Miestas
Įveskite taršos šaltinio identifikacinį Nr.:	kaminas 01, katilas Nr2
Įveskite metus, kuriems skaičiuojamos emisijos:	2025
Taršos šaltinio vardinė šiluminė galia, MW:	3,5
Įrašykite kuro rūšių kiekį šiam taršos šaltiniui:	1

Lentelė 1. Vidutiniai kuro parametrai

Kuro rūšis	Vidutinis peleningumas, %	Vidutinis drėgnumas, %	Vidutinis kuro šilumingumas, MJ/kg arba MJ/m³	Metano kiekis, %	Propano kiekis, %
Gazolis (Dyzelinas)					

Lentelė 2. Skaičiavimo duomenys

Kuro rūšis	Kuro sąnaudos, t/metus arba tūkst. m³/metus	Vidutinė teršalų koncentracija, mg/m³			
		NO_x	SO_2	CO	KD
Gazolis (Dyzelinas)	20	230	5	10	nematuota

Lentelė 3. Metiniai teršalų emisijų kiekiai

Energija AB, kaminas 01, katilas Nr2, 3,5 MW, 2025 m.				
Kuro rūšis	NO_x, t/metus	SO_2, t/metus	CO, t/metus	KD, t/metus
Gazolis (Dyzelinas)	0,0550	0,0012	0,0024	0,0000
Suma	**0,0550**	**0,0012**	**0,0024**	**0,0000**

Lentelė 4. Emisijų faktorių reikšmės

Energija AB, kaminas 01, katilas Nr2, 3,5 MW, 2025 m.				
Kuro rūšis	NO_x, EFg/GJ	SO_2, EFg/GJ	CO, EFg/GJ	KD, EFg/GJ
Gazolis (Dyzelinas)	64,115	1,394	2,788	0,000

Ataskaitos data 2025-11-25

Pradžia | Taršos šaltinis 1 | Taršos šaltinis 2

Puslapio apačioje esančius pavadinimus **Taršos šaltinis 1, Taršos šaltinis 2** ir tolimesnių puslapių pavadinimus galima pakeisti savo nuožiūra, paspaudus dešinį pelės klavišą ir pasirinkus komandą **Rename.**

Užpildžius visus lapus, grįžtama į **Pradžia** ir pasirenkama **Išsaugoti ataskaita PDF formatu.** Ataskaitą sudarys tiek lapų, kiek lapų buvo pildoma.

Pavyzdys

Kada turimi detalesni teršalų koncentracijų duomenys esant skirtingiems katilo našumams.

Su skaičiuokle galima atlikti detalesnius skaičiavimus, kada koncentracijos žinomos dirbant katilui skirtingais našumais, pvz. 20-40% (mažu našumu); 40-60% (vidutiniu našumu); 60-100% nominalaus (dideliu našumu). Gali būti ir kitoks našumų suskirstymas, pvz. vasaros ir žiemos režimai.

Skaičiavimus galima atlikti tokiu būdu:

Pradžia , pasirenkamas **Katilas**. Pildant 8 eilutę įvedamas toks kuro rūšių skaičius , kuris atitiktų tiek katilo našumų, kiek norima skaičiuoti, pvz. jeigu 3 našumai – mažas, vidutinis, didelis, tada pasirenkamas kuro rūšių skaičius 3. Tada skaičiuoklė formuoja tris kuro eilutes. Kiekvienoje jų įvedama ta pati kuro rūšis. Įvedami atitinkami duomenys – kiek kuro sudeginta dirbant minimaliu režimu ir teršalų koncentracijos dirbant tokiu našumu, sekančioje eilutėje – atitinkami vidutinio našumo duomenys, trečioje eilutėje – didelio našumo duomenys.

Pavyzdys.

Įmonėje yra daug taršos šaltinių (pavyzdyje – 4)

Kai įmonėje yra daug taršos šaltinių, tuomet kuriamos ataskaitos kiekvienam taršos šaltiniui atitinkamai įvedant taršos šaltinio identifikacinį žymėjimą. Duomenų įvedimo seka tokia pat kaip ankstesniuose pavyzdžiuose. Atlikus skaičiavimą taršos šaltiniui 1, vėl grįžtama atidarant langą **Pradžia**.

Tada vėl pasirenkama **Taršos šaltinio emisijų skaičiavimas (Katilai)** arba **Turbinos/Varikliai (**jeigu skaičiuojama varikliui**).**

Skaičiuoklė suformuoja naują lapą (pavadinimas **Taršos šaltinis 2**), kuriame vėl pildomi duomenys bet jau kitam taršos šaltiniui.

Tokiu pat būdu suformuojama tiek skaičiavimo lapų, kiek yra šaltinių.



Galiausiai formuojama bendra ataskaita – grįžtama į pradinį puslapį **Pradžia**, tada spaudžiama **Išsaugoti ataskaitą PDF formatu** ir ataskaita bus suformuota.

Rekomendacija.

Rekomenduojama išnaudoti galimybę kiekvieno puslapio apačioje langelyje **Pastabos,** įrašyti duomenis apie naudojamas taršos mažinimo priemones ir/ar kitą informaciją, kuri svarbi ir turi išlikti susieta su ataskaita.

Priedas 2. Skaičiuoklės tekstas

Modulis ThisWorkbook

```
Option Explicit

Private Sub Workbook_Open()
   On Error Resume Next
   ThisWorkbook.Sheets("_FuelDB").Visible = xlSheetVeryHidden
   ThisWorkbook.Sheets("_FuelDBV").Visible = xlSheetVeryHidden
   Call ModEvents.InitializeSheetEvents
   On Error GoTo 0

   ' Optional: protect Pradžia (if you had this previously)
   ' Call ProtectPradzia
End Sub

Private Sub Workbook_NewSheet(ByVal sh As Object)
   On Error Resume Next
   ModEvents.AttachSheetHandler sh
   ModEvents.ApplyPlaceholders sh
   On Error GoTo 0
End Sub
```

Modulis ModButtons

```
Option Explicit

' --- Helper function: Generate next "Taršos šaltinis X" name ---
Private Function GetNextTarsosSaltinisName() As String
   Dim ws As Worksheet
   Dim i As Long, exists As Boolean
   Dim newName As String

   i = 1
   Do
      newName = "Tar" & ChrW(&H161) & "os " & ChrW(&H161) & "altinis " & i
      exists = False
      For Each ws In ThisWorkbook.Sheets
         If StrComp(ws.Name, newName, vbTextCompare) = 0 Then
            exists = True
            Exit For
         End If
      Next ws
      If exists Then i = i + 1
   Loop While exists

   GetNextTarsosSaltinisName = newName
End Function
```

```
' --- Button 1: Katilai ---
Public Sub BtnGenerateKatilai()
    Dim ws As Worksheet
    Dim newSheetName As String

    newSheetName = GetNextTarsosSaltinisName()

    ' Add new sheet
    Set ws =
ThisWorkbook.Sheets.Add(After:=ThisWorkbook.Sheets(ThisWorkbook.Sheets.count))
    ws.Name = newSheetName

    ' Call Prefill logic for Katilai
    ModPrefill.PrefillNewKatilas ws
    ' --- Keep "Pradžia" always first ---
On Error Resume Next
ThisWorkbook.Sheets("Pradžia").Move Before:=ThisWorkbook.Sheets(1)
On Error GoTo 0

End Sub

' --- Button 2: Varikliai ---
Public Sub BtnGenerateVarikliai()
    Dim ws As Worksheet
    Dim newSheetName As String

    newSheetName = GetNextTarsosSaltinisName()

    ' Add new sheet
    Set ws =
ThisWorkbook.Sheets.Add(After:=ThisWorkbook.Sheets(ThisWorkbook.Sheets.count))
    ws.Name = newSheetName

    ' Call Prefill logic for Varikliai
    ModPrefillVariklis.PrefillNewVariklis ws
    ' --- Keep "Pradžia" always first ---
On Error Resume Next
ThisWorkbook.Sheets("Pradžia").Move Before:=ThisWorkbook.Sheets(1)
On Error GoTo 0

End Sub
```

Modulis ModClearSheets

```
Public Sub ClearAllSheetsExceptPradzia()
    Dim ws As Worksheet
    Dim wsPradzia As Worksheet
    Dim response As VbMsgBoxResult
    Dim sheetCount As Long
```

```
' --- Find & hold a direct reference to the Pradžia sheet (robust to encoding) ---
Set wsPradzia = Nothing
On Error Resume Next
Set wsPradzia = ThisWorkbook.Sheets("Pradžia")
If wsPradzia Is Nothing Then Set wsPradzia = ThisWorkbook.Sheets("Prad¸ia")
If wsPradzia Is Nothing Then Set wsPradzia = ThisWorkbook.Sheets("Pradzia")
On Error GoTo 0

' --- Confirm deletion (using ChrW for correct Lithuanian text) ---
response = MsgBox("Ar tikrai norite i" & ChrW(&H161) & "trinti visus lapus?", _
           vbYesNo + vbExclamation, _
           "Patvirtinti i" & ChrW(&H161) & "trynim" & ChrW(&H105))
If response <> vbYes Then Exit Sub

Application.DisplayAlerts = False

' --- Delete all sheets except Pradžia and _FuelDB ---
For sheetCount = ThisWorkbook.Sheets.count To 1 Step -1
   Set ws = ThisWorkbook.Sheets(sheetCount)

   If (Not wsPradzia Is Nothing And ws.Name = wsPradzia.Name) _
Or StrComp(Trim(ws.Name), "_FuelDB", vbTextCompare) = 0 _
Or StrComp(Trim(ws.Name), "_FuelDBV", vbTextCompare) = 0 Then
' keep

   Else
      If ws.ProtectContents Or ws.ProtectDrawingObjects Or ws.ProtectScenarios Then
         ws.Unprotect
      End If
      On Error Resume Next
      ws.Cells.UnMerge
      ws.Delete
      On Error GoTo 0
   End If
Next sheetCount

Application.DisplayAlerts = True

' --- Refresh UI & activate Pradžia only if we have it ---
On Error Resume Next
Application.ScreenUpdating = False
If Not wsPradzia Is Nothing Then wsPradzia.Activate
Application.CalculateFullRebuild
DoEvents
Application.ScreenUpdating = True
On Error GoTo 0

' --- Final message ---
If Not wsPradzia Is Nothing Then
```

```
        wsPradzia.Select
    Else
        MsgBox "Klaida: pagrindinis lapas 'Prad" & ChrW(&H17E) & "ia' nerastas!", vbCritical
        Exit Sub
    End If
' --- Rebuild event handlers so placeholders work again ---
Call ModEvents.InitializeSheetEvents

    MsgBox "Visi lapai i" & ChrW(&H161) & "trinti.", vbInformation
End Sub
```

Modulis ModEvents

```
Option Explicit

' ========================================
'   GLOBAL HANDLERS ARRAY
' ========================================
Public SheetHandlers() As clsSheetEvents


' ========================================
'   ATTACH EVENT HANDLER TO NEW SHEET
' ========================================
Public Sub AttachSheetHandler(newSheet As Worksheet)
    Dim n As Long
    Dim i As Long
    Dim exists As Boolean

    On Error Resume Next

    ' --- Initialize the array if needed ---
    If Not IsArrayAllocated(SheetHandlers) Then
        ReDim SheetHandlers(0)
        n = 0
    Else
        ' --- Check if handler for this sheet already exists (safely) ---
        exists = False
        For i = LBound(SheetHandlers) To UBound(SheetHandlers)
            If Not SheetHandlers(i) Is Nothing Then
                If Not SheetHandlers(i).ws Is Nothing Then
                    If StrComp(SheetHandlers(i).ws.Name, newSheet.Name, vbTextCompare) = 0 Then
                        exists = True
                        Exit For
                    End If
                End If
            End If
        Next i

        ' --- If not found, add a new one ---
```

```
        If Not exists Then
            n = UBound(SheetHandlers) + 1
            ReDim Preserve SheetHandlers(n)
        Else
            Exit Sub
        End If
    End If

    ' --- Create the new class handler ---
    Set SheetHandlers(n) = New clsSheetEvents
    Set SheetHandlers(n).ws = newSheet

    On Error GoTo 0
End Sub



' ========================================
'   REATTACH ALL SHEETS (used after ClearAllSheetsExceptPradzia)
' ========================================
Public Sub ReattachAllSheetHandlers()
    Dim ws As Worksheet
    Dim i As Long

    ' Reset array
    Erase SheetHandlers

    ' Reattach to all visible sheets except hidden DB
    For Each ws In ThisWorkbook.Sheets
        If StrComp(ws.Name, "_FuelDB", vbTextCompare) <> 0 Then
            If StrComp(ws.Name, "Prad¸ia", vbTextCompare) <> 0 And _
               StrComp(ws.Name, "Pradzia", vbTextCompare) <> 0 Then
                AttachSheetHandler ws
            End If
        End If
    Next ws
End Sub


' ========================================
'   HELPER: IS ARRAY ALLOCATED
' ========================================
Private Function IsArrayAllocated(arr() As clsSheetEvents) As Boolean
    On Error Resume Next
    IsArrayAllocated = (UBound(arr) >= LBound(arr))
    On Error GoTo 0
End Function


' ========================================
```

```
'  APPLY PLACEHOLDERS (Trigger for Specific Sheet)
' ========================================
Public Sub ApplyPlaceholders(ws As Worksheet)
    Dim nRows As Long, t1Start As Long, t2Start As Long
    Dim r As Long, c As Variant
    Dim cell As Range

    On Error Resume Next
    If IsNumeric(ws.Range("D8").Value) Then nRows = CLng(ws.Range("D8").Value)
    On Error GoTo 0
    If nRows < 1 Then Exit Sub

    t1Start = 10
    t2Start = t1Start + 3 + nRows

    Application.EnableEvents = False

    ' === Header placeholders D3:D8 ===
    Dim placeholders As Object
    Set placeholders = CreateObject("Scripting.Dictionary")
    With placeholders
        .Add "D3", ChrW(&H12E) & "veskite " & ChrW(&H12F) & "mon" & ChrW(&H117) &
"s pavadinim" & ChrW(&H105)
        .Add "D4", ChrW(&H12E) & "veskite " & ChrW(&H12F) & "mon" & ChrW(&H117) &
"s adres" & ChrW(&H105)
        .Add "D5", ChrW(&H12E) & "veskite tar" & ChrW(&H161) & "os " & ChrW(&H161) &
"altinio identifikacin" & ChrW(&H12F) & " Nr."
        .Add "D6", ChrW(&H12E) & "veskite metus, kuriems skai" & ChrW(&H10D) &
"iuojamos emisijos"
        .Add "D7", "Tar" & ChrW(&H161) & "os " & ChrW(&H161) & "altinio vardin" &
ChrW(&H117) & " " & ChrW(&H161) & "ilumin" & ChrW(&H117) & " galia (MW)"
        .Add "D8", ChrW(&H12E) & "ra" & ChrW(&H161) & "ykite kuro r" & ChrW(&H16B) &
ChrW(&H161) & "i" & ChrW(&H173) & " kiek" & ChrW(&H12F)
    End With

    Dim key As Variant
    For Each key In placeholders.Keys
        With ws.Range(key)
            If Trim(.Value) = "" Then
                .Value = placeholders(key)
                .Font.Color = RGB(160, 160, 160)
                .Font.Italic = True
            End If
        End With
    Next key

    ' === Table 1 placeholders (skip header at row 11) ===
    For r = 12 To 10 + nRows
        For Each c In Array(1, 2, 3, 4, 5, 6)
            With ws.Cells(r, c)
```

```
            ' only fill if truly empty and cell background is white (editable)
            If Trim(.Value) = "" And .Interior.Color = RGB(255, 255, 255) Then
               If c = 1 Then
                  .Value = "Pasirinkite kur" & ChrW(&H105)
               Else
                  .Value = ChrW(&H12E) & "ra" & ChrW(&H161) & "ykite"
               End If
               .Font.Color = RGB(160, 160, 160)
               .Font.Italic = True
            End If
         End With
      Next c
   Next r

   ' === Table 2 placeholders ===
   For r = t2Start + 3 To t2Start + 2 + nRows
      For Each c In Array(2, 3, 4, 5, 6)
         With ws.Cells(r, c)
            If Trim(.Value) = "" And .Interior.Color = RGB(255, 255, 255) Then
               .Value = ChrW(&H12E) & "ra" & ChrW(&H161) & "ykite"
               .Font.Color = RGB(160, 160, 160)
               .Font.Italic = True
            End If
         End With
      Next c
   Next r

   Application.EnableEvents = True
End Sub



' ========================================
'  FORCE REFRESH PLACEHOLDERS FOR ALL SHEETS
' ========================================
Public Sub ApplyPlaceholdersToAll()
   Dim i As Long
   If Not IsArrayAllocated(SheetHandlers) Then Exit Sub

   On Error Resume Next
   For i = LBound(SheetHandlers) To UBound(SheetHandlers)
      If Not SheetHandlers(i) Is Nothing Then
         SheetHandlers(i).RefreshPlaceholders
      End If
   Next i
   On Error GoTo 0
End Sub


' ========================================
```

```
'   INITIALIZATION (Workbook Open)
' ========================================
Public Sub InitializeSheetEvents()
    Dim ws As Worksheet
    On Error Resume Next
    Erase SheetHandlers

    For Each ws In ThisWorkbook.Sheets
        If StrComp(ws.Name, "_FuelDB", vbTextCompare) <> 0 Then
            AttachSheetHandler ws
        End If
    Next ws
    On Error GoTo 0
End Sub

Public Sub ApplyDColumnPlaceholders(ws As Worksheet)
    Dim nRows As Long, t1Start As Long, r As Long
    On Error Resume Next
    If IsNumeric(ws.Range("D8").Value) Then nRows = CLng(ws.Range("D8").Value)
    On Error GoTo 0
    If nRows < 1 Then Exit Sub

    t1Start = 10
    Application.EnableEvents = False

    ' We fill every row below the header (row 11) up to nRows count
    For r = 12 To 11 + nRows
        With ws.Cells(r, 4)
            ' Only put placeholder if cell truly empty (no numeric value)
            If Trim(CStr(.Value)) = "" Or IsEmpty(.Value) Then
                .Value = ChrW(&H12E) & "ra" & ChrW(&H161) & "ykite"
                .Font.Color = RGB(160, 160, 160)
                .Font.Italic = True
            End If
        End With
    Next r

    Application.EnableEvents = True
End Sub
```

Modulis ModGeneratePDF

```
Public Sub ExportPDF_AllExceptPradzia()
    Dim ws As Worksheet
    Dim shtNames() As String
    Dim i As Long, count As Long
    Dim pdfPath As String
    Dim dummyInserted As Boolean

    ' Ensure workbook is saved
```

```
If ThisWorkbook.Path = "" Then
   MsgBox "Prašome išsaugoti failą prieš generuojant PDF.", vbExclamation
   Exit Sub
End If

count = 0
' Count sheets to export (ignore Sheet1 (Pradžia) and internal _FuelDB/_FuelDBV)
For Each ws In ThisWorkbook.Sheets
   If Not ws Is Sheet1 _
     And Left$(ws.Name, 1) <> "_" Then
      count = count + 1
   End If
Next ws

If count = 0 Then
   MsgBox "Nėra lapų eksportui (visi lapai yra vidiniai arba 'Pradžia').", vbExclamation
   Exit Sub
End If

' Build array of sheet names
ReDim shtNames(1 To count)
i = 1
For Each ws In ThisWorkbook.Sheets
   If Not ws Is Sheet1 _
     And Left$(ws.Name, 1) <> "_" Then
      shtNames(i) = ws.Name
      i = i + 1
   End If
Next ws

' --- Make sheets visible, set page layout once, and ensure at least one printable cell ---
Application.ScreenUpdating = False
Application.Calculation = xlCalculationManual
Application.DisplayAlerts = False

For i = 1 To count
   Set ws = ThisWorkbook.Sheets(shtNames(i))
   ws.Visible = xlSheetVisible

   With ws.PageSetup
      .Orientation = xlPortrait
      .PaperSize = xlPaperA4
      .Zoom = 100
      .FitToPagesWide = 1
      .FitToPagesTall = False
      .LeftMargin = Application.CentimetersToPoints(1)
      .RightMargin = Application.CentimetersToPoints(0.5)
      .TopMargin = Application.CentimetersToPoints(1)
      .BottomMargin = Application.CentimetersToPoints(1)
      .CenterHorizontally = True
```

```
        .CenterVertically = False
    End With

    ' Insert dummy if sheet empty
    If Application.WorksheetFunction.CountA(ws.Cells) = 0 Then
        ws.Cells(1, 1).Value = " "
        dummyInserted = True
    Else
        dummyInserted = False
    End If
  Next i

  Application.DisplayAlerts = True
  Application.Calculation = xlCalculationAutomatic
  Application.ScreenUpdating = True

  ' Export to PDF
  pdfPath = ThisWorkbook.Path & "\Emisijos_Ataskaita_" & Format(Now, "yyyy-mm-
dd_HHMMSS") & ".pdf"
  ThisWorkbook.Sheets(shtNames).Select

  ActiveSheet.ExportAsFixedFormat _
    Type:=xlTypePDF, _
    Filename:=pdfPath, _
    Quality:=xlQualityStandard, _
    IncludeDocProperties:=True, _
    IgnorePrintAreas:=False, _
    OpenAfterPublish:=True

  ' Remove dummy values if inserted
  For i = 1 To count
    Set ws = ThisWorkbook.Sheets(shtNames(i))
    If ws.Cells(1, 1).Value = " " Then ws.Cells(1, 1).ClearContents
  Next i

  ' Reselect first export sheet
  ThisWorkbook.Sheets(shtNames(1)).Select

  MsgBox "PDF sukurtas sėkmingai: " & pdfPath, vbInformation
End Sub
```

Modulis ModPrefill

```
Option Explicit

' ========================
'  ENTRY / LAYOUT BUILD
' ========================
Public Sub PrefillNewKatilas(ws As Worksheet)
  Application.EnableEvents = False
```

```
    With ws
        .Visible = xlSheetVisible

        ' --- Main title A1:E1 ---
        .Range("A1").Value = "Tar" & ChrW(&H161) & "os " & ChrW(&H161) & "altinio emisij"
& ChrW(&H173) & " skai" & ChrW(&H10D) & "iavimas"
        With .Range("A1:E1")
            .Merge
            .Font.Name = "Times New Roman"
            .Font.Size = 14
            .Font.Bold = True
            .HorizontalAlignment = xlCenter
            .VerticalAlignment = xlCenter
            .Interior.Color = RGB(242, 242, 242)
        End With

        ' --- Labels ---
        .Range("A3").Value = ChrW(&H12E) & "veskite " & ChrW(&H12F) & "mon" &
ChrW(&H117) & "s pavadinim" & ChrW(&H105) & ":"
        .Range("A4").Value = ChrW(&H12E) & "veskite " & ChrW(&H12F) & "mon" &
ChrW(&H117) & "s adres" & ChrW(&H105) & ":"
        .Range("A5").Value = ChrW(&H12E) & "veskite tar" & ChrW(&H161) & "os " &
ChrW(&H161) & "altinio identifikacin" & ChrW(&H12F) & " Nr.:"
        .Range("A6").Value = ChrW(&H12E) & "veskite metus, kuriems skai" & ChrW(&H10D)
& "iuojamos emisijos:"
        .Range("A7").Value = "Tar" & ChrW(&H161) & "os " & ChrW(&H161) & "altinio vardin"
& ChrW(&H117) & " " & ChrW(&H161) & "ilumin" & ChrW(&H117) & " galia, MW:"
        .Range("A8").Value = ChrW(&H12E) & "ra" & ChrW(&H161) & "ykite kuro r" &
ChrW(&H16B) & ChrW(&H161) & "i" & ChrW(&H173) & " kiek" & ChrW(&H12F) & " " &
ChrW(&H161) & "iam tar" & ChrW(&H161) & "os " & ChrW(&H161) & "altiniui:"
        .Range("D8").Value = ""

        With .Range("A3:A8")
            .Font.Name = "Times New Roman"
            .Font.Size = 12
        End With

        With .Range("D3:D8")
            .Font.Name = "Times New Roman"
            .Font.Size = 12
            .HorizontalAlignment = xlCenter
            .VerticalAlignment = xlCenter
        End With

        ' --- Clear any old data ---
        Dim lastRow As Long
        lastRow = .Cells(.Rows.count, "A").End(xlUp).Row
        If lastRow >= 10 Then
            .Rows("10:" & lastRow).Clear
```

```
            .Rows("10:" & lastRow).Borders.LineStyle = xlNone
        End If
    End With

    ' --- Attach event handler ---
    ModEvents.AttachSheetHandler ws

' --- Generate first time ---
UpdateTables ws

' --- Reattach event handler immediately ---
ModEvents.AttachSheetHandler ws

' --- Apply all placeholders including headers ---
Application.EnableEvents = False
ModEvents.ApplyPlaceholders ws
ModEvents.ApplyDColumnPlaceholders ws
Application.EnableEvents = True


    ws.Range("A1").Select
    Application.EnableEvents = True
End Sub


' ========================
'  TABLE REBUILD LOGIC
' ========================
Public Sub UpdateTables(ws As Worksheet)
    Dim nRows As Long, startRow As Long

    With ws
        If IsNumeric(.Range("D8").Value) Then nRows = CLng(.Range("D8").Value) Else nRows
= 0
        If nRows < 0 Then nRows = 0

        Dim lastRow As Long
        lastRow = .UsedRange.Rows(.UsedRange.Rows.count).Row
        If lastRow > 9 Then
            .Rows("9:" & lastRow + 50).Clear
            .Rows("9:" & lastRow + 50).Borders.LineStyle = xlNone
        End If

        startRow = 10
        AddTable1 ws, startRow, nRows
        startRow = startRow + 3 + nRows
        AddTable2 ws, startRow, nRows
        startRow = startRow + 4 + nRows
        AddTable3 ws, startRow, nRows
        startRow = startRow + 4 + nRows
```

```
        AddTable4 ws, startRow, nRows

        .Columns("A").ColumnWidth = 22.14
        .Columns("B").ColumnWidth = 15
        .Columns("C").ColumnWidth = 13
        .Columns("D").ColumnWidth = 13
        .Columns("E").ColumnWidth = 13
        .Columns("F").ColumnWidth = 13
    End With

    CalculateTable3 ws
    CalculateTable4 ws
End Sub


' ========================
'  TABLE 1
' ========================
Private Sub AddTable1(ws As Worksheet, startRow As Long, nRows As Long)
    Dim fuelDB As Worksheet
    Dim lastFuelRow As Long
    Dim fuelRangeAddress As String
    Dim i As Long

    On Error Resume Next
    Set fuelDB = ThisWorkbook.Worksheets("_FuelDB")
    On Error GoTo 0

    If Not fuelDB Is Nothing Then
        lastFuelRow = fuelDB.Cells(fuelDB.Rows.count, "A").End(xlUp).Row
        If lastFuelRow >= 2 Then
            fuelRangeAddress = "='" & fuelDB.Name & "'!$A$2:$A$" & lastFuelRow
        Else
            fuelRangeAddress = ""
        End If
    End If

    With ws
        .Cells(startRow, 1).Value = "Lentel" & ChrW(&H117) & " 1. Vidutiniai kuro parametrai"
        .Cells(startRow, 1).Font.Bold = True
        .Cells(startRow, 1).Font.Name = "Times New Roman"
        .Cells(startRow, 1).Font.Size = 12

        .Cells(startRow + 1, 1).Value = "Kuro r" & ChrW(&H16B) & ChrW(&H161) & "is"
        .Cells(startRow + 1, 2).Value = "Vidutinis peleningumas, %"
        .Cells(startRow + 1, 3).Value = "Vidutinis dr" & ChrW(&H117) & "gnumas, %"
        .Cells(startRow + 1, 4).Value = "Vidutinis kuro " & ChrW(&H161) & "ilumingumas," &
vbLf & "MJ/kg arba MJ/m" & ChrW(179)
        .Cells(startRow + 1, 5).Value = "Metano kiekis, %"
        .Cells(startRow + 1, 6).Value = "Propano kiekis, %"
```

```
        With .Range(.Cells(startRow + 1, 1), .Cells(startRow + 1, 6))
            .Font.Name = "Times New Roman"
            .Font.Size = 12
            .HorizontalAlignment = xlCenter
            .VerticalAlignment = xlCenter
            .WrapText = True
            .Interior.Color = RGB(242, 242, 242)
        End With

        .Range(.Cells(startRow + 1, 1), .Cells(startRow + 1 + nRows, 6)).Borders.LineStyle =
xlContinuous

        On Error Resume Next
        .Range(.Cells(startRow + 2, 1), .Cells(startRow + 1 + nRows, 1)).Validation.Delete
        On Error GoTo 0

        If nRows > 0 And Len(fuelRangeAddress) > 0 Then
            With .Range(.Cells(startRow + 2, 1), .Cells(startRow + 1 + nRows, 1)).Validation
                .Add Type:=xlValidateList, AlertStyle:=xlValidAlertStop, Operator:=xlBetween,
Formula1:=fuelRangeAddress
                .IgnoreBlank = True
                .InCellDropdown = True
                .ShowError = False
            End With
        End If

                For i = 1 To nRows
            With .Range(.Cells(startRow + 1 + i, 1), .Cells(startRow + 1 + i, 6))
                .Font.Name = "Times New Roman"
                .Font.Size = 12
                .HorizontalAlignment = xlCenter
                .VerticalAlignment = xlCenter
            End With
        Next i

  ' --- Set dynamic row heights safely ---
With ws
    ' 1?? Reset all potential Table 1 area to default height
    .Rows(startRow & ":" & startRow + 1 + Application.Max(nRows, 5)).RowHeight = 15.75

    ' 2?? Header row (A11)
    .Rows(startRow + 1).RowHeight = 63.75

    ' 3?? Fuel data rows (exactly nRows)
    Dim j As Long
    For j = 1 To nRows
        .Rows(startRow + 1 + j).RowHeight = 15.75
    Next j
End With
```

```
' --- Format LHV column (D) for Table 1 to show 4 decimals ---
With .Range(.Cells(startRow + 2, 4), .Cells(startRow + 1 + nRows, 4))
   .NumberFormat = "0.0000"
End With

   End With
End Sub



' ========================
'  TABLE 2 (no dropdown)
' ========================
Private Sub AddTable2(ws As Worksheet, startRow As Long, nRows As Long)
   Dim i As Long

   With ws
      .Cells(startRow, 1).Value = "Lentel" & ChrW(&H117) & " 2. Skai" & ChrW(&H10D) &
"iavimo duomenys"
      With .Cells(startRow, 1)
         .Font.Name = "Times New Roman"
         .Font.Size = 12
         .Font.Bold = True
      End With

      ' Header rows
      .Range(.Cells(startRow + 1, 1), .Cells(startRow + 2, 1)).Merge
      .Cells(startRow + 1, 1).Value = "Kuro r" & ChrW(&H16B) & ChrW(&H161) & "is"

      .Range(.Cells(startRow + 1, 2), .Cells(startRow + 2, 2)).Merge
      .Cells(startRow + 1, 2).Value = "Kuro s" & ChrW(&H105) & "naudos, t/metus arba t" &
ChrW(&H16B) & "kst. m" & ChrW(179) & "/metus"
      .Cells(startRow + 1, 2).WrapText = True

      .Range(.Cells(startRow + 1, 3), .Cells(startRow + 1, 6)).Merge
      .Cells(startRow + 1, 3).Value = "Vidutin" & ChrW(&H117) & " ter" & ChrW(&H161) &
"al" & ChrW(&H173) & " koncentracija, mg/m" & ChrW(179)

      .Cells(startRow + 2, 3).Value = "NOx"
      .Cells(startRow + 2, 4).Value = "SO2"
      .Cells(startRow + 2, 5).Value = "CO"
      .Cells(startRow + 2, 6).Value = "KD"

      With .Cells(startRow + 2, 3).Characters(Start:=3, Length:=1).Font: .Subscript = True: End
With
      With .Cells(startRow + 2, 4).Characters(Start:=3, Length:=1).Font: .Subscript = True: End
With

      With .Range(.Cells(startRow + 1, 1), .Cells(startRow + 2, 6))
         .Font.Name = "Times New Roman"
```

```
        .Font.Size = 12
        .HorizontalAlignment = xlCenter
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .Interior.Color = RGB(242, 242, 242)
      End With

      .Range(.Cells(startRow + 1, 1), .Cells(startRow + 2 + nRows, 6)).Borders.LineStyle =
xlContinuous

          For i = 1 To nRows
        With .Range(.Cells(startRow + 2 + i, 1), .Cells(startRow + 2 + i, 6))
          .Font.Name = "Times New Roman"
          .Font.Size = 12
          .HorizontalAlignment = xlCenter
          .VerticalAlignment = xlCenter
        End With
      Next i

     ' --- Set dynamic row heights safely ---
With ws
  ' 1?? Reset all potential Table 2 area to default height (to clear any leftovers)
  .Rows(startRow & ":" & startRow + 2 + Application.Max(nRows, 5)).RowHeight = 15.75

  ' 2?? Header rows (two merged header lines)
  .Rows(startRow + 1).RowHeight = 22.5
  .Rows(startRow + 2).RowHeight = 22.5

  ' 3?? Fuel data rows (exactly nRows)
  Dim j As Long
  For j = 1 To nRows
    .Rows(startRow + 2 + j).RowHeight = 15.75
  Next j
End With

End With
End Sub



' ========================
'  TABLE 3
' ========================
Private Sub AddTable3(ws As Worksheet, startRow As Long, nRows As Long)
  With ws
    .Cells(startRow, 1).Value = "Lentel" & ChrW(&H117) & " 3. Metiniai ter" &
ChrW(&H161) & "al" & ChrW(&H173) & " emisij" & ChrW(&H173) & " kiekiai"
    With .Cells(startRow, 1)
      .Font.Name = "Times New Roman"
      .Font.Size = 12
      .Font.Bold = True
```

```
    End With

    Dim company As String, power As Variant, yearVal As Variant, idenNo As Variant
    company = .Range("D3").Value
    power = .Range("D7").Value
    yearVal = .Range("D6").Value
    idenNo = .Range("D5").Value

    .Cells(startRow + 1, 1).Value = company & ", " & idenNo & ", " & power & " MW, " &
yearVal & " m."
    With .Range(.Cells(startRow + 1, 1), .Cells(startRow + 1, 5))
       .Merge
       .Font.Name = "Times New Roman"
       .Font.Size = 12
       .Font.Bold = True
       .HorizontalAlignment = xlCenter
       .VerticalAlignment = xlCenter
       .Interior.Color = RGB(242, 242, 242)
    End With

    .Cells(startRow + 2, 1).Value = "Kuro r" & ChrW(&H16B) & ChrW(&H161) & "is"
    .Cells(startRow + 2, 2).Value = "NOx, t/metus"
    .Cells(startRow + 2, 3).Value = "SO2, t/metus"
    .Cells(startRow + 2, 4).Value = "CO, t/metus"
    .Cells(startRow + 2, 5).Value = "KD, t/metus"

    With .Cells(startRow + 2, 2).Characters(Start:=3, Length:=1).Font: .Subscript = True: End
With
    With .Cells(startRow + 2, 3).Characters(Start:=3, Length:=1).Font: .Subscript = True: End
With

    With .Range(.Cells(startRow + 2, 1), .Cells(startRow + 2, 5))
       .Font.Name = "Times New Roman"
       .Font.Size = 12
       .HorizontalAlignment = xlCenter
       .VerticalAlignment = xlCenter
       .Interior.Color = RGB(242, 242, 242)
    End With

    .Range(.Cells(startRow + 1, 1), .Cells(startRow + 3 + nRows - 1, 5)).Borders.LineStyle =
xlContinuous

    Dim i As Long
    For i = 0 To nRows - 1
       With .Range(.Cells(startRow + 3 + i, 1), .Cells(startRow + 3 + i, 5))
          .Font.Name = "Times New Roman"
          .Font.Size = 12
          .HorizontalAlignment = xlCenter
          .VerticalAlignment = xlCenter
       End With
```

```
        Next i

' --- Set dynamic row heights safely ---
With ws
    ' 1?? Reset all potential Table 3 area to default height
    .Rows(startRow & ":" & startRow + 2 + Application.Max(nRows, 5)).RowHeight = 15.75

    ' 2?? Title + company rows
    .Rows(startRow).RowHeight = 18.75
    .Rows(startRow + 1).RowHeight = 18.75

    ' 3?? Column header row
    .Rows(startRow + 2).RowHeight = 18.75

    ' 4?? Fuel data rows (exactly nRows)
    Dim j As Long
    For j = 1 To nRows
        .Rows(startRow + 2 + j).RowHeight = 15.75
    Next j
End With

    End With
End Sub


' ========================
'  TABLE 4
' ========================
Private Sub AddTable4(ws As Worksheet, startRow As Long, nRows As Long)
    With ws
        .Cells(startRow, 1).Value = "Lentel" & ChrW(&H117) & " 4. Emisij" & ChrW(&H173) & "
faktori" & ChrW(&H173) & " reik" & ChrW(&H161) & "m" & ChrW(&H117) & "s"
        With .Cells(startRow, 1)
            .Font.Name = "Times New Roman"
            .Font.Size = 12
            .Font.Bold = True
        End With

        Dim company As String, power As Variant, yearVal As Variant, idenNo As Variant
        company = .Range("D3").Value
        power = .Range("D7").Value
        yearVal = .Range("D6").Value
         idenNo = .Range("D5").Value

        .Cells(startRow + 1, 1).Value = company & ", " & idenNo & ", " & power & " MW, " &
yearVal & " m."

        With .Range(.Cells(startRow + 1, 1), .Cells(startRow + 1, 5))
            .Merge
            .Font.Name = "Times New Roman"
```

```
            .Font.Size = 12
            .Font.Bold = True
            .HorizontalAlignment = xlCenter
            .VerticalAlignment = xlCenter
            .Interior.Color = RGB(242, 242, 242)
        End With

        .Cells(startRow + 2, 1).Value = "Kuro r" & ChrW(&H16B) & ChrW(&H161) & "is"
        .Cells(startRow + 2, 2).Value = "NOx, EFg/GJ"
        .Cells(startRow + 2, 3).Value = "SO2, EFg/GJ"
        .Cells(startRow + 2, 4).Value = "CO, EFg/GJ"
        .Cells(startRow + 2, 5).Value = "KD, EFg/GJ"

        With .Cells(startRow + 2, 2).Characters(Start:=3, Length:=1).Font: .Subscript = True: End
With
        With .Cells(startRow + 2, 3).Characters(Start:=3, Length:=1).Font: .Subscript = True: End
With

        With .Range(.Cells(startRow + 2, 1), .Cells(startRow + 2, 5))
            .Font.Name = "Times New Roman"
            .Font.Size = 12
            .HorizontalAlignment = xlCenter
            .VerticalAlignment = xlCenter
            .Interior.Color = RGB(242, 242, 242)
        End With

        .Range(.Cells(startRow + 1, 1), .Cells(startRow + 3 + nRows - 1, 5)).Borders.LineStyle =
xlContinuous

        Dim i As Long
        For i = 0 To nRows - 1
            With .Range(.Cells(startRow + 3 + i, 1), .Cells(startRow + 3 + i, 5))
                .Font.Name = "Times New Roman"
                .Font.Size = 12
                .HorizontalAlignment = xlCenter
                .VerticalAlignment = xlCenter
            End With
        Next i

        ' --- Set dynamic row heights safely ---
With ws
    ' 1?? Reset all potential Table 4 area to default height
    .Rows(startRow & ":" & startRow + 2 + Application.Max(nRows, 5)).RowHeight = 15.75

    ' 2?? Title + company rows
    .Rows(startRow).RowHeight = 18.75
    .Rows(startRow + 1).RowHeight = 18.75

    ' 3?? Column header row
    .Rows(startRow + 2).RowHeight = 18.75
```

```
    ' 4?? Fuel data rows (exactly nRows)
    Dim j As Long
    For j = 1 To nRows
        .Rows(startRow + 2 + j).RowHeight = 15.75
    Next j
End With


    End With
End Sub


' ========================
'  FUEL NAME MIRROR + CALCS
' ========================
Public Sub UpdateFuelNames(ws As Worksheet)
    Dim nRows As Long, tbl1Start As Long, tbl2Start As Long, tbl3Start As Long, tbl4Start As
Long
    Dim i As Long, fuelName As String

    If IsNumeric(ws.Range("D8").Value) Then
        nRows = CLng(ws.Range("D8").Value)
    Else
        Exit Sub
    End If
    If nRows <= 0 Then Exit Sub

    tbl1Start = 10
    tbl2Start = tbl1Start + 3 + nRows
    tbl3Start = tbl2Start + 4 + nRows
    tbl4Start = tbl3Start + 4 + nRows

    For i = 1 To nRows
        fuelName = ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 1).Value
        ws.Cells(tbl2Start + 2 + i, 1).Value = fuelName
        ws.Cells(tbl3Start + 3 + i - 1, 1).Value = fuelName
        ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1, 1).Value = fuelName
    Next i

    CalculateTable3 ws
    CalculateTable4 ws
End Sub


' ========================
'  LOOKUP DM KATILAS (with Biodujos & Suskystintos naftos dujos formulas)
' ========================
Private Function GetDMKatilas(fuelName As String, Optional ws As Worksheet) As Double
    Dim db As Worksheet, lastRow As Long, r As Long, nm As String
```

```
    Dim stateVal As String, dmK As Variant
    Dim metVal As Variant, butVal As Variant
    Dim t1Start As Long, nRows As Long, i As Long

    GetDMKatilas = 0
    On Error Resume Next
    Set db = ThisWorkbook.Worksheets("_FuelDB")
    On Error GoTo 0
    If db Is Nothing Then Exit Function

    lastRow = db.Cells(db.Rows.count, "A").End(xlUp).Row
    For r = 2 To lastRow
        nm = Trim$(CStr(db.Cells(r, 1).Value))
        If StrComp(nm, Trim$(fuelName), vbTextCompare) = 0 Then
            stateVal = Trim$(CStr(db.Cells(r, 2).Value))
            dmK = db.Cells(r, 3).Value    ' --- DM Katilas only ---

            ' --- Special case: Biodujos DM Katilas = 0.101 * Metano% + 0.47 ---
            If UCase(nm) = "BIODUJOS" And Not ws Is Nothing Then
                If IsNumeric(ws.Range("D8").Value) Then
                    nRows = CLng(ws.Range("D8").Value)
                    t1Start = 10
                    For i = 1 To nRows
                        If StrComp(Trim$(ws.Cells(t1Start + 1 + i, 1).Value), fuelName, vbTextCompare)
= 0 Then
                            metVal = ws.Cells(t1Start + 1 + i, 5).Value
                            If IsNumeric(metVal) Then
                                GetDMKatilas = 0.1011 * CDbl(metVal) + 0.475999999999994
                                Exit Function
                            End If
                        End If
                    Next i
                End If
            End If

            ' --- Special case: Suskystintos naftos dujos (LPG) ---
            ' DM Katilas = 0.0000119036796536881 * (Butano%)^2 + 0.00282813203463089 *
(Butano%) + 12.4133095238095
            If UCase(nm) = "SUSKYSTINTOS NAFTOS DUJOS" And Not ws Is Nothing Then
                If IsNumeric(ws.Range("D8").Value) Then
                    nRows = CLng(ws.Range("D8").Value)
                    t1Start = 10
                    For i = 1 To nRows
                        If StrComp(Trim$(ws.Cells(t1Start + 1 + i, 1).Value), fuelName, vbTextCompare)
= 0 Then
                            butVal = ws.Cells(t1Start + 1 + i, 6).Value  ' Column F = Butano %
                            If IsNumeric(butVal) Then
                                GetDMKatilas = 1.19036796536881E-05 * (CDbl(butVal) ^ 2) + _
                                               2.82813203463089E-03 * CDbl(butVal) + 12.4133095238095
                                Exit Function
```

```
                End If
            End If
        Next i
    End If
End If

' --- Normal fuels (Katilas only, ignore DM Variklis completely) ---
If IsNumeric(dmK) And Not IsEmpty(dmK) Then
    GetDMKatilas = CDbl(dmK)
Else
    GetDMKatilas = 0
End If

Exit For
End If
Next r
End Function



' ========================
'  TABLE 3 CALC
' ========================
Public Sub CalculateTable3(ws As Worksheet)
    Dim nRows As Long
    Dim tbl1Start As Long, tbl2Start As Long, tbl3Start As Long
    Dim i As Long
    Dim fuelName As String
    Dim ashPct As Double, moistPct As Double
    Dim cons As Double
    Dim dmK As Double
    Dim concNOx As Double, concSO2 As Double, concCO As Double, concKD As Double
    Dim MSK As Double, MDM As Double, VSD As Double
    Dim hasRow As Boolean

    If Not IsNumeric(ws.Range("D8").Value) Then Exit Sub
    nRows = CLng(ws.Range("D8").Value)
    If nRows <= 0 Then Exit Sub

    tbl1Start = 10
    tbl2Start = tbl1Start + 3 + nRows
    tbl3Start = tbl2Start + 4 + nRows

    Application.ScreenUpdating = False

    For i = 1 To nRows
        hasRow = True
        fuelName = Trim$(CStr(ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 1).Value))
        ashPct = 0: moistPct = 0
```

```
        If IsNumeric(ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 2).Value) Then ashPct = CDbl(ws.Cells(tbl1Start +
1 + i, 2).Value)
        If IsNumeric(ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 3).Value) Then moistPct = CDbl(ws.Cells(tbl1Start
+ 1 + i, 3).Value)

        cons = 0
        If IsNumeric(ws.Cells(tbl2Start + 2 + i, 2).Value) Then cons = CDbl(ws.Cells(tbl2Start + 2
+ i, 2).Value)

        concNOx = 0: concSO2 = 0: concCO = 0: concKD = 0
        If IsNumeric(ws.Cells(tbl2Start + 2 + i, 3).Value) Then concNOx =
CDbl(ws.Cells(tbl2Start + 2 + i, 3).Value)
        If IsNumeric(ws.Cells(tbl2Start + 2 + i, 4).Value) Then concSO2 = CDbl(ws.Cells(tbl2Start
+ 2 + i, 4).Value)
        If IsNumeric(ws.Cells(tbl2Start + 2 + i, 5).Value) Then concCO = CDbl(ws.Cells(tbl2Start
+ 2 + i, 5).Value)
        If IsNumeric(ws.Cells(tbl2Start + 2 + i, 6).Value) Then concKD = CDbl(ws.Cells(tbl2Start
+ 2 + i, 6).Value)

        dmK = GetDMKatilas(fuelName, ws)
        If fuelName = "" Or dmK = 0 Or cons = 0 Then
            hasRow = False
        End If

        If hasRow Then
            MSK = cons * 1000# * (1# - moistPct / 100#)
            MDM = MSK * (1# - ashPct / 100#)
            VSD = MDM * dmK

            ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 2).Value = concNOx * VSD / 1000000000#
            ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 3).Value = concSO2 * VSD / 1000000000#
            ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 4).Value = concCO * VSD / 1000000000#
            ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 5).Value = concKD * VSD / 1000000000#
        Else
            ws.Range(ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 2), ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1),
5)).ClearContents
        End If
    Next i

    Application.ScreenUpdating = True
    ws.Range(ws.Cells(tbl3Start + 3, 2), ws.Cells(tbl3Start + 2 + nRows, 5)).NumberFormat =
"0.0000"
    CalculateTable4 ws
End Sub


' ========================
'  TABLE 4 CALC
' ========================
Public Sub CalculateTable4(ws As Worksheet)
```

```
    Dim nRows As Long
    Dim tbl1Start As Long, tbl2Start As Long, tbl3Start As Long, tbl4Start As Long
    Dim i As Long
    Dim fuelName As String
    Dim LHV As Double, cons As Double
    Dim valNOx As Double, valSO2 As Double, valCO As Double, valKD As Double
    Dim QSIL As Double

    If Not IsNumeric(ws.Range("D8").Value) Then Exit Sub
    nRows = CLng(ws.Range("D8").Value)
    If nRows <= 0 Then Exit Sub

    tbl1Start = 10
    tbl2Start = tbl1Start + 3 + nRows
    tbl3Start = tbl2Start + 4 + nRows
    tbl4Start = tbl3Start + 4 + nRows

    Application.ScreenUpdating = False

    For i = 1 To nRows
        fuelName = Trim$(CStr(ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 1).Value))
        If fuelName = "" Then
            ws.Range(ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1, 2), ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1,
5)).ClearContents
            GoTo NextRow
        End If

        LHV = 0
        If IsNumeric(ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 4).Value) Then LHV = CDbl(ws.Cells(tbl1Start + 1
+ i, 4).Value)
        cons = 0
        If IsNumeric(ws.Cells(tbl2Start + 2 + i, 2).Value) Then cons = CDbl(ws.Cells(tbl2Start + 2
+ i, 2).Value)

        valNOx = 0: valSO2 = 0: valCO = 0: valKD = 0
        If IsNumeric(ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 2).Value) Then valNOx =
CDbl(ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 2).Value)
        If IsNumeric(ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 3).Value) Then valSO2 =
CDbl(ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 3).Value)
        If IsNumeric(ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 4).Value) Then valCO =
CDbl(ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 4).Value)
        If IsNumeric(ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 5).Value) Then valKD =
CDbl(ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 5).Value)

        If LHV = 0 Or cons = 0 Then
            ws.Range(ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1, 2), ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1,
5)).ClearContents
            GoTo NextRow
        End If
```

```
        QSIL = LHV * cons
        If QSIL <> 0 Then
            ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1, 2).Value = valNOx * 1000000# / QSIL
            ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1, 3).Value = valSO2 * 1000000# / QSIL
            ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1, 4).Value = valCO * 1000000# / QSIL
            ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1, 5).Value = valKD * 1000000# / QSIL
        Else
            ws.Range(ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1, 2), ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1,
5)).ClearContents
        End If

NextRow:
    Next i

    Application.ScreenUpdating = True
    ws.Range(ws.Cells(tbl4Start + 3, 2), ws.Cells(tbl4Start + 2 + nRows, 5)).NumberFormat =
"0.000"
End Sub


' ==========================
'  STATE-BASED CELL LOGIC (colour, enable, LHV autofill & Biodujos/LPG formulas)
' ==========================
Public Sub ApplyFuelCellLogic(ws As Worksheet)
    Dim nRows As Long, tbl1Start As Long
    Dim fuelName As String, fuelState As String
    Dim db As Worksheet, lastRow As Long, r As Long
    Dim i As Long, lhvVal As Variant, metVal As Variant, butVal As Variant
    Dim stateStr As String
    Dim isBiodujos As Boolean, isLPG As Boolean

    On Error Resume Next
    Set db = ThisWorkbook.Worksheets("_FuelDB")
    On Error GoTo 0
    If db Is Nothing Then Exit Sub

    If Not IsNumeric(ws.Range("D8").Value) Then Exit Sub
    nRows = CLng(ws.Range("D8").Value)
    If nRows <= 0 Then Exit Sub

    tbl1Start = 10

    For i = 1 To nRows
        fuelName = Trim$(CStr(ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 1).Value))
        fuelState = ""
        lhvVal = Empty

        ' lookup state + LHV
        If Len(fuelName) > 0 Then
            lastRow = db.Cells(db.Rows.count, "A").End(xlUp).Row
```

```
    For r = 2 To lastRow
        If StrComp(Trim$(db.Cells(r, 1).Value), fuelName, vbTextCompare) = 0 Then
            fuelState = Trim$(CStr(db.Cells(r, 2).Value))
            lhvVal = db.Cells(r, 5).Value
            Exit For
        End If
    Next r
End If

stateStr = UCase$(fuelState)
isBiodujos = (UCase$(fuelName) = "BIODUJOS")
isLPG = (UCase$(fuelName) = "SUSKYSTINTOS NAFTOS DUJOS")

' ------------------------
' Columns B–C
' ------------------------
With ws.Range(ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 2), ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 3))
    Select Case stateStr
        Case "KK"
            .Interior.Color = RGB(255, 255, 255)
            .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
            .Font.Italic = False
        Case "SK", "DK"
            .ClearContents
            .Interior.Color = RGB(217, 217, 217)
            .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
            .Font.Italic = False
        Case Else
            .Interior.Color = RGB(255, 255, 255)
            .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
            .Font.Italic = False
    End Select
End With

' ------------------------
' Column D (LHV)
' ------------------------
With ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 4)
    Select Case stateStr
        Case "KK"
            .Interior.Color = RGB(255, 255, 255)
            .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
            .Font.Italic = False

        Case "SK", "DK"
            Dim calcVal As Variant: calcVal = Empty
            If isBiodujos Then
                metVal = ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 5).Value
                If IsNumeric(metVal) Then calcVal = 35.882 * CDbl(metVal) / 100#
            ElseIf isLPG Then
```

```
            butVal = ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 6).Value
            If IsNumeric(butVal) Then
               calcVal = 1.86480186480653E-05 * (CDbl(butVal) ^ 2) + _
                     4.42065268065051E-03 * CDbl(butVal) + 45.7218811188814
            End If
         Else
            If IsNumeric(lhvVal) Then calcVal = CDbl(lhvVal)
         End If

         If Not IsEmpty(calcVal) Then .Value = calcVal Else .Value = ""
         .Interior.Color = RGB(217, 217, 217)
         .Font.Color = RGB(217, 217, 217)
         .Font.Italic = False

      Case Else
         .Value = ""
         .Interior.Color = RGB(255, 255, 255)
         .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
         .Font.Italic = False
   End Select
End With

' -------------------------
' Column E (Metano %)
' -------------------------
With ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 5)
   Select Case True
      Case isBiodujos
         .Interior.Color = RGB(255, 255, 255)
         .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
         .Font.Italic = False
      Case stateStr = "KK"
         ' KK: clear and greyed out
         .ClearContents
         .Interior.Color = RGB(217, 217, 217)
         .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
         .Font.Italic = False
      Case Else
         .ClearContents
         .Interior.Color = RGB(217, 217, 217)
         .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
         .Font.Italic = False
   End Select
End With

' -------------------------
' Column F (Butano %)
' -------------------------
With ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 6)
   Select Case True
```

```
            Case isLPG
                .Interior.Color = RGB(255, 255, 255)
                .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
                .Font.Italic = False
            Case stateStr = "KK"
                ' KK: clear and greyed out
                .ClearContents
                .Interior.Color = RGB(217, 217, 217)
                .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
                .Font.Italic = False
            Case Else
                .ClearContents
                .Interior.Color = RGB(217, 217, 217)
                .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
                .Font.Italic = False
        End Select
    End With
  Next i

  ' --- Refresh placeholders only for editable (white) cells ---
  On Error Resume Next
  ModEvents.ApplyPlaceholders ws
  ModEvents.ApplyDColumnPlaceholders ws
  On Error GoTo 0

  CalculateTable3 ws
  CalculateTable4 ws
End Sub
```

Modulis ModPrefillVariklis

```
Option Explicit

Public Sub PrefillNewVariklis(ws As Worksheet)
  Application.EnableEvents = False

  With ws
    .Visible = xlSheetVisible

    ' --- Main title A1:E1 ---
    .Range("A1").Value = "Tar" & ChrW(&H161) & "os " & ChrW(&H161) & "altinio emisij"
& ChrW(&H173) & " skai" & ChrW(&H10D) & "iavimas"
    With .Range("A1:E1")
      .Merge
      .Font.Name = "Times New Roman"
      .Font.Size = 14
      .Font.Bold = True
      .HorizontalAlignment = xlCenter
      .VerticalAlignment = xlCenter
      .Interior.Color = RGB(242, 242, 242)
```

```
        End With

        ' --- Labels ---
        .Range("A3").Value = ChrW(&H12E) & "veskite " & ChrW(&H12F) & "mon" &
ChrW(&H117) & "s pavadinim" & ChrW(&H105) & ":"
        .Range("A4").Value = ChrW(&H12E) & "veskite " & ChrW(&H12F) & "mon" &
ChrW(&H117) & "s adres" & ChrW(&H105) & ":"
        .Range("A5").Value = ChrW(&H12E) & "veskite tar" & ChrW(&H161) & "os " &
ChrW(&H161) & "altinio identifikacin" & ChrW(&H12F) & " Nr.:"
        .Range("A6").Value = ChrW(&H12E) & "veskite metus, kuriems skai" & ChrW(&H10D)
& "iuojamos emisijos:"
        .Range("A7").Value = "Tar" & ChrW(&H161) & "os " & ChrW(&H161) & "altinio vardin"
& ChrW(&H117) & " " & ChrW(&H161) & "ilumin" & ChrW(&H117) & " galia, MW:"
        .Range("A8").Value = ChrW(&H12E) & "ra" & ChrW(&H161) & "ykite kuro r" &
ChrW(&H16B) & ChrW(&H161) & "i" & ChrW(&H173) & " kiek" & ChrW(&H12F) & " " &
ChrW(&H161) & "iam tar" & ChrW(&H161) & "os " & ChrW(&H161) & "altiniui:"
        .Range("D8").Value = ""

        With .Range("A3:A8")
            .Font.Name = "Times New Roman"
            .Font.Size = 12
        End With

        With .Range("D3:D8")
            .Font.Name = "Times New Roman"
            .Font.Size = 12
            .HorizontalAlignment = xlCenter
            .VerticalAlignment = xlCenter
        End With

        ' --- Clear any old data ---
        Dim lastRow As Long
        lastRow = .Cells(.Rows.count, "A").End(xlUp).Row
        If lastRow >= 10 Then
            .Rows("10:" & lastRow).Clear
            .Rows("10:" & lastRow).Borders.LineStyle = xlNone
        End If
    End With
        ' --- mark this sheet as VARIKLIS for the router ---
        On Error Resume Next
      ws.Range("Z1").Value = "__VARIKLIS__"
       ws.Columns("Z").EntireColumn.Hidden = True
        On Error GoTo 0

    ' --- Attach event handler ---
    ModEvents.AttachSheetHandler ws

    ' --- Generate first time ---
    UpdateTables ws
```

```
    ' --- Reattach event handler immediately (same as Katilas) ---
    ModEvents.AttachSheetHandler ws

    ' --- Apply all placeholders including headers ---
    Application.EnableEvents = False
    ModEvents.ApplyPlaceholders ws
    ModEvents.ApplyDColumnPlaceholders ws
    Application.EnableEvents = True

    ws.Range("A1").Select
    Application.EnableEvents = True
End Sub


' ==========================
'  TABLE REBUILD LOGIC
' ==========================
Public Sub UpdateTables(ws As Worksheet)
    Dim nRows As Long, startRow As Long

    With ws
        If IsNumeric(.Range("D8").Value) Then nRows = CLng(.Range("D8").Value) Else nRows
= 0
        If nRows < 0 Then nRows = 0

        Dim lastRow As Long
        lastRow = .UsedRange.Rows(.UsedRange.Rows.count).Row
        If lastRow > 9 Then
            .Rows("9:" & lastRow + 50).Clear
            .Rows("9:" & lastRow + 50).Borders.LineStyle = xlNone
        End If

        startRow = 10
        AddTable1 ws, startRow, nRows
        startRow = startRow + 3 + nRows
        AddTable2 ws, startRow, nRows
        startRow = startRow + 4 + nRows
        AddTable3 ws, startRow, nRows
        startRow = startRow + 4 + nRows
        AddTable4 ws, startRow, nRows

        .Columns("A").ColumnWidth = 22.14
        .Columns("B").ColumnWidth = 15
        .Columns("C").ColumnWidth = 13
        .Columns("D").ColumnWidth = 13
        .Columns("E").ColumnWidth = 13
        .Columns("F").ColumnWidth = 13
    End With

    CalculateTable3 ws
```

```
    CalculateTable4 ws
End Sub


' ========================
'  TABLE 1
' ========================
Private Sub AddTable1(ws As Worksheet, startRow As Long, nRows As Long)
    Dim fuelDB As Worksheet
    Dim lastFuelRow As Long
    Dim fuelRangeAddress As String
    Dim i As Long

    ' --- use _FuelDBV for Variklis ---
    On Error Resume Next
    Set fuelDB = ThisWorkbook.Worksheets("_FuelDBV")
    On Error GoTo 0

    If Not fuelDB Is Nothing Then
        lastFuelRow = fuelDB.Cells(fuelDB.Rows.count, "A").End(xlUp).Row
        If lastFuelRow >= 2 Then
            fuelRangeAddress = "='" & fuelDB.Name & "'!$A$2:$A$" & lastFuelRow
        Else
            fuelRangeAddress = ""
        End If
    End If


    With ws
        .Cells(startRow, 1).Value = "Lentel" & ChrW(&H117) & " 1. Vidutiniai kuro parametrai"
        .Cells(startRow, 1).Font.Bold = True
        .Cells(startRow, 1).Font.Name = "Times New Roman"
        .Cells(startRow, 1).Font.Size = 12

        .Cells(startRow + 1, 1).Value = "Kuro r" & ChrW(&H16B) & ChrW(&H161) & "is"
        .Cells(startRow + 1, 2).Value = "Vidutinis peleningumas, %"
        .Cells(startRow + 1, 3).Value = "Vidutinis dr" & ChrW(&H117) & "gnumas, %"
        .Cells(startRow + 1, 4).Value = "Vidutinis kuro " & ChrW(&H161) & "ilumingumas," &
vbLf & "MJ/kg arba MJ/m" & ChrW(179)
        .Cells(startRow + 1, 5).Value = "Metano kiekis, %"
        .Cells(startRow + 1, 6).Value = "Propano kiekis, %"

        With .Range(.Cells(startRow + 1, 1), .Cells(startRow + 1, 6))
            .Font.Name = "Times New Roman"
            .Font.Size = 12
            .HorizontalAlignment = xlCenter
            .VerticalAlignment = xlCenter
            .WrapText = True
            .Interior.Color = RGB(242, 242, 242)
        End With
```

```
    .Range(.Cells(startRow + 1, 1), .Cells(startRow + 1 + nRows, 6)).Borders.LineStyle =
xlContinuous

    On Error Resume Next
    .Range(.Cells(startRow + 2, 1), .Cells(startRow + 1 + nRows, 1)).Validation.Delete
    On Error GoTo 0

    If nRows > 0 And Len(fuelRangeAddress) > 0 Then
      With .Range(.Cells(startRow + 2, 1), .Cells(startRow + 1 + nRows, 1)).Validation
        .Add Type:=xlValidateList, AlertStyle:=xlValidAlertStop, Operator:=xlBetween,
Formula1:=fuelRangeAddress
        .IgnoreBlank = True
        .InCellDropdown = True
        .ShowError = False
      End With
    End If

    For i = 1 To nRows
      With .Range(.Cells(startRow + 1 + i, 1), .Cells(startRow + 1 + i, 6))
        .Font.Name = "Times New Roman"
        .Font.Size = 12
        .HorizontalAlignment = xlCenter
        .VerticalAlignment = xlCenter
      End With
    Next i

    ' Row heights
    With ws
      .Rows(startRow & ":" & startRow + 1 + Application.Max(nRows, 5)).RowHeight =
15.75
      .Rows(startRow + 1).RowHeight = 63.75
      Dim j As Long
      For j = 1 To nRows
        .Rows(startRow + 1 + j).RowHeight = 15.75
      Next j
    End With

    ' LHV formatting
    With .Range(.Cells(startRow + 2, 4), .Cells(startRow + 1 + nRows, 4))
      .NumberFormat = "0.0000"
    End With
  End With
End Sub
' ========================
'  TABLE 2 (no dropdown)
' ========================
Private Sub AddTable2(ws As Worksheet, startRow As Long, nRows As Long)
  Dim i As Long
```

```
    With ws
        .Cells(startRow, 1).Value = "Lentel" & ChrW(&H117) & " 2. Skai" & ChrW(&H10D) &
"iavimo duomenys"
        With .Cells(startRow, 1)
            .Font.Name = "Times New Roman"
            .Font.Size = 12
            .Font.Bold = True
        End With

        .Range(.Cells(startRow + 1, 1), .Cells(startRow + 2, 1)).Merge
        .Cells(startRow + 1, 1).Value = "Kuro r" & ChrW(&H16B) & ChrW(&H161) & "is"

        .Range(.Cells(startRow + 1, 2), .Cells(startRow + 2, 2)).Merge
        .Cells(startRow + 1, 2).Value = "Kuro s" & ChrW(&H105) & "naudos, t/metus arba t" &
ChrW(&H16B) & "kst. m" & ChrW(179) & "/metus"
        .Cells(startRow + 1, 2).WrapText = True

        .Range(.Cells(startRow + 1, 3), .Cells(startRow + 1, 6)).Merge
        .Cells(startRow + 1, 3).Value = "Vidutin" & ChrW(&H117) & " ter" & ChrW(&H161) &
"al" & ChrW(&H173) & " koncentracija, mg/m" & ChrW(179)

        .Cells(startRow + 2, 3).Value = "NOx"
        .Cells(startRow + 2, 4).Value = "SO2"
        .Cells(startRow + 2, 5).Value = "CO"
        .Cells(startRow + 2, 6).Value = "KD"

        With .Cells(startRow + 2, 3).Characters(Start:=3, Length:=1).Font: .Subscript = True: End
With
        With .Cells(startRow + 2, 4).Characters(Start:=3, Length:=1).Font: .Subscript = True: End
With

        With .Range(.Cells(startRow + 1, 1), .Cells(startRow + 2, 6))
            .Font.Name = "Times New Roman"
            .Font.Size = 12
            .HorizontalAlignment = xlCenter
            .VerticalAlignment = xlCenter
            .Interior.Color = RGB(242, 242, 242)
        End With

        .Range(.Cells(startRow + 1, 1), .Cells(startRow + 2 + nRows, 6)).Borders.LineStyle =
xlContinuous

        For i = 1 To nRows
            With .Range(.Cells(startRow + 2 + i, 1), .Cells(startRow + 2 + i, 6))
                .Font.Name = "Times New Roman"
                .Font.Size = 12
                .HorizontalAlignment = xlCenter
                .VerticalAlignment = xlCenter
            End With
        Next i
```

```
        With ws
            .Rows(startRow & ":" & startRow + 2 + Application.Max(nRows, 5)).RowHeight =
15.75
            .Rows(startRow + 1).RowHeight = 22.5
            .Rows(startRow + 2).RowHeight = 22.5
            Dim j As Long
            For j = 1 To nRows
                .Rows(startRow + 2 + j).RowHeight = 15.75
            Next j
        End With
    End With
End Sub


' ========================
'  TABLE 3
' ========================
Private Sub AddTable3(ws As Worksheet, startRow As Long, nRows As Long)
    With ws
        .Cells(startRow, 1).Value = "Lentel" & ChrW(&H117) & " 3. Metiniai ter" &
ChrW(&H161) & "al" & ChrW(&H173) & " emisij" & ChrW(&H173) & " kiekiai"
        With .Cells(startRow, 1)
            .Font.Name = "Times New Roman"
            .Font.Size = 12
            .Font.Bold = True
        End With

        Dim company As String, power As Variant, yearVal As Variant, idenNo As Variant
        company = .Range("D3").Value
        power = .Range("D7").Value
        yearVal = .Range("D6").Value
        idenNo = .Range("D5").Value

        .Cells(startRow + 1, 1).Value = company & ", " & idenNo & ", " & power & " MW, " &
yearVal & " m."
        With .Range(.Cells(startRow + 1, 1), .Cells(startRow + 1, 5))
            .Merge
            .Font.Name = "Times New Roman"
            .Font.Size = 12
            .Font.Bold = True
            .HorizontalAlignment = xlCenter
            .VerticalAlignment = xlCenter
            .Interior.Color = RGB(242, 242, 242)
        End With

        .Cells(startRow + 2, 1).Value = "Kuro r" & ChrW(&H16B) & ChrW(&H161) & "is"
        .Cells(startRow + 2, 2).Value = "NOx, t/metus"
        .Cells(startRow + 2, 3).Value = "SO2, t/metus"
        .Cells(startRow + 2, 4).Value = "CO, t/metus"
```

```
    .Cells(startRow + 2, 5).Value = "KD, t/metus"

    With .Cells(startRow + 2, 2).Characters(Start:=3, Length:=1).Font: .Subscript = True: End
With
    With .Cells(startRow + 2, 3).Characters(Start:=3, Length:=1).Font: .Subscript = True: End
With

    With .Range(.Cells(startRow + 2, 1), .Cells(startRow + 2, 5))
      .Font.Name = "Times New Roman"
      .Font.Size = 12
      .HorizontalAlignment = xlCenter
      .VerticalAlignment = xlCenter
      .Interior.Color = RGB(242, 242, 242)
    End With

    .Range(.Cells(startRow + 1, 1), .Cells(startRow + 3 + nRows - 1, 5)).Borders.LineStyle =
xlContinuous

    Dim i As Long
    For i = 0 To nRows - 1
      With .Range(.Cells(startRow + 3 + i, 1), .Cells(startRow + 3 + i, 5))
        .Font.Name = "Times New Roman"
        .Font.Size = 12
        .HorizontalAlignment = xlCenter
        .VerticalAlignment = xlCenter
      End With
    Next i

    With ws
      .Rows(startRow & ":" & startRow + 2 + Application.Max(nRows, 5)).RowHeight =
15.75
      .Rows(startRow).RowHeight = 18.75
      .Rows(startRow + 1).RowHeight = 18.75
      .Rows(startRow + 2).RowHeight = 18.75
      Dim j As Long
      For j = 1 To nRows
        .Rows(startRow + 2 + j).RowHeight = 15.75
      Next j
    End With
  End With
End Sub


' ========================
'  TABLE 4
' ========================
Private Sub AddTable4(ws As Worksheet, startRow As Long, nRows As Long)
  With ws
    .Cells(startRow, 1).Value = "Lentel" & ChrW(&H117) & " 4. Emisij" & ChrW(&H173) & "
faktori" & ChrW(&H173) & " reik" & ChrW(&H161) & "m" & ChrW(&H117) & "s"
```

```
    With .Cells(startRow, 1)
        .Font.Name = "Times New Roman"
        .Font.Size = 12
        .Font.Bold = True
    End With

    Dim company As String, power As Variant, yearVal As Variant, idenNo As Variant
    company = .Range("D3").Value
    power = .Range("D7").Value
    yearVal = .Range("D6").Value
    idenNo = .Range("D5").Value

    .Cells(startRow + 1, 1).Value = company & ", " & idenNo & ", " & power & " MW, " &
yearVal & " m."
    With .Range(.Cells(startRow + 1, 1), .Cells(startRow + 1, 5))
        .Merge
        .Font.Name = "Times New Roman"
        .Font.Size = 12
        .Font.Bold = True
        .HorizontalAlignment = xlCenter
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .Interior.Color = RGB(242, 242, 242)
    End With

    .Cells(startRow + 2, 1).Value = "Kuro r" & ChrW(&H16B) & ChrW(&H161) & "is"
    .Cells(startRow + 2, 2).Value = "NOx, EFg/GJ"
    .Cells(startRow + 2, 3).Value = "SO2, EFg/GJ"
    .Cells(startRow + 2, 4).Value = "CO, EFg/GJ"
    .Cells(startRow + 2, 5).Value = "KD, EFg/GJ"

    With .Cells(startRow + 2, 2).Characters(Start:=3, Length:=1).Font: .Subscript = True: End
With
    With .Cells(startRow + 2, 3).Characters(Start:=3, Length:=1).Font: .Subscript = True: End
With

    With .Range(.Cells(startRow + 2, 1), .Cells(startRow + 2, 5))
        .Font.Name = "Times New Roman"
        .Font.Size = 12
        .HorizontalAlignment = xlCenter
        .VerticalAlignment = xlCenter
        .Interior.Color = RGB(242, 242, 242)
    End With

    .Range(.Cells(startRow + 1, 1), .Cells(startRow + 3 + nRows - 1, 5)).Borders.LineStyle =
xlContinuous

    Dim i As Long
    For i = 0 To nRows - 1
        With .Range(.Cells(startRow + 3 + i, 1), .Cells(startRow + 3 + i, 5))
            .Font.Name = "Times New Roman"
```

```
            .Font.Size = 12
            .HorizontalAlignment = xlCenter
            .VerticalAlignment = xlCenter
        End With
    Next i

    With ws
        .Rows(startRow & ":" & startRow + 2 + Application.Max(nRows, 5)).RowHeight =
15.75
        .Rows(startRow).RowHeight = 18.75
        .Rows(startRow + 1).RowHeight = 18.75
        .Rows(startRow + 2).RowHeight = 18.75
        Dim j As Long
        For j = 1 To nRows
            .Rows(startRow + 2 + j).RowHeight = 15.75
        Next j
    End With
  End With
End Sub


' ========================
'  FUEL NAME MIRROR + CALCS
' ========================
Public Sub UpdateFuelNames(ws As Worksheet)
  Dim nRows As Long, tbl1Start As Long, tbl2Start As Long, tbl3Start As Long, tbl4Start As
Long
  Dim i As Long, fuelName As String

  If IsNumeric(ws.Range("D8").Value) Then
    nRows = CLng(ws.Range("D8").Value)
  Else
    Exit Sub
  End If
  If nRows <= 0 Then Exit Sub

  tbl1Start = 10
  tbl2Start = tbl1Start + 3 + nRows
  tbl3Start = tbl2Start + 4 + nRows
  tbl4Start = tbl3Start + 4 + nRows

  For i = 1 To nRows
    fuelName = ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 1).Value
    ws.Cells(tbl2Start + 2 + i, 1).Value = fuelName
    ws.Cells(tbl3Start + 3 + i - 1, 1).Value = fuelName
    ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1, 1).Value = fuelName
  Next i

  CalculateTable3 ws
  CalculateTable4 ws
```

```
End Sub


' ========================
'  LOOKUP DM VARIKLIS (with Biodujos & LPG formulas)
' ========================
Private Function GetDMVariklis(fuelName As String, Optional ws As Worksheet) As Double
    Dim db As Worksheet, lastRow As Long, r As Long, nm As String
    Dim dmVar As Variant, metVal As Variant, butVal As Variant
    Dim t1Start As Long, nRows As Long, i As Long

    GetDMVariklis = 0
    On Error Resume Next
    Set db = ThisWorkbook.Worksheets("_FuelDB")
    On Error GoTo 0
    If db Is Nothing Then Exit Function

    lastRow = db.Cells(db.Rows.count, "A").End(xlUp).Row
    For r = 2 To lastRow
        nm = Trim$(CStr(db.Cells(r, 1).Value))
        If StrComp(nm, Trim$(fuelName), vbTextCompare) = 0 Then
            dmVar = db.Cells(r, 4).Value    ' DM Variklis only

            If UCase(nm) = "BIODUJOS" And Not ws Is Nothing Then
                If IsNumeric(ws.Range("D8").Value) Then
                    nRows = CLng(ws.Range("D8").Value)
                    t1Start = 10
                    For i = 1 To nRows
                        If StrComp(Trim$(ws.Cells(t1Start + 1 + i, 1).Value), fuelName, vbTextCompare)
= 0 Then
                            metVal = ws.Cells(t1Start + 1 + i, 5).Value
                            If IsNumeric(metVal) Then
                                GetDMVariklis = 0.323206060606061 * CDbl(metVal) +
0.392666666666667
                                Exit Function
                            End If
                        End If
                    Next i
                End If
            End If

            If UCase(nm) = "SUSKYSTINTOS NAFTOS DUJOS" And Not ws Is Nothing Then
                If IsNumeric(ws.Range("D8").Value) Then
                    nRows = CLng(ws.Range("D8").Value)
                    t1Start = 10
                    For i = 1 To nRows
                        If StrComp(Trim$(ws.Cells(t1Start + 1 + i, 1).Value), fuelName, vbTextCompare)
= 0 Then
                            butVal = ws.Cells(t1Start + 1 + i, 6).Value
                            If IsNumeric(butVal) Then
```

```
                    GetDMVariklis = 4.04428904428045E-05 * (CDbl(butVal) ^ 2) + _
                                    9.47389277389732E-03 * CDbl(butVal) + 39.0729370629371
                    Exit Function
                  End If
                End If
              Next i
            End If
          End If

          If IsNumeric(dmVar) And Not IsEmpty(dmVar) Then
            GetDMVariklis = CDbl(dmVar)
          Else
            GetDMVariklis = 0
          End If
          Exit For
        End If
    Next r
End Function


' ========================
'  TABLE 3 CALC
' ========================
Public Sub CalculateTable3(ws As Worksheet)
    Dim nRows As Long
    Dim tbl1Start As Long, tbl2Start As Long, tbl3Start As Long
    Dim i As Long
    Dim fuelName As String
    Dim ashPct As Double, moistPct As Double
    Dim cons As Double
    Dim dmK As Double
    Dim concNOx As Double, concSO2 As Double, concCO As Double, concKD As Double
    Dim MSK As Double, MDM As Double, VSD As Double
    Dim hasRow As Boolean

    If Not IsNumeric(ws.Range("D8").Value) Then Exit Sub
    nRows = CLng(ws.Range("D8").Value)
    If nRows <= 0 Then Exit Sub

    tbl1Start = 10
    tbl2Start = tbl1Start + 3 + nRows
    tbl3Start = tbl2Start + 4 + nRows

    Application.ScreenUpdating = False

    For i = 1 To nRows
        hasRow = True
        fuelName = Trim$(CStr(ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 1).Value))
        ashPct = 0: moistPct = 0
```

```
      If IsNumeric(ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 2).Value) Then ashPct = CDbl(ws.Cells(tbl1Start +
1 + i, 2).Value)
      If IsNumeric(ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 3).Value) Then moistPct = CDbl(ws.Cells(tbl1Start
+ 1 + i, 3).Value)

      cons = 0
      If IsNumeric(ws.Cells(tbl2Start + 2 + i, 2).Value) Then cons = CDbl(ws.Cells(tbl2Start + 2
+ i, 2).Value)

      concNOx = 0: concSO2 = 0: concCO = 0: concKD = 0
      If IsNumeric(ws.Cells(tbl2Start + 2 + i, 3).Value) Then concNOx =
CDbl(ws.Cells(tbl2Start + 2 + i, 3).Value)
      If IsNumeric(ws.Cells(tbl2Start + 2 + i, 4).Value) Then concSO2 = CDbl(ws.Cells(tbl2Start
+ 2 + i, 4).Value)
      If IsNumeric(ws.Cells(tbl2Start + 2 + i, 5).Value) Then concCO = CDbl(ws.Cells(tbl2Start
+ 2 + i, 5).Value)
      If IsNumeric(ws.Cells(tbl2Start + 2 + i, 6).Value) Then concKD = CDbl(ws.Cells(tbl2Start
+ 2 + i, 6).Value)

      dmK = GetDMVariklis(fuelName, ws)
      If fuelName = "" Or dmK = 0 Or cons = 0 Then
         hasRow = False
      End If

      If hasRow Then
         MSK = cons * 1000# * (1# - moistPct / 100#)
         MDM = MSK * (1# - ashPct / 100#)
         VSD = MDM * dmK

         ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 2).Value = concNOx * VSD / 1000000000#
         ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 3).Value = concSO2 * VSD / 1000000000#
         ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 4).Value = concCO * VSD / 1000000000#
         ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 5).Value = concKD * VSD / 1000000000#
      Else
         ws.Range(ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 2), ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1),
5)).ClearContents
      End If
   Next i

   Application.ScreenUpdating = True
   ws.Range(ws.Cells(tbl3Start + 3, 2), ws.Cells(tbl3Start + 2 + nRows, 5)).NumberFormat =
"0.0000"
   CalculateTable4 ws
End Sub


' ========================
'  TABLE 4 CALC
' ========================
Public Sub CalculateTable4(ws As Worksheet)
```

```
    Dim nRows As Long
    Dim tbl1Start As Long, tbl2Start As Long, tbl3Start As Long, tbl4Start As Long
    Dim i As Long
    Dim fuelName As String
    Dim LHV As Double, cons As Double
    Dim valNOx As Double, valSO2 As Double, valCO As Double, valKD As Double
    Dim QSIL As Double

    If Not IsNumeric(ws.Range("D8").Value) Then Exit Sub
    nRows = CLng(ws.Range("D8").Value)
    If nRows <= 0 Then Exit Sub

    tbl1Start = 10
    tbl2Start = tbl1Start + 3 + nRows
    tbl3Start = tbl2Start + 4 + nRows
    tbl4Start = tbl3Start + 4 + nRows

    Application.ScreenUpdating = False

    For i = 1 To nRows
        fuelName = Trim$(CStr(ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 1).Value))
        If fuelName = "" Then
            ws.Range(ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1, 2), ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1,
5)).ClearContents
            GoTo NextRow
        End If

        LHV = 0
        If IsNumeric(ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 4).Value) Then LHV = CDbl(ws.Cells(tbl1Start + 1
+ i, 4).Value)
        cons = 0
        If IsNumeric(ws.Cells(tbl2Start + 2 + i, 2).Value) Then cons = CDbl(ws.Cells(tbl2Start + 2
+ i, 2).Value)

        valNOx = 0: valSO2 = 0: valCO = 0: valKD = 0
        If IsNumeric(ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 2).Value) Then valNOx =
CDbl(ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 2).Value)
        If IsNumeric(ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 3).Value) Then valSO2 =
CDbl(ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 3).Value)
        If IsNumeric(ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 4).Value) Then valCO =
CDbl(ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 4).Value)
        If IsNumeric(ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 5).Value) Then valKD =
CDbl(ws.Cells(tbl3Start + 3 + (i - 1), 5).Value)

        If LHV = 0 Or cons = 0 Then
            ws.Range(ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1, 2), ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1,
5)).ClearContents
            GoTo NextRow
        End If
```

```
        QSIL = LHV * cons
        If QSIL <> 0 Then
            ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1, 2).Value = valNOx * 1000000# / QSIL
            ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1, 3).Value = valSO2 * 1000000# / QSIL
            ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1, 4).Value = valCO * 1000000# / QSIL
            ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1, 5).Value = valKD * 1000000# / QSIL
        Else
            ws.Range(ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1, 2), ws.Cells(tbl4Start + 3 + i - 1,
5)).ClearContents
        End If

NextRow:
    Next i

    Application.ScreenUpdating = True
    ws.Range(ws.Cells(tbl4Start + 3, 2), ws.Cells(tbl4Start + 2 + nRows, 5)).NumberFormat =
"0.000"
End Sub


' ==========================
'  STATE-BASED CELL LOGIC (colour, enable, LHV autofill & Biodujos/LPG formulas)
' ==========================
Public Sub ApplyFuelCellLogic(ws As Worksheet)
    Dim nRows As Long, tbl1Start As Long
    Dim fuelName As String, fuelState As String
    Dim db As Worksheet, lastRow As Long, r As Long
    Dim i As Long, lhvVal As Variant, metVal As Variant, butVal As Variant
    Dim stateStr As String
    Dim isBiodujos As Boolean, isLPG As Boolean

    On Error Resume Next
    Set db = ThisWorkbook.Worksheets("_FuelDB")
    On Error GoTo 0
    If db Is Nothing Then Exit Sub

    If Not IsNumeric(ws.Range("D8").Value) Then Exit Sub
    nRows = CLng(ws.Range("D8").Value)
    If nRows <= 0 Then Exit Sub

    tbl1Start = 10

    For i = 1 To nRows
        fuelName = Trim$(CStr(ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 1).Value))
        fuelState = ""
        lhvVal = Empty

        ' Lookup state + reference LHV (DB col B=state, col E=LHV ref)
        If Len(fuelName) > 0 Then
            lastRow = db.Cells(db.Rows.count, "A").End(xlUp).Row
```

```
    For r = 2 To lastRow
        If StrComp(Trim$(db.Cells(r, 1).Value), fuelName, vbTextCompare) = 0 Then
            fuelState = Trim$(CStr(db.Cells(r, 2).Value))
            lhvVal = db.Cells(r, 5).Value
            Exit For
        End If
    Next r
End If

stateStr = UCase$(fuelState)
isBiodujos = (UCase$(fuelName) = "BIODUJOS")
isLPG = (UCase$(fuelName) = "SUSKYSTINTOS NAFTOS DUJOS")

' -------------------------
' Columns B–C (Peleningumas, Dregnumas)
' -------------------------
With ws.Range(ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 2), ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 3))
    Select Case stateStr
        Case "KK"
            .Interior.Color = RGB(255, 255, 255) ' editable
            .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
            .Font.Italic = False
            .NumberFormat = "General"
        Case "SK", "DK"
            .ClearContents
            .Interior.Color = RGB(217, 217, 217) ' locked look
            .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
            .Font.Italic = False
            .NumberFormat = "General"
        Case Else
            .Interior.Color = RGB(255, 255, 255)
            .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
            .Font.Italic = False
            .NumberFormat = "General"
    End Select
End With

' -------------------------
' Column D (LHV)
' -------------------------
With ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 4)
    Select Case stateStr
        Case "KK"
            ' Editable & visible – clear any old auto-filled value
            .Value = ""
            .Interior.Color = RGB(255, 255, 255)
            .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
            .Font.Italic = False
            .NumberFormat = "General"
```

```
        Case "SK", "DK"
            ' Auto-calc and HIDE (store value for calc, but not visible)
            Dim calcVal As Variant: calcVal = Empty

            If isBiodujos Then
                metVal = ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 5).Value
                If IsNumeric(metVal) Then calcVal = 35.882 * CDbl(metVal) / 100#
            ElseIf isLPG Then
                butVal = ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 6).Value
                If IsNumeric(butVal) Then
                    calcVal = 1.86480186480653E-05 * (CDbl(butVal) ^ 2) + _
                              4.42065268065051E-03 * CDbl(butVal) + 45.7218811188814
                End If
            Else
                If IsNumeric(lhvVal) Then calcVal = CDbl(lhvVal)
            End If

            If Not IsEmpty(calcVal) Then .Value = calcVal Else .Value = ""
            .Interior.Color = RGB(217, 217, 217)
            .Font.Color = RGB(217, 217, 217) ' visually hidden
            .Font.Italic = False
            .NumberFormat = "General"

        Case Else
            ' Reset (no fuel / unknown)
            .Value = ""
            .Interior.Color = RGB(255, 255, 255)
            .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
            .Font.Italic = False
            .NumberFormat = "General"
    End Select
End With

' -------------------------
' Column E (Metano %)
' -------------------------
With ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 5)
    If isBiodujos Then
        ' Editable & visible
        .Interior.Color = RGB(255, 255, 255)
        .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
        .Font.Italic = False
        .NumberFormat = "General"
    Else
        ' Not used ? clear & grey
        .Value = ""
        .Interior.Color = RGB(217, 217, 217)
        .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
        .Font.Italic = False
        .NumberFormat = "General"
```

```
            End If
        End With

        ' -------------------------
        ' Column F (Butano %)
        ' -------------------------
        With ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 6)
            If isLPG Then
                ' Editable & visible
                .Interior.Color = RGB(255, 255, 255)
                .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
                .Font.Italic = False
                .NumberFormat = "General"
            Else
                ' Not used ? clear & grey
                .Value = ""
                .Interior.Color = RGB(217, 217, 217)
                .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
                .Font.Italic = False
                .NumberFormat = "General"
            End If
        End With

        ' If KK: ensure E/F are cleared (not needed for boilers, consistent UX)
        If stateStr = "KK" Then
            ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 5).Value = ""
            ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 6).Value = ""
            ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 5).Interior.Color = RGB(217, 217, 217)
            ws.Cells(tbl1Start + 1 + i, 6).Interior.Color = RGB(217, 217, 217)
        End If
    Next i

    ' Restore ghost text in editable blanks (headers + tables)
    On Error Resume Next
    ModEvents.ApplyPlaceholders ws
    On Error GoTo 0

    ' Keep calcs in sync
    On Error Resume Next
    CalculateTable3 ws
    CalculateTable4 ws
    On Error GoTo 0
End Sub
```

Modulis ModProtection

```
Option Explicit

Public Sub ProtectPradzia()
    Dim ws As Worksheet
```

```
    On Error Resume Next
    Set ws = Sheet1 ' using the code name, not the tab name
    If ws Is Nothing Then Exit Sub
    On Error GoTo 0

    ' Unprotect first, just in case
    ws.Unprotect Password:="emisijos"

    ' Protect but allow macros and buttons to work
    ws.Protect Password:="emisijos", _
        DrawingObjects:=True, _
        Contents:=True, _
        Scenarios:=True, _
        UserInterfaceOnly:=True

    ' Prevent any selection
    Application.ScreenUpdating = False
    ws.EnableSelection = xlNoSelection
    Application.ScreenUpdating = True
End Sub

Public Sub UnprotectPradzia()
    On Error Resume Next
    Sheet1.Unprotect Password:="emisijos"
    On Error GoTo 0
End Sub

Modulis clsSheetEvents

Option Explicit
Public WithEvents ws As Worksheet

'--- skip system sheets like Pradžia and _FuelDB ---
Private Function IsSystemSheet(ByVal sheetName As String) As Boolean
    Dim nm As String
    nm = LCase$(Trim$(sheetName))
    IsSystemSheet = (nm = "pradžia" Or nm = "pradzia" Or nm = "prad¸ia" Or nm = "_fueldb")
End Function

'--- identify variklis-type sheets ---
Private Function IsVariklisSheet(ByVal sheetName As String) As Boolean
    Dim wsCheck As Worksheet
    On Error Resume Next
    Set wsCheck = ThisWorkbook.Sheets(sheetName)
    On Error GoTo 0

    If wsCheck Is Nothing Then
        IsVariklisSheet = False
    Else
        ' detect by marker cell instead of name
```

```
        If StrComp(Trim$(CStr(wsCheck.Range("Z1").Value)), "__VARIKLIS__",
vbTextCompare) = 0 Then
            IsVariklisSheet = True
        Else
            IsVariklisSheet = False
        End If
    End If
End Function


'--- router wrappers ---
Private Sub Route_UpdateTables(ByVal sh As Worksheet)
    If IsVariklisSheet(sh.Name) Then
        ModPrefillVariklis.UpdateTables sh
    Else
        ModPrefill.UpdateTables sh
    End If
End Sub

Private Sub Route_ApplyFuelCellLogic(ByVal sh As Worksheet)
    If IsVariklisSheet(sh.Name) Then
        ModPrefillVariklis.ApplyFuelCellLogic sh
    Else
        ModPrefill.ApplyFuelCellLogic sh
    End If
End Sub

Private Sub Route_CalculateTable3(ByVal sh As Worksheet)
    If IsVariklisSheet(sh.Name) Then
        ModPrefillVariklis.CalculateTable3 sh
    Else
        ModPrefill.CalculateTable3 sh
    End If
End Sub

Private Sub Route_CalculateTable4(ByVal sh As Worksheet)
    If IsVariklisSheet(sh.Name) Then
        ModPrefillVariklis.CalculateTable4 sh
    Else
        ModPrefill.CalculateTable4 sh
    End If
End Sub

Private Sub Route_UpdateFuelNames(ByVal sh As Worksheet)
    If IsVariklisSheet(sh.Name) Then
        ModPrefillVariklis.UpdateFuelNames sh
    Else
        ModPrefill.UpdateFuelNames sh
    End If
End Sub
```

```
' ========================================
'         CHANGE EVENT
' ========================================
Private Sub ws_Change(ByVal Target As Range)
If IsSystemSheet(ws.Name) Then Exit Sub

    Dim nRows As Long, t1Start As Long, t2Start As Long
    Dim t1Names As Range, t1Data As Range, t1Metano As Range, t1Butano As Range
    Dim t2Data As Range
    Dim placeholderCells As Variant, cell As Range

On Error GoTo CleanExit
Application.EnableEvents = False

    ' --- ignore placeholder text edits ---
    placeholderCells = Array("D3", "D4", "D5", "D6", "D7", "D8")
    For Each cell In Target
        If Not IsError(Application.Match(cell.Address(False, False), placeholderCells, 0)) Then
            If cell.Address(False, False) = "D8" And Not IsNumeric(cell.Value) Then GoTo
CleanExit
        End If
    Next cell

    ' --- D8 changed -> rebuild & placeholders ---
    If Not Intersect(Target, ws.Range("D8")) Is Nothing Then
        Route_UpdateTables ws
        Route_ApplyFuelCellLogic ws
        ModEvents.ApplyPlaceholders ws
        GoTo CleanExit
    End If

    If Not IsNumeric(ws.Range("D8").Value) Then GoTo CleanExit
    nRows = CLng(ws.Range("D8").Value)
    If nRows <= 0 Then GoTo CleanExit

    t1Start = 10
    t2Start = t1Start + 3 + nRows

    Set t1Names = ws.Range("A11:A" & 10 + 1 + nRows)
    Set t1Data = ws.Range("B11:C" & 10 + 1 + nRows)
    Set t1Metano = ws.Range("E11:E" & 10 + 1 + nRows)
    Set t1Butano = ws.Range("F11:F" & 10 + 1 + nRows)
    Set t2Data = ws.Range(ws.Cells(t2Start + 3, 2), ws.Cells(t2Start + 2 + nRows, 6))

    ' --- Table1: fuel name changed ---
    If Not Intersect(Target, t1Names) Is Nothing Then
        Route_UpdateFuelNames ws
        Route_ApplyFuelCellLogic ws
```

```
        ModEvents.ApplyPlaceholders ws
        GoTo CleanExit
    End If

    ' --- Table1: numeric columns ---
    If Not Intersect(Target, t1Data) Is Nothing Then
        Route_CalculateTable3 ws
        Route_CalculateTable4 ws
        GoTo CleanExit
    End If

    ' --- Metano or Butano changed ---
    If Not Intersect(Target, t1Metano) Is Nothing Or Not Intersect(Target, t1Butano) Is Nothing
Then
        Route_ApplyFuelCellLogic ws
        GoTo CleanExit
    End If

    ' --- Table2 changed ---
    If Not Intersect(Target, t2Data) Is Nothing Then
        Route_CalculateTable3 ws
        Route_CalculateTable4 ws
        GoTo CleanExit
    End If

CleanExit:
    Application.EnableEvents = True
End Sub

' ========================================
'      PLACEHOLDER / SELECTION LOGIC
' ========================================
Private Sub ws_SelectionChange(ByVal Target As Range)
If IsSystemSheet(ws.Name) Then Exit Sub

    Dim placeholders As Object
    Dim key As Variant
    Dim nRows As Long, t1Start As Long, t2Start As Long
    Dim r As Long, c As Variant

    Set placeholders = CreateObject("Scripting.Dictionary")

    ' --- Header placeholders ---
    With placeholders
        .Add "D3", ChrW(&H12E) & "ra" & ChrW(&H161) & "ykite"
        .Add "D4", ChrW(&H12E) & "ra" & ChrW(&H161) & "ykite"
        .Add "D5", ChrW(&H12E) & "ra" & ChrW(&H161) & "ykite"
        .Add "D6", ChrW(&H12E) & "ra" & ChrW(&H161) & "ykite"
        .Add "D7", ChrW(&H12E) & "ra" & ChrW(&H161) & "ykite"
        .Add "D8", ChrW(&H12E) & "ra" & ChrW(&H161) & "ykite"
```

```
    End With

    On Error Resume Next
    If IsNumeric(ws.Range("D8").Value) Then nRows = CLng(ws.Range("D8").Value)
    On Error GoTo 0

    Application.EnableEvents = False

    ' Apply header placeholders
    For Each key In placeholders.Keys
        With ws.Range(key)
            If Trim(.Value) = "" Then
                .Value = placeholders(key)
                .Font.Color = RGB(160, 160, 160)
                .Font.Italic = True
            End If
        End With
    Next key

    ' Dynamic placeholders
    If nRows > 0 Then
        t1Start = 10
        t2Start = t1Start + 3 + nRows

' === Table 1 placeholders ===
' Actual data rows start from row 12 and continue for nRows rows
For r = t1Start + 2 To t1Start + 1 + nRows
    ' Column A — fuel name
    With ws.Cells(r, 1)
        If Trim(.Value) = "" Then
            .Value = "Pasirinkite kur" & ChrW(&H105)
            .Font.Color = RGB(160, 160, 160)
            .Font.Italic = True
        End If
    End With

    ' Columns B, C, E, F — user-editable data cells (only white)
    For Each c In Array(2, 3, 5, 6)
        With ws.Cells(r, c)
            If Trim(.Value) = "" And .Interior.Color = RGB(255, 255, 255) Then
                .Value = ChrW(&H12E) & "ra" & ChrW(&H161) & "ykite"
                .Font.Color = RGB(160, 160, 160)
                .Font.Italic = True
            End If
        End With
    Next c
Next r


        ' Column D
```

```
    For r = 12 To 10 + nRows
        With ws.Cells(r, 4)
            If Trim(.Value) = "" And .Interior.Color = RGB(255, 255, 255) Then
                .Value = ChrW(&H12E) & "ra" & ChrW(&H161) & "ykite"
                .Font.Color = RGB(160, 160, 160)
                .Font.Italic = True
            End If
        End With
    Next r

    ' Table2
    For r = t2Start + 3 To t2Start + 2 + nRows
        For Each c In Array(2, 3, 4, 5, 6)
            With ws.Cells(r, c)
                If Trim(.Value) = "" Then
                    .Value = ChrW(&H12E) & "ra" & ChrW(&H161) & "ykite"
                    .Font.Color = RGB(160, 160, 160)
                    .Font.Italic = True
                End If
            End With
        Next c
    Next r
  End If

  ' Clear placeholder on select
  If Target.count = 1 Then
    With Target
      Dim v As String
      v = LCase(Trim(CStr(.Value)))
      If v = "pasirinkite kur" & ChrW(&H105) Or _
        v = LCase(ChrW(&H12E) & "ra" & ChrW(&H161) & "ykite") Or _
        v = "irasykite" Then
        .Value = ""
        .Font.Color = RGB(0, 0, 0)
        .Font.Italic = False
      End If
    End With
  End If

  Application.EnableEvents = True
End Sub

' ========================================
'  PUBLIC: FORCE PLACEHOLDER REFRESH
' ========================================
Public Sub RefreshPlaceholders()
  On Error Resume Next
  ws_SelectionChange ws.Range("A1")
End Sub
```